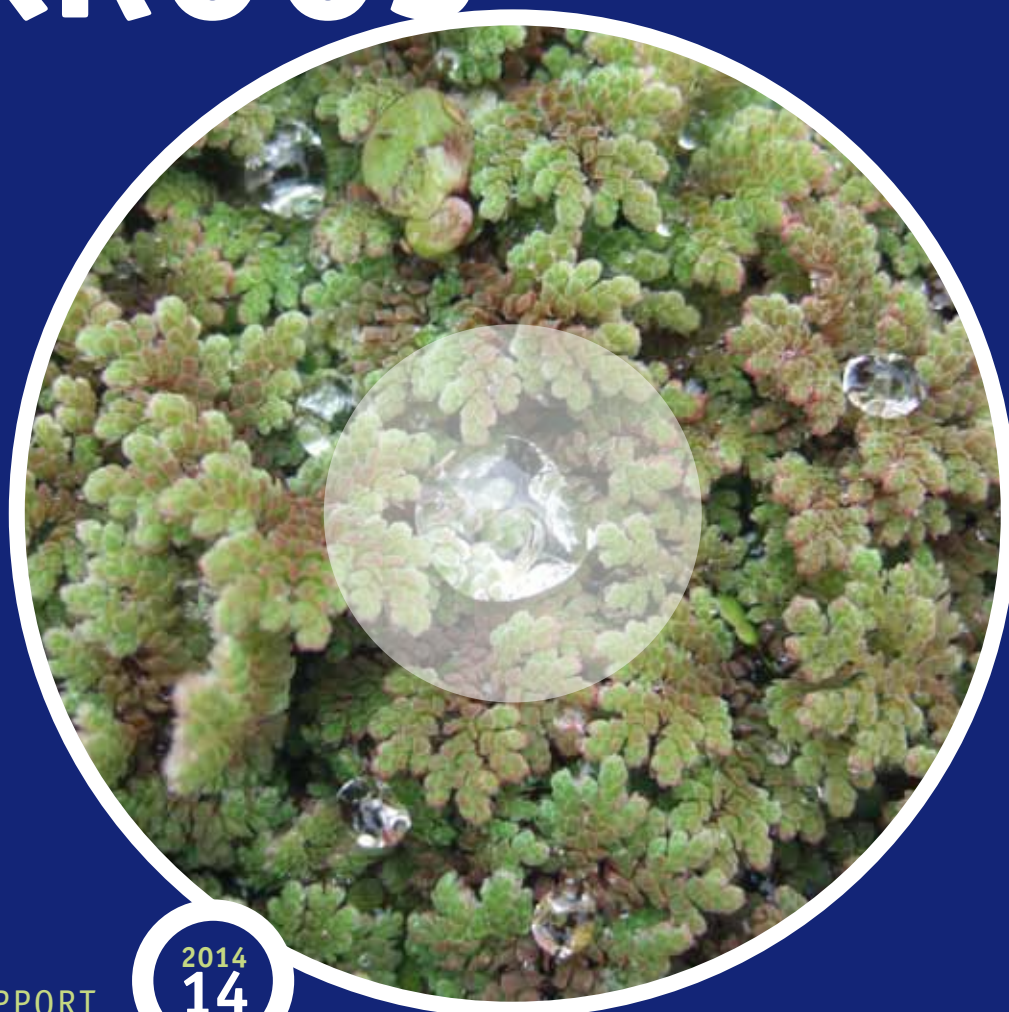


stowa

KENNIS OVER KROOS



RAPPORT

2014

14

stowa

STICHTING
TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER

stowa@stowa.nl www.stowa.nl
TEL 033 460 32 00 FAX 033 460 32 50
Stationsplein 89
POSTBUS 2180 3800 CD AMERSFOORT



KENNIS OVER KROOS

RAPPORT

2014

14

ISBN 978.90.5773.654.4



COLOFON

UITGAVE Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer
Postbus 2180
3800 CD Amersfoort

AUTEURS Mario Maessen, Grontmij
Met bijdragen van Mark van Kruiningen

BEGELEIDINGSCOMMISSIE
Ronald Gylstra, Wim Twisk, Hans Boeijen en Theo Claassen

EINDREDACTIE
Kees van der Vlugt, Petra van der Werf

FOTOGRAFIE
Grontmij, R. Pot, V. Overmeer

REFERAAT
Kroos is een van de bekendste waterplanten. Het drijft op veel wateroppervlakken. Elk waterschap in Nederland heeft met kroos te maken. Kroos komt voor in stilstaande wateren met voedselrijk water. Vooral smallere watergangen kunnen er in korte tijd mee bedekt worden. Het vóórkomen van kroos kan een indicatie zijn van een slechte waterkwaliteit. Daarnaast beïnvloedt de aanwezigheid van dichte kroosdekken niet alleen de waterkwaliteit, maar ook de waterkwantiteit. Het kan het watersysteem verstikken en gemalen doen verstoppert. Dit rapport geeft een overzicht van de huidige kennis op het gebied van het voorkomen van kroos. Daarnaast komen richtlijnen over het omgaan met kroos aan bod. Trefwoorden: Kroos, chemische waterkwaliteit, kroosverwijdering, hergebruik van kroos

FOTO VOORPAGINA
Azolla filiculoides - Grote kroosvaren met waterdruppeltjes

DRUK Kruyt Grafisch Adviesbureau
STOWA STOWA 2014-14
ISBN 978.90.5773.654.4

COPYRIGHT De informatie uit dit rapport mag worden overgenomen, mits met bronvermelding. De in het rapport ontwikkelde, dan wel verzamelde kennis is om niet verkrijgbaar. De eventuele kosten die STOWA voor publicaties in rekening brengt, zijn uitsluitend kosten voor het vormgeven, vermenigvuldigen en verzenden.

DISCLAIMER Dit rapport is gebaseerd op de meest recente inzichten in het vakgebied. Desalniettemin moeten bij toepassing ervan de resultaten te allen tijde kritisch worden beschouwd. De auteurs en STOWA kunnen niet aansprakelijk worden gesteld voor eventuele schade die ontstaat door toepassing van het gedachtegoed uit dit rapport.

DE STOWA IN HET KORT

STOWA is het kenniscentrum van de regionale waterbeheerders (veelal de waterschappen) in Nederland. STOWA ontwikkelt, vergaart, verspreidt en implementeert toegepaste kennis die de waterbeheerders nodig hebben om de opgaven waar zij in hun werk voor staan, goed uit te voeren. Deze kennis kan liggen op toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk-juridisch of sociaalwetenschappelijk gebied.

STOWA werkt in hoge mate vraaggestuurd. We inventariseren nauwgezet welke kennisvragen waterschappen hebben en zetten die vragen uit bij de juiste kennisleveranciers. Het initiatief daarvoor ligt veelal bij de kennisvragende waterbeheerders, maar soms ook bij kennisinstellingen en het bedrijfsleven. Dit tweerichtingsverkeer stimuleert vernieuwing en innovatie. Vraaggestuurd werken betekent ook dat we zelf voortdurend op zoek zijn naar de 'kennisvragen van morgen' – de vragen die we graag op de agenda zetten nog voordat iemand ze gesteld heeft – om optimaal voorbereid te zijn op de toekomst.

STOWA ontzorgt de waterbeheerders. Wij nemen de aanbesteding en begeleiding van de gezamenlijke kennisprojecten op ons. Wij zorgen ervoor dat waterbeheerders verbonden blijven met deze projecten en er ook 'eigenaar' van zijn. Dit om te waarborgen dat de juiste kennisvragen worden beantwoord. De projecten worden begeleid door commissies waar regionale waterbeheerders zelf deel van uitmaken. De grote onderzoekslijnen worden per werkveld uitgezet en verantwoord door speciale programmacommissies. Ook hierin hebben de regionale waterbeheerders zitting.

STOWA verbindt niet alleen kennisvragers en kennisleveranciers, maar ook de regionale waterbeheerders onderling. Door de samenwerking van de waterbeheerders binnen STOWA zijn zij samen verantwoordelijk voor de programmering, zetten zij gezamenlijk de koers uit, worden meerdere waterschappen bij één en het zelfde onderzoek betrokken en komen de resultaten sneller ten goede van alle waterschappen.

De grondbeginselen van STOWA zijn verwoord in onze missie:

Het samen met regionale waterbeheerders definiëren van hun kennisbehoeften op het gebied van het waterbeheer en het voor én met deze beheerders (laten) ontwikkelen, bijeenbrengen, beschikbaar maken, delen, verankeren en implementeren van de benodigde kennis.

SAMENVATTING

AANLEIDING

Kroos wordt geassocieerd met voedselrijk water en waterkwaliteitsproblemen en is al veel bestudeerd. Dit rapport geeft, als vervolg op de STOWA 'Kroosdag' van 12 mei 2009, een overzicht van de beschikbare kennis over kroos (oktober 2010). Daarnaast wordt in dit rapport beschreven hoe kan worden omgegaan met kroosproblematiek.

WAT IS KROOS?

Kroos is een verzamelnaam voor stengelloze, drijvende planten van 3 cm of kleiner. Het komt voor in de oeverzone van min of meer kleine stilstaande wateren. In stromende wateren of open water waar wind vrij spel heeft, wordt nauwelijks kroosbedekking aangetroffen. Kroossoorten wortelen niet in de bodem en zijn daarom volledig afhankelijk van de nutriënten in het water. Dit leidt ertoe dat kroos vooral in voedselrijk water wordt aangetroffen. De planten kunnen zich via hele kleine bloeiwijzen voortplanten maar vermeerdering vindt meestal plaats via ongeslachtelijke voortplanting.

GEOGRAFISCHE VERSPREIDING

In de Limnodata Neerlandica is een groot deel van de vegetatieopnamen van oppervlaktewater in Nederland verzameld. Bijna overal in Nederland wordt kroos aangetroffen. Het zwaartepunt van de kroosdekken ligt in het westelijke en noordelijke deel van Nederland. Uit de dataset blijkt dat in de jaren '80 minder kroosdekken zijn gesignaleerd dan tegenwoordig. Over de periode 1990-2008 is er geen significante verandering van de totale kroosbedekking.

Er is een duidelijke negatieve relatie tussen de breedte van de watergang en de kroosbedekking. Ook tussen de slibdikte en de kroosbedekking blijkt een duidelijke relatie te zijn: een dunne sliblaag resulteert in minder kroos op het water.

CHEMIE

Door bepaling van de chemische waterkwaliteit en het voorkomen van bepaalde soorten kroos is bepaald welke soorten voorkomen bij welke chemische waterkwaliteit. Hieruit blijkt dat er grote verschillen zijn tussen de soorten. Hier zijn vooral resultaten zichtbaar bij verschillende concentraties chloride, sulfaat, calcium, bicarbonaat en fosfaat. Voor wat betreft de stikstofhuishouding kunnen geen eenduidige conclusies worden getrokken. Verder blijkt dat bij meer dan 90% van alle krooswaarnemingen het zuurstof verzadigingspercentage onder de 100% ligt. Er is dus bij het voorkomen van kroos grote kans op een zuurstoftekort.

De waterchemie is in veel gevallen niet de meest bepalende component in de concurrentie tussen ondergedoken waterplanten en kroos. Er spelen meer factoren een rol. Andere randvoorwaarden (morfologie, expositie) zijn ook belangrijke componenten.

BELEID EN REGELGEVING TEN AANZIEN VAN KROOSVERWIJDERING EN GEBRUIK VAN KROOS

Opvallend is dat de meeste waterbeheerders een passief beleid hebben ten aanzien van kroosverwijdering. Als er klachten zijn, wordt kroos verwijderd. Die klachten (veelal stankklachten) komen bijna altijd uit het stedelijk gebied. De meeste waterschappen beschouwen kroos niet als een ernstig probleem omdat kroos de waterdoorvoer zelden belemmert. Dit betekent dat alleen bij ophoping voor gemalen structureel kroos wordt verwijderd. Op het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard (HHSK) en Waterschap Rivierenland (WSRL) na hanteren waterbeheerders geen formeel beleid met betrekking tot het verwijderen van kroos. Beiden hanteren een beslisboom als ondersteuning bij de keuze tot kroosverwijdering.

De KRW biedt in de praktijk weinig aanleiding tot het actief verwijderen van kroos. De meeste KRW-waterlichamen zijn zo groot dat kroos zelden tot problemen leidt. In gevallen waarbij kroos wel slecht scoort op de KRW maatlat is eutrofiëring het kernprobleem en wordt het kroosprobleem via reductie van de eutrofiëring benaderd en niet via verwijdering van kroos.

TEN GELEIDE

De waterschappen spannen zich in de doelmatigheid van het waterbeheer te vergroten. Dat kan bijvoorbeeld door het goedkoper uitvoeren van de beheermaatregelen, door het vergroten van de effectiviteit daarvan en/of door het inzetten van alternatieve beheermaatregelen. Een basis onder de beslissingen in het waterkwaliteitsbeheer is een goede kennis over de werking van het watersysteem en begrip van de eisen die de organismen die erin leven, stellen. Eén groep van organismen is kroos. Het vóórkomen van kroos kan een indicatie zijn van een slechte waterkwaliteit. Daarnaast beïnvloedt de aanwezigheid van dichte kroosdekken niet alleen de waterkwaliteit, maar ook de waterkwantiteit. Het kan het watersysteem verstikken en gemalen doen verstoppert.

Kroos is een van de bekendste waterplanten. Het drijft op veel wateroppervlakken. Elk waterschap in Nederland heeft met kroos te maken. Kroos komt voor in stilstaande wateren met voedselrijk water. Vooral smallere watergangen kunnen er in korte tijd mee bedekt worden. Er zijn waterbeheerders die kroos verwijderen. Naast de kosten en inspanningen die hiermee zijn gemoeid, kunnen er ook baten zijn door het nuttig gebruiken van kroos, bijvoorbeeld als groenbemester of veevoer.

In de jaren negentig heeft STOWA een aantal studies uitgevoerd naar kroos, maar een goede samenvatting van de kennis over kroos was er tot nu toe nog niet. Het rapport dat u nu voor u heeft, geeft u dit overzicht en biedt daarnaast handvatten voor het omgaan met kroos. Wij hopen dat dit zal bijdragen aan de juiste keuzes voor een doelgericht en kosteneffectief beheer van uw watersystemen.

Joost Buntsma
directeur STOWA

KENNIS OVER KROOS

INHOUD

	SAMENVATTING	
	TEN GELEIDE	
	STOWA IN HET KORT	
1	INLEIDING	1
1.1	Probleemstelling en doel onderzoek	1
1.2	Leeswijzer	1
2	WAT IS KROOS?	2
2.1	Inleiding	2
2.2	Morfologie	2
2.3	Ecologie van kroos	2
2.4	Kroos in Nederland	3
2	WAAR EN WANNEER KOMT KROOS VOOR?	7
3.1	Geografische verspreiding van kroos en kroosdekken in Nederland	7
3.2	Lange termijn trends voorkomen kroos	10
3.3	Voorkomen gedurende het jaar	11
3.4	Relatie tussen kroosvoorkomen, morfologie en slibdikte	12
3.5	Fysisch/Chemische waterkwaliteit en aanwezigheid kroossoorten	14
3.6	Voorkomen kroos in combinatie met andere waterplanten	17

4	KROOS EN CHEMISCHE WATERKWALITEIT	19
4.1	Ontwikkeling submerse waterplanten versus kroos	19
4.2	Invloed van kroosdekken op waterkwaliteit	19
5	WET- EN REGELGEVING TEN AANZIEN VAN KROOSVERWIJDERING	21
5.1	Inleiding	21
5.2	Beleid	21
5.3	Regelgeving	22
5.4	Kroos als groene bemester	22
5.5	Kroos in krachtvoer	23
5.6	Kroos als zuiveraar	24
6	VERWIJDEREN VAN KROOS	25
6.1	Inleiding	25
6.2	Resultaten pilot Vallei en Eem	25
6.2.1	Handmethode door firma Berkhof bv	25
6.2.2	Mobiele kraan met zeefbak en kroosbootje door Loonbedrijf Harry Blokland	26
6.2.3	De krooskarper van firma Reijm bv	26
6.2.4	De krooscatamaran van Loonbedrijf Ch. Portengen	27
6.2.5	Het krooswiel van Bom Aqua bv	28
6.2.6	Particulier initiatief Ede	29
6.3	Bestrijding kroos Doesburgse Molenveldsingelgracht	29
6.4	Conclusies	30
7	RICHTLIJN BESTRIJDING KROOS	31
7.1	Inleiding	31
7.2	Criteria om tot kroosverwijdering over te gaan.	32
7.3	Structurele maatregelen om kroos te verwijderen	33
8	LITERATUUR	34
	BIJLAGEN	
1	KAARTENKROOSVOORKOMENS IN NEDERLAND; VERSPREIDING VAN WAARNEMINGEN PER TIJDVAK	35
2	JAARTRENDS VOORKOMEN KROOSSOORTEN PER WATERSCHAP	39
3	BANDBREEDTE CHEMISCHE PARAMETERS PER KROOSSOORT	43
4	GEMIDDELTE CHEMISCHE SAMENSTELLING WATER PER KROOSSOORT PER WATERBEHEERDER	49
5	VERSLAGEN TELEFONISCHE ENQUETES MET BETREKKING TOT BELEID KROOSVERWIJDERING	55

1

INLEIDING

1.1 PROBLEEMSTELLING EN DOEL ONDERZOEK

Al sinds de middeleeuwen werd kroos in sommige delen van Nederland gezien als een probleemsoort: tweemaal per jaar werd een krooschouw gehouden waarbij overmatige kroosgroei moest worden verwijderd (C. Postma 1989). Ook in het buitenland komt kroos in kleine voedselrijke wateren veelvuldig voor. Alleen wordt het daar niet als een grootschalig probleem gezien. Omdat hoge kroosbedekkingen bijna alleen voorkomen in voedselrijk water wordt het voorkomen van kroos geassocieerd met waterkwaliteitsproblemen. In de jaren '90 zijn er in opdracht van STOWA al een aantal studies uitgevoerd (STOWA rapporten 92-9, 92-10, 97-17 en 97-18). Echter, de kennis over kroos is nooit samengevat. Daarom heeft STOWA op 12 mei 2009 een "Kroosdag" georganiseerd. Tijdens deze dag is de beschikbare kennis gedeeld. Dit rapport volgt uit deze dag en bevat de huidige kennis op het gebied van het voorkomen van kroos. Daarnaast geeft dit document richtlijnen over de manier waarop men om kan gaan met kroos.

1.2 LEESWIJZER

Hoofdstuk 2 beschrijft de soorten kroos die voorkomen in Nederland.

Hoofdstuk 3 gaat in op de bio-geochemische aspecten van kroosdekken.

Hoofdstuk 4 geeft een statistisch overzicht van de verspreiding van de verschillende kroossoorten in Nederland, jaartrends, voorkomen gedurende het jaar en de waterkwaliteit waarbij de verschillende kroossoorten voorkomen.

In hoofdstuk 5 wordt beleid en regelgeving uitgewerkt voor het verwijderen en het hergebruik van kroos.

Hoofdstuk 6 geeft de resultaten weer van een kroosverwijderingspilot uitgevoerd door de Waterschap Vallei en Eem in samenwerking met het Hoogheemraadschap van Delfland.

Hoofdstuk 7 geeft richtlijnen voor beslisregels hoe om te gaan met kroos.

2

WAT IS KROOS?

2.1 INLEIDING

Kroos is een verzamelnaam voor kleine (meestal kleiner dan 1 cm, altijd kleiner dan 3 cm) drijvende planten die in korte tijd smallere watergangen volledig kunnen bedekken. In dit opzicht onderscheidt kroos zich van andere waterplanten, omdat deze het wateroppervlak zelden volledig bedekken. In Nederland komt kroos in grote bedekkingen bijna alleen voor in kleine poelen, smallere watergangen en in stedelijke vijverpartijen. In grotere wateren komt kroos van nature alleen in de oeverzone voor. Kroos komt over het algemeen in voedselrijk water voor. Omdat kroos watergangen volledig kan bedekken en het een indicator is voor (te) voedselrijk water, wordt kroos voor de waterkwaliteit als een probleem gezien. Door de volledige bedekking wordt het watersysteem afgesloten van licht en lucht en kan er zuurstofloosheid ontstaan. De strijd tegen kroos wordt ook vaak synoniem gezien als de strijd tegen eutrofiëring. Over het algemeen wordt aangenomen dat een structurele terugdringing van de eutrofiëring zal leiden tot het oplossen van het kroosprobleem. Omdat in sommige delen van Nederland een eutrofe situatie als standaard wordt beschouwd, worden de kroosdekken daar min of meer als onontkoombaar gezien. Voor dergelijke situaties is het een optie om kroos nuttiger te gebruiken, bijvoorbeeld als meststof, veevoeder of biomassa.

2.2 MORFOLOGIE

De morfologie van kroossoorten is zeer divers. De kroosmossoorten zijn morfologisch weinig afwijkend van de “normale” mossoorten buiten het feit dat ze zijn aangepast aan het aquatische milieu. Ook de kroosvarens zijn kleine complete varentjes. Het plantje bestaat uit een kort rhizoom met daaraan enkele zeer korte stengeltjes met gedrongen bladeren. Van belang is dat kroosvarens intern holtes hebben waarin *Anabeana*-soorten (blauwalgen) met de kroosvarens in symbiose leven. *Anabeana*-soorten kunnen stikstof uit de lucht fixeren en deze doorgeven aan de kroosvaren. Hierdoor kunnen kroosvarens potentieel bij lagere stikstofconcentraties groeien dan concurrerende kroossoorten.

De hogere planten onder de kroossoorten zijn morfologisch sterk afwijkend ten opzichte van de “normale” hogere planten. Ieder krooschijfje betreft een volledige plant. Het zijn kleine verdikte schijfjes met centraal aan de onderkant kleine worteltjes. De schijfjes, die in feite een combinatie zijn van stengel en blad, worden ook wel “fronds” genoemd. In doorsnede variëren de fronds tussen 2 en 10 mm. De planten kunnen zich via hele kleine bloeiwijzen geslachtelijk voortplanten maar vermeerdering vindt meestal plaats via de vegetatieve vorm.

2.3 ECOLOGIE VAN KROOS

Kroos is een drijvende, niet in de bodem wortelende plantengroep. Het voorkomen van kroos is daardoor in principe onafhankelijk van de diepte. Omdat de planten vrij drijven kunnen ze mee worden gevoerd door stroming en windwerking. Hierdoor komt kroos niet structureel voor op stromend water of midden op grote meren. In lange sloten en vaarten kan het voor-

komen dat de wind het kroos opdrijft. Bij het draaien van de wind kan het kroos zich verplaatsen, waardoor kroosdekken lokaal en tijdelijk kunnen zijn.

De kroossoorten concurreren met andere waterplanten. De meeste andere drijvende planten vormen uitlopers of wortelen in de bodem. Zij zijn daardoor minder gevoelig voor stroming en windwerking. Dat maakt het potentiële verspreidingsgebied van andere drijvende plantensoorten groter. Kroossoorten kunnen relatief weinig reservevoedsel opslaan. Ze zijn daardoor afhankelijk van een stabiele en voedselrijke situatie. Zij kunnen als volwassen plant geen langere perioden van voedselschaarste overleven. Onder voedselrijke situaties kan het kroos echter wel veel sneller groeien dan concurrerende drijvende waterplanten. Kroosplanten kunnen zich onder optimale omstandigheden in ongeveer 3 dagen verdubbelen (STOWA 92-10).

Voor de overleving van langere ongunstige perioden vormen de hogere planten “rustfronds”. Voor de overwintering worden speciale rustfronds gevormd die langere tijd in de waterbodem kunnen overleven. Deze worden turionen genoemd. De mossen en de varens overleven de winter in de vorm van sporen. Sommige kroossoorten zoals *Azolla*, *L. minor* en *L. minuta* kunnen korte lichte vorstperioden overleven en sterven mogelijk niet iedere winter volledig af waardoor zij vroeg in het groeiseizoen kunnen groeien.

Voor een uitgebreide beschrijving van de ecologie van kroossoorten zie S. Roovers (2005).

Vergeleken met de potentiële biomassa van ondergedoken waterplanten blijft de biomassa van kroos beperkt. Bij een beperkt nutriëntenaanbod kunnen waterplanten eerder de waterfase uitputten dan kroossoorten waardoor deze kroossoorten door hun afhankelijkheid van nutriënten in de waterfase in het nadeel zijn. Bij voldoende nutriëntenaanbod zijn kroossoorten weer in het voordeel omdat zij licht wegnemen van de ondergedoken planten. Op den duur kan het leiden tot sterfte van de ondergedoken vegetatie. Opvallend is dat na het baggeren van een watergang met een dominantie van ondergedoken waterplanten kroos vaak dominant wordt. Mogelijk dat bij baggeren de ondergedoken waterplanten zich lastiger herstellen dan het kroos. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat de waterplanten volledig worden afgevoerd terwijl het kroos vaak blijft liggen. In sommige situaties is het ook mogelijk dat het verwijderen van de baggerlaag als afdeklaag leidt tot een sterkere en voedselrijke kwelstroom. In veengebieden met kroosdekken kan baggeren door het verwijderen van de interne nalevering juist leiden tot watergangen zonder kroosdekken.

Het kroosdek op zich vormt natuurlijk weer een habitat voor zeer beperkte groepen nieuwe organismen, met soorten die het kroos als habitat gebruiken en soorten die kroos eten.

2.4 KROOS IN NEDERLAND

Van oorsprong komen er in Nederland de volgende soorten voor: klein kroos (*Lemna minor* L. (1753)), bultkroos (*Lemna gibba* Seem. Ex Kurz (1866)), puntkroos (*Lemna trisulca* L. (1753)), veelwortelig kroos (*Spyrodela polyrhiza* (L.) Schleid. (1839)) en wortelloos kroos (*Wolffia arrhiza* (L.) Harkel ex Wimm. (1857)). De sterrenkroos soorten hebben wel kroos in de Nederlandse naam maar het zijn geen echte kroossoorten. Het zijn ondergedoken waterplanten die in ondiep water drijfbladeren vormen die aan kroos doen denken. Problematiek en standplaatsfactoren van sterrenkroos zijn sterk afwijkend van de “echte” kroossoorten en worden hier daarom niet verder behandeld.

Het aantal kroossoorten in Nederland neemt echter toe. Omdat kroossoorten meestal voorkomen in voedselrijk water en snel kunnen groeien, biedt ons voedselrijke water een kans voor invasieve exoten. Zo is, sinds het begin van de 20^e eeuw, de grote kroosvaren (*Azolla filiculoides* Lam. (1983)) als invasieve soort Nederland vanuit Noord Amerika ingevoerd en is in grote delen van West-Nederland nu zeer algemeen. Omdat deze soort als fossiel in oude veenlagen is gevonden betreft het hier geen echte exoot. Rond dezelfde tijd is ook de kleine kroosva-

ren (*Azolla americana* C. Presl (1845) voor het eerst in Nederland waargenomen maar is altijd zeer zeldzaam gebleven. (Pot, 2003). Aan het eind van de jaren negentig werd Dwergkroos (*Lemna minuta* Kunth (1825)) op grote schaal waargenomen. Daarna zijn ook onder andere knopkroos (*Lemna turionifera* E.Landolt, (1975)) en smal kroos (*Landoltia punctata* (G. Mey.) Les & D.J.Crawford (1999)) gevonden. Kroosmos (*Ricciocarpos natans* (L.) Corda), de kleine vlotvaren (*Salvinia natans* (L.) All (1785)) en de grote vlotvaren (*Salvinia molesta* D. Mitch (1972)) zijn al langer in Nederland bekend maar komen op kleine schaal voor.

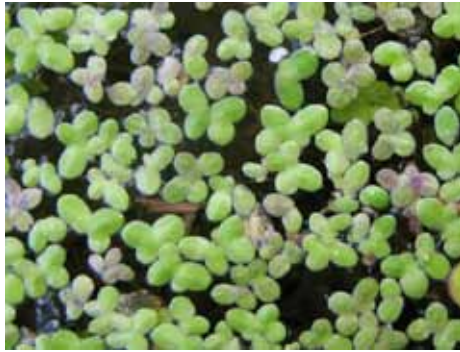
Hieronder is een verkorte determinatietabel opgenomen voor de meest voorkomende algemene soorten (Pot, 2003):

Schijfjes:

- Bijna bolrond schijfje van ongeveer één millimeter doorsnee, zonder wortel
→ *Wolffia arrhiza*
- Wortels aanwezig
 - Bundel wortels en onderkant meestal purperrood → *Spirodela polyrrhiza*
 - Onderzijde in zomer sponzig bleekgroen weefsel → *Lemna gibba*
 - Eivormige schijfjes van enkele mm doorsnede, soms ontbreekt een wortel maar is litteken zichtbaar, 3-5 vage nerfjes, schijfjes overlappend → *Lemna minor*
 - Schijfjes ronder dan *L. Minor*. Wortels naar verhouding dik en in schijfje altijd maar één nerf die in midden iets opbolt naar boven à *Lemna minuta*
 - Schijfjes puntvormig, drijft vlak onder wateroppervlak → *Lemna trisulca*
- Complexer
 - Mossen → *Ricciocarpos natans*
 - Kleine drijvende plantjes, blauwig groen, niet glimmend, in najaar verkleurend naar baksteenrood. → *Azolla filiculoides*

Jonge exemplaren van *L. gibba* of exemplaren uit minder voedselrijk water hebben geen schuimig opgeblazen onderzijde en zijn bijna niet van *L. minor* te onderscheiden. Daarom is in veel vegetatieopnamen de platte vorm van *Lemna* gedetermineerd als *L. minor/gibba*.

LEMNA MINOR (GRONTMIJ)



LEMNA GIBBA (GRONTMIJ)



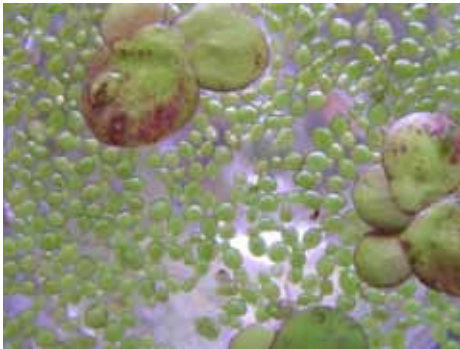
LEMNA MINUTA (GRONTMIJ)



SPIRODELA POLYRHIZA (GRONTMIJ)



WOLFFIA ARRHIZA (GRONTMIJ)



LEMNA TRISULCA (R. POT)



AZOLLA FILICULOIDES (GRONTMIJ)



LANDOLTIA PUNCTATA (R. POT)



RICCIOCARPOS NATANS (R. POT)



SALVINIA NATANS (R. POT)



3

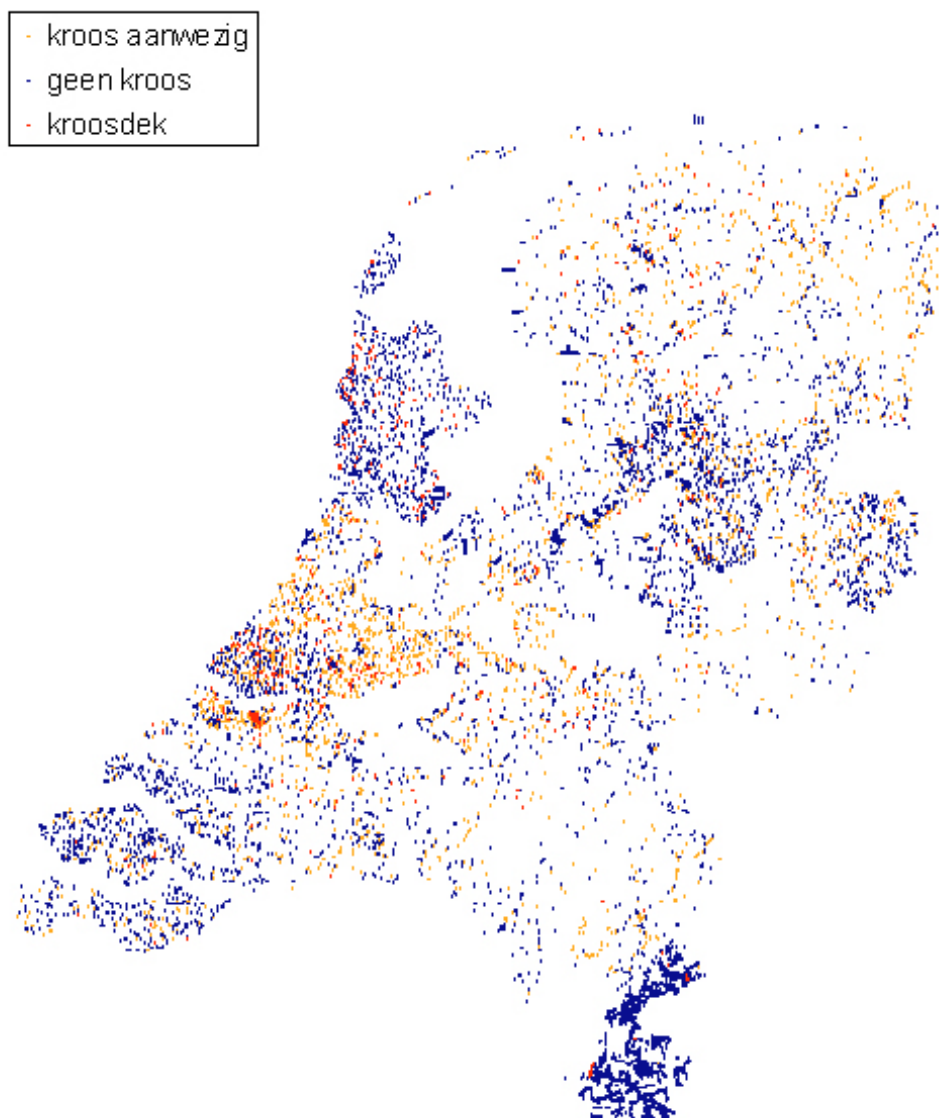
WAAR EN WANNEER KOMT KROOS VOOR?

3.1 GEOGRAFISCHE VERSPREIDING VAN KROOS EN KROOSDEKKEN IN NEDERLAND

In de Limnodata Neerlandica is een groot deel van de vegetatieopnamen van de waterbeheerders van het oppervlaktewater in Nederland verzameld. Deze dataset is voorbereid zoals uitgelegd in het intermezzo: “gebruik Limnodata Neerlandica) In figuur 4.1 is aangegeven in welke (voorgeselecteerde) opnamen geen kroos is aangetroffen, in welke kroos is aangetroffen zonder kroosdekken te vormen en in welke kroosdekken (bedekking >50%) zijn waargenomen.

FIGUUR 3.1

VERSPREIDING VAN KROOSWAARNEMINGEN IN NEDERLAND OVER DE PERIODE 1980-2008



In figuur 3.1 is te zien dat kroos in alle provincies wordt aangetroffen. Kroos kan dus overal in Nederland voorkomen. Van alle 40.232 vegetatieopnamen (periode 1960-2009) is in 23% van de gevallen één of meerdere kroossoorten waargenomen. In 2% van de opnamen was sprake van een kroosdek (bedekking meer dan 50%). Het zwaartepunt van de kroosdekken ligt in het westelijke en noordelijke deel van Nederland. In het heuvelachtige gebied van Zuid-Limburg is in het snelstromende water kroos nagenoeg afwezig. Gezien het feit dat de Limnodata Neerlandica over het algemeen grotere watergangen omvat (zie: “Intermezzo gebruik Limnodata Neerlandica”) en kroos voornamelijk in kleinere of smalle watergangen voorkomt, wordt het kroosvoorkomen in Nederland in deze dataset mogelijk onderschat.

Om na te gaan of de verspreiding van de kroossoorten en verschillende bedekkingen in de tijd is veranderd, zijn verspreidingskaarten gemaakt van verschillende perioden. Deze kaarten zijn opgenomen in bijlage 1. Bij de interpretatie van de kaarten is het belangrijk om het aantal gekleurde punten te vergelijken met het aantal grijze meetpunten waar geen kroos is gevonden. Er zijn namelijk meer recente dan oudere waarnemingen aanwezig in de database. Ook moet er rekening mee worden gehouden dat de gegevens niet volledig zijn.

Een duidelijk beeld in de tijd is niet eenvoudig af te leiden uit de beschikbare dataset. Voor sommige waterschappen zijn er in bepaalde tijdvakken geen waarnemingen beschikbaar.

De figuren B1-1 – B1-4 laten zien dat er meer waarnemingen van kroos zijn geregistreerd in het tijdvak 2002-2008. In tabel 3.1 is dit in tabelvorm weergegeven.

TABEL 3.1

TOTAAL AANTAL WAARNEMINGEN PER TIJDVAK

Tijdvak	totaal aantal waarnemingen	waarnemingen met kroos	percentage waarnemingen met kroos
1980 -1988	656	441	67%
1988 -1994	6422	1575	25%
1995 -2001	9593	3178	33%
2002-2008	7810	3913	50%

Duidelijk is wel dat de meeste krooswaarnemingen uit Noord- en Zuid-Holland komen met Zeeland en Noordoost-Nederland als goede tweede. Van de hogere zandgronden en Zuid-Limburg zijn minder kroosmeldingen bekend. De hoge/grote dichtheid van kroosmeldingen in Overijssel wordt veroorzaakt door de grote hoeveelheid meetpunten in de dataset.

Indien de kroossoorten apart worden bekeken, valt op dat *A. filiculoides* vooral in de lage delen van Nederland voorkomt met een hoge dichtheid in Noord- en Zuid-Holland. *L. gibba* lijkt zich het meest te concentreren in Zuid-Holland en het aangrenzende veengebied van Utrecht. Opvallend is, dat de oudere opnamen laten zien dat *L. gibba* in de jaren '80 meer landelijk verspreid was. Dit beeld wordt deels vertroebeld omdat in delen van Nederland *L. gibba* en *L. minor* samen zijn genomen, waardoor een deel van de *L. gibba* waarnemingen in de *L. gibba/minor* groep terecht is gekomen. Ook voor *L. gibba/minor* geldt dat het zwaartepunt in Noord- en Zuid-Holland ligt. Hier is blijkbaar de samenvoeging van beide groepen het meest gebruikt. *L. minor* is duidelijk een soort die veel meer verspreid voorkomt in Nederland. Het “gat” in de waarnemingen in Noord-Holland moet worden verklaard doordat alle *L. minor* waarnemingen in de *L. gibba/minor* groep zijn gekomen. *L. minuta* wordt pas na 2000 regelmatig waargenomen. Dit heeft te maken met het feit dat pas na 2000 *L. minuta* bij reguliere inventarisaties als nieuwe soort werd geregistreerd. Omdat *L. minuta* en *L. minor* erg op elkaar lijken is voor 2000 waarschijnlijk alle *L. minuta* als *L. minor* gedetermineerd. Uit gesprekken met medewerkers van waterschappen blijkt dat bij gericht zoeken er steeds meer *L. minuta* wordt gevonden. Waarschijnlijk worden nog steeds veel *L. minuta* voorkomens als *L. minor* gedetermineerd. De

kaart van *L. minuta* is waarschijnlijk meer indicierend voor de inspanning die wordt gelegd in het juist determineren van *L. minuta*.

L. trisulca is net als *L. minor* een soort die vrij verspreid door het land voorkomt. Rekening houdende met de totale hoeveelheid waarnemingslocaties is er geen duidelijk concentratiegebied van *L. trisulca* aan te wijzen.

S. polyrhiza wordt vooral gevonden in Zuid-Holland en in mindere mate in Noord-Holland en Friesland. Opvallend ten opzichte van de voorgaande kroossoorten is de afwezigheid in de provincie Zeeland. *W. arrhiza*, de kleinste kroossoort, komt bijna alleen voor in Zuid-Holland. Waarnemingen in andere provincies zijn erg schaars.

INTERMEZZO GEBRUIK LIMNODATA NEERLANDICA:

Als basis voor de verspreiding van kroossoorten en hun fysisch/chemisch voorkomen is de dataset van de Limnodata Neerlandica gebruikt. In deze dataset zijn zowel vegetatieopnamen als chemische analyses opgenomen. Locaties waar geen kroos is waargenomen zijn gelabeld als locaties zonder kroos en zijn bij de chemische analyses buiten beschouwing gelaten. Bij de verwerking van de vegetatieopnamen is uit de basisgegevens een bedekkingspercentage afgeleid. Opnamevormen, waaruit geen bedekkingspercentage kon worden afgeleid of berekend, zijn niet gebruikt. Bij vegetatieopnamen waarin geen kroos is waargenomen, is aangenomen dat de kroosbedekking nul is. Vervolgens is conform de KRW-methodiek de kroosbedekking omgezet in drie abundantieklassen:

- <5% bedekking,
- tussen 5 en 50% bedekking
- >50% bedekking.

De laatste categorie wordt in dit onderzoek beschouwd als kroosdek.

Vervolgens is er per jaar per monsterlocatie een bedekking per kroossoort berekend. Indien er meerdere waarnemingen per locatie per jaar bestaan, is de maximale bedekking per soort genomen. Voor de totale kroosbedekking is uitgegaan van de totale kroosbedekking per waarneming. Er zijn per locatie binnen één kalenderjaar geen opnames gecombineerd. Ook hier is de jaarlijkse maximale waarde gebruikt.

De chemische analyses zijn uitgewerkt voor die jaren en locaties waarbij een bepaalde kroossoort is waargenomen. Om hoge bedekkingen zwaarder te laten meewegen dan lage bedekkingen is in de statistische uitwerking gebruik gemaakt van gewogen gemiddelden. Hierbij tellen waarnemingen met een kroosdek van meer dan 50% 3 maal zo zwaar als bedekkingen van minder dan 5%. Waarnemingen tussen 5 en 50% tellen twee maal zo zwaar mee als kroosbedekkingen minder dan 5%.

Deze dataset betreft voor het grootste deel waarnemingen van de waterbeheerders. Over het algemeen betreft het de grotere watergangen in het watersysteem. Aangezien kroos meer voorkomt in smallere watergangen geeft deze dataset een systematische onderwaardering van het voorkomen van kroos in Nederland.

De dataset omvat waarnemingen tussen 1960 en 2000, waarbij de meeste waarnemingen na 1990 zijn gedaan. Omdat veel waterschappen een roulerend meetnet hebben, is het niet mogelijk om de verspreiding van de krooswaarnemingen per jaar uit te werken. Daarom zijn voor de verspreiding de tijdvakken: tot 1988, 1988-1994, 1995-2001 en 2002-2008 genomen. Deze indeling gaf de meeste informatie met betrekking tot veranderingen in de verspreiding van de kroossoorten over het land per tijdvak.

De dataset omvat gegevens van de waterschappen, provincies en Rijkswaterstaat (RWS). De gegevens van RWS omvatten voor het merendeel raaien uit rivieren en grote meren. Deze locaties zijn bijna allemaal in enkele aparte jaren opgenomen. Omdat ze geen van

alle kroos bevatten, beïnvloeden deze opnamen de betreffende periode sterk terwijl gegevens buiten deze periode deze beïnvloeding niet hebben. Dit uit zich bijvoorbeeld in een tijdgrafiek in een sterke daling in kroosdekken in het jaar waar deze waarnemingen voorkomen. Zonder deze waarnemingen zijn deze dalingen niet te zien. Daarom zijn de waarnemingen van RWS in de tijdsreeks analyse niet meegenomen. Het betreft bijna 16000 waarnemingen.

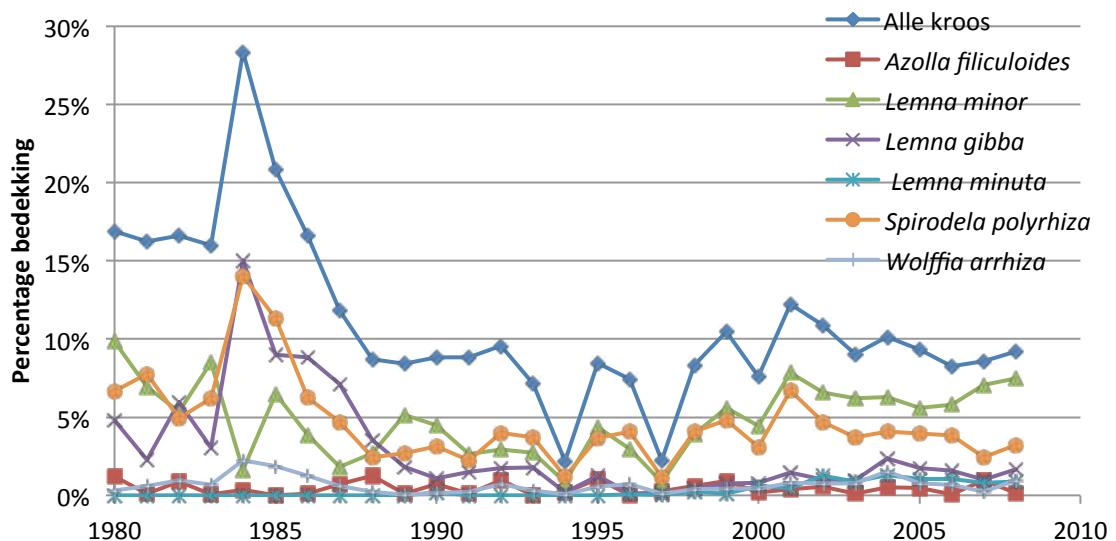
De dataset is niet altijd compleet. Soms ontbreken coördinaten. Deze gegevens zijn dan wel gebruikt voor de uitwerking per waterbeheerder (indien bekend) en overige statistische relaties maar niet voor de puntenplots op de kaart. Een groot aantal bemonsteringen staan in de dataset op 1 januari van het betreffende jaar. Van deze gegevens is aangenomen dat het jaartal klopt, maar de exacte datum onbekend is. Deze waarnemingen zijn wel gebruikt voor relaties met overige soorten en/of chemische parameters, maar niet voor verloop in de seizoenen.

3.2 LANGE TERMIJN TRENDS VOORKOMEN KROOS

De verspreidingskaartjes geven een indicatie van veranderingen van het voorkomen in de tijd. Omdat per tijdvak ook het aantal waarnemingen sterk varieert, is het erg lastig om uit die kaartjes lange termijn trends af te leiden. Daarom is ook de ontwikkeling in kroosbedekkingen uitgewerkt. Deze gegevens moeten met de nodige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd gezien het feit dat de monsterlocaties in aantal en locatie sterk variëren.

FIGUUR 3.2

GEMIDDELDE BEDEKKING VAN DE TOTALE KROOSBEDEKKING EN DE MEEST VOORKOMENDE SOORTEN



In figuur 3.2 zijn de gemiddelde bedekkingen van de verschillende kroossoorten per jaar weergegeven. De waarden zijn berekend op basis van de waarnemingen in de Limnodata Neerlandica met uitzondering van de opnamen uit de grote wateren van Rijkswaterstaat.

Deze figuur laat zien dat in de jaren '80 een sterke daling van het percentage kroosbedekking plaatsvindt. Enige voorzichtigheid bij de interpretatie van de data van vóór 1987 is geboden omdat het aantal waarnemingen voor 1987 erg beperkt is. Daarnaast is de geografische verspreiding van waarnemingen in de Limnodata Neerlandica erg onregelmatig. Zo zijn meer dan 60% van de gegevens van de jaren 1984 en 1985 (de piek in de kroosbedekking) afkomstig van de Hoogheemraadschappen Rijnland en Schieland, twee waterbeheerders waar relatief veel kroos voorkomt. Na 1987 (behalve de jaren 1994 en 1997) zijn de waarnemingen meer

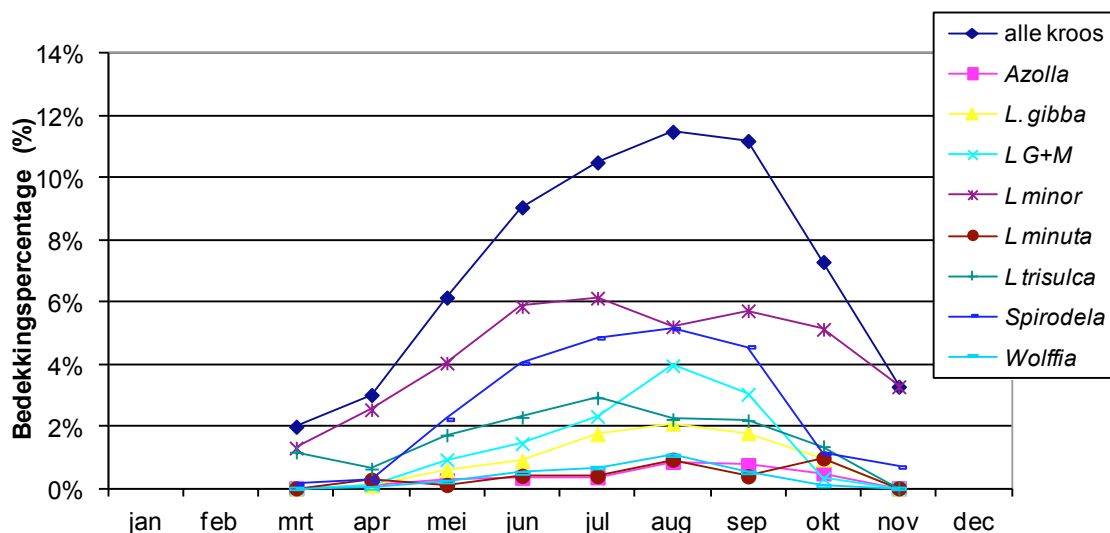
gespreid over Nederland. In de jaren 1994 en 1997 heeft het waterschap Roer en Overmaas zeer veel vegetatieopnamen gemaakt (ongeveer 2500). In deze twee jaren is 75% van de waarnemingen afkomstig van dit waterschap waar relatief heel weinig kroos voorkomt. Daardoor is de gemiddelde kroosbedekking in deze twee jaren veel lager. Over de periode 1990-2008 is er geen significante verandering van de totale kroosbedekking (p-waarde trendanalyse 0,23). De soorten *L. gibba*, *L. minor* en *L. minor* nemen over de periode 1995-2008 significant toe (p-waarden trendanalyses resp. 0,011, <0,01, <0,01). De toename van de bedekkingen gaan significante harder ($p < 0,01$) dan de afname in de *L. minor/gibba* groep. De afname in de *L. minor/gibba* groep wordt veroorzaakt omdat tegenwoordig weer onderscheid wordt gemaakt in *L. minor* en *L. gibba*. Na 2000 is de gemiddelde bedekking van *L. minuta* zelfs hoger dan de bedekking door *Azolla*.

In bijlage 2 zijn kaarten opgenomen waarbij per waterschap is aangegeven of er een significante daling of stijging (met behulp van trendanalyse) van de kroosbedekking per kroossoort over de laatste 15 jaar is waargenomen. Opvallend aan de kaarten in bijlage 2 is dat de kroosbeelden per waterschap sterk verschillen. Zowel in het binnenland als in de kustprovincies verschillen de trends per deelgebied. Dit beeld komt ook voor de afzonderlijke kroossoorten terug. De ontwikkelingen zijn niet te herleiden door middel van trends in de chemie. Vooralsnog is niet duidelijk waar deze kroostrends vandaan komen.

3.3 VOORKOMEN GEDURENDE HET JAAR

Van kroosdekken is bekend dat deze zich vooral in de zomermaanden ontwikkelen. In figuur 3.3 is dat ook duidelijk te zien. De gemiddelde kroosbedekking van alle waarnemingen loopt in het vroege voorjaar gestaag op en bereikt het maximum in juli, augustus en september, om in het najaar weer snel af te nemen. Er zijn onvoldoende (slechts 4) winterwaarnemingen om waarden te geven voor de wintermaanden. De enkele winterwaarnemingen bevatten alle (te) veel kroos en worden als atypisch beoordeeld. Deze waarnemingen bevatten alleen *L. minor* en *Spyrodela*. Daarom zijn deze waarnemingen niet in de onderstaande figuren opgenomen. Duidelijk is echter wel dat in sommige winters kroos en/of kroosdek aanwezig blijft.

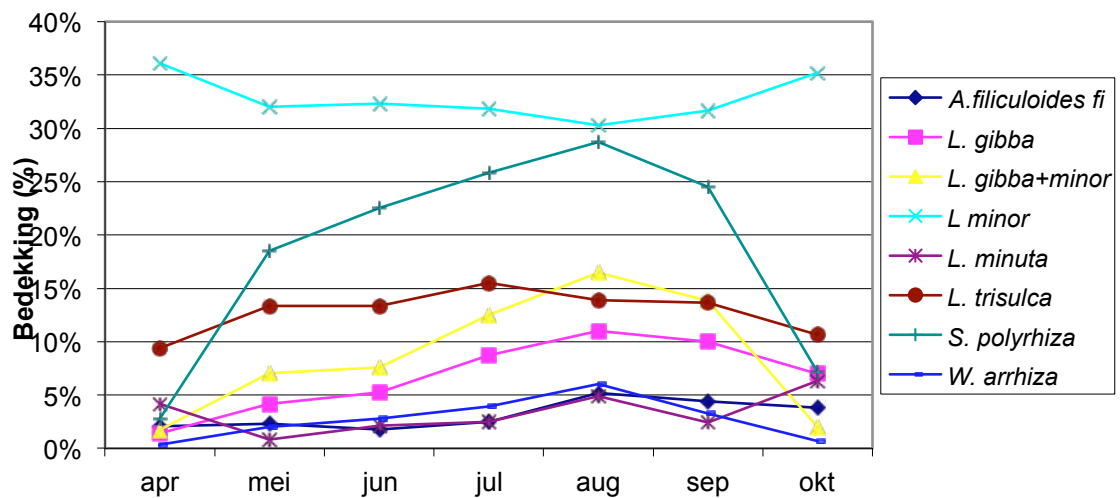
FIGUUR 3.3 GEMIDDELDE BEDEKKING VAN KROOS PER MAAND (PERIODE 1980-2008)



Het voorkomen van *L. minuta* is relatief klein ten opzichte van de overige waarnemingen, omdat de waarnemingen over 1980-2008 zijn gebruikt. Indien alleen de waarnemingen 2000-2008 worden verwerkt blijft het patroon identiek, alleen zijn de waarden van *L. minuta* ongeveer twee maal zo hoog.

Om na te gaan hoe de kroosverdeling is tussen de verschillende kroossoorten bij kroosdekken zijn alle waarnemingen met kroos geselecteerd. In figuur 4.4 is te zien hoe de bedekking van de verschillende soorten verloopt in het jaar in de opnamen met kroos. Indien kroos aanwezig is blijkt *L. minor* gemiddeld over het hele jaar de meest dominante soort te zijn. De meeste kroossoorten komen in kroosdekken even veel voor. *Spirodela* en in mindere mate *L. gibba* en *Wolffia* zijn soorten die ten opzichte van de andere soorten een zomerpiek kennen. Van de exoot *L. minuta* wordt gedacht dat die de winters in Nederland beter overleeft dan andere kroossoorten en daarmee een concurrentievoordeel heeft. Uit figuur 3.4 is dat niet af te leiden. Het voorkomen van *L. minuta* in het najaar stijgt licht, maar in het voorjaar is dat niet terug te vinden.

FIGUUR 3.4 GEMIDDELTE BEDEKKING VAN DE AFZONDERLIJK KROOSSOORTEN PER MAAND (PERIODE 1980-2008) BIJ HET VOORKOMEN VAN KROOS IN DE OPNAME



3.4 RELATIE TUSSEN KROOSVOORKOMEN, MORFOLOGIE EN SLIBDIKTE

De dataset van Limnodata Neerlandica betreft voor een groot deel waarnemingen van het hoofdwatersysteem. De smalle watergangen zijn ondervertegenwoordigd. Deze dataset omvat daarmee geen representatieve weergave van alle watergangen waarin kroos voorkomt. Omdat in de Limnodata Neerlandica informatie over de breedte van de watergang ontbreekt, is het bijna niet mogelijk om na te gaan of kroos meer voorkomt in smalle watergangen dan in brede watergangen. Daarom is gezocht naar een dataset waarmee wel de relatie tussen de grootte (breedte) van de watergang en het voorkomen van kroos is af te leiden. De gebruikte dataset die hiervoor is gebruikt, bestaat uit de inventarisatiegegevens die Grontmij heeft verzameld bij de uitvoering van de ECO-scan voor stedelijk water over de periode 1996-2004. In deze dataset zitten 1416 waarnemingen uit stedelijk gebied met min of meer stagnerend water. Deze opnamen omvatten een vlakdekkende inventarisatie van het stedelijk gebied; ieder openbaar water, hoe smal ook, is opgenomen in de dataset. In deze dataset is in het veld de kroosbedekking opgenomen. Doordat alle watergangen zijn geïnventariseerd was het mogelijk een goede relatie tussen de dichtheid van de kroosdekken en de breedte aan te geven.

In figuur 3.5 is de cumulatieve frequentieverdeling van de kroosbedekking weergegeven voor verschillende breedteklassen.

In deze figuur staat horizontaal het percentage kroosbedekking aangegeven en vertikaal het percentage watergangen. De figuur kan als volgt worden gelezen: Bij een waterbreedte minder dan 5 m heeft 55% van de watergangen een kroosbedekking van 50% of minder. Bij een waterbreedte van meer dan 15 meter heeft 95% van de watergangen een kroosbedekking van 50% of minder. In tabel 3.2 zijn de gemiddelde kroosbedekkingen per breedteklasse weergegeven.

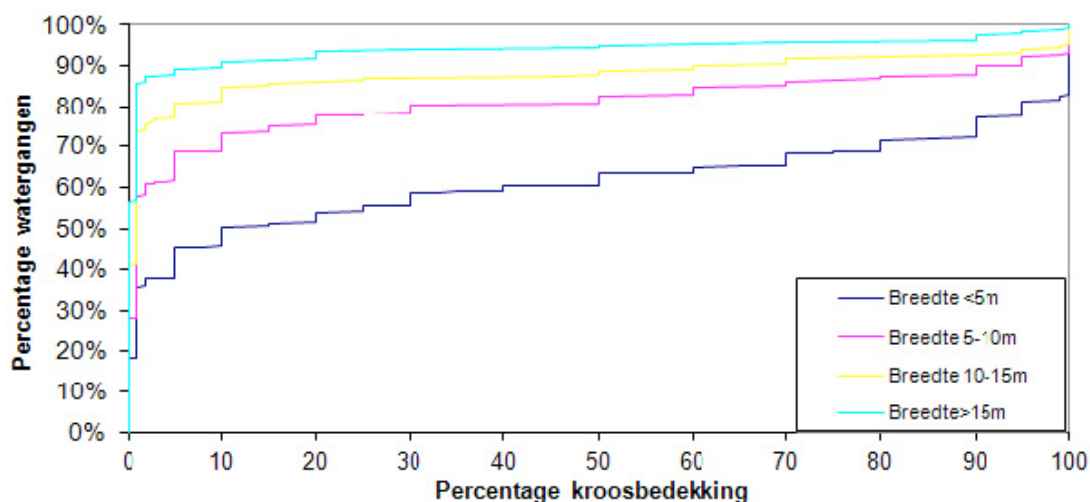
TABEL 3.2

GEMIDDELDE KROOSBEDEKKING BIJ VERSCHILLENDE WATERBREEDTE

klasse	Gemiddelde van % kroosdek
<=5 m breedte	36.1%
5-10m breedte	17.2%
10-15 m breedte	11.5%
>15 m breedte	7.2%

FIGUUR 3.5

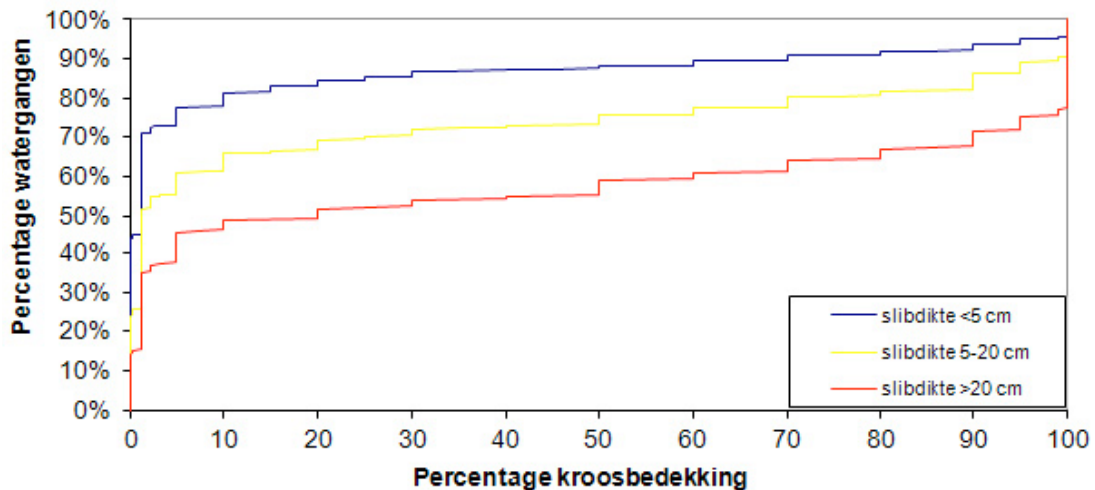
DE CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING VAN DE BEDEKKING VAN KROOS IN RELATIE TOT DE BREEDTE VAN DE WATERGANG



Naast het gegeven dat de gemiddelde kroosbedekking afneemt met de breedte (tabel 3.2) geeft de figuur ook aan bij brede watergangen de gemiddelde kroosbedekking lager is, maar ook dat er of nauwelijks kroos voorkomt, of dat de watergang bijna geheel is bedekt met kroos. Bij de smalle watergangen komen juist alle kroosbedekkingen voor.

De dataset geeft daarnaast ook een duidelijke relatie tussen de slibdikte en de kroosbedekking. In watergangen met een dunne sliblaag is duidelijk minder kroos aanwezig dan in watergangen met een dikke sliblaag. De dikte van de sliblaag suggereert een hogere eutrofiëringgraad en daarmee de vorming van kroosdekken. Tabel 3.3 geeft dan ook duidelijk aan dat de gemiddelde kroosbedekking toeneemt met de dikte van de sliblaag. De relatie tussen slibdikte en kroos is soortgelijk als die met de slibdikte. Bij een dunne sliblaag is er óf weinig kroos óf een volledige kroosbedekking. Bij dikke sliblagen komen alle tussenvormen voor.

FIGUUR 3.6 DE CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING VAN DE BEDEKKING VAN KROOS IN RELATIE TOT DE DIKTE VAN DE SLIBLAAG IN DE WATERGANG



TABEL 3.3 GEMIDDELDE KROOSBEDEKKING BIJ VERSCHILLENDE SLIBDIKTE

klasse	Gemiddelde van % kroosdek
slibdikte ≤ 5 cm	12.5%
slibdikte 5-20cm	23.1%
slibdikte > 20cm	39.4%

3.5 FYSISCH/CHEMISCHE WATERKWALITEIT EN AANWEZIGHEID KROOSSOORTEN

Voor de watergangen waarin kroos wordt aangetroffen en ook fysisch-chemische gegevens van bekend zijn, is afgeleid onder welke fysisch/chemische omstandigheden kroos voorkomt. De soorten *R. natans* en *S. natans* zijn niet meegenomen omdat het aantal waarnemingen van deze soorten te laag is. Uit deze Limnodata Neerlandica zijn alleen de chemische gegevens gebruikt van die jaren waarin ook de krooswaarneming is gedaan. Voor die jaren zijn zowel medianen als gemiddelden bepaald per jaar, zomerhalfjaar en winterhalfjaar berekend. Omdat hoge bedekkingen van kroos een hogere indicatieve waarde hebben voor de fysisch/chemische range van de betreffende soort dan waarnemingen met enkele exemplaren is gebruik gemaakt van een gewogen gemiddelde. Waarnemingen met een bedekking minder dan 5% tellen één maal mee, waarnemingen met een kroosbedekking tussen 5 en 50% tellen twee maal mee terwijl kroosdekken met een bedekking van meer dan 50% drie maal meetellen.

In tabel 3.4 zijn de medianen weergegeven van diverse chemische parameters. De volledige ranges van de chemische parameters zijn weergegeven in bijlage 3. Ter vergelijking zijn de chemische waarden uit de Limnodata van enkele veel voorkomende begeleidende (concurrerende) submerse soorten weergegeven: *Elodea nuttallii* (smalbladige waterpest), *Ceratophyllum demersum* (gedoórnd hoornblad) en *Potamogeton pectinatus* (schedefonteinkruid).

TABEL 3.4 MEDIANE JAARGEMIDDELTE CONCENTRATIE PER PLANTENSOORT

	Azolla	Lemna minor	Lemna gibba	Lemna minuta	Lemna trisulca	Spiro-dela	Wolffia arrhiza	Elodea nuttallii	Ceratophyllum demersum	Pot pectinatus
Algemene parameters										
pH (-)	7.9	7.5	7.7	7.7	7.6	7.7	7.8	7.7	7.8	7.9
EGV (mS/m)	110	64	97	87	95	99	97	82	103	119
Cl (mg/l)	122	67	106	94	92	97	100	85	114	150
SO ₄ (mg/l)	96	57	73	79	68	68	82	63	80	96
Doorzicht (m)	0.42	0.41	0.37	0.50	0.39	0.41	0.41	0.43	0.43	0.4
BZV (mg/l)	5	4	5	4	5	5	5	4	4	5
Ca (mg/l)	92	70	89	93	77	82	89	79	89	94
HCO ₃ (mg/l)	244	187	270	250	211	218	245	195	230	241
O ₂ % (%)	70	70	65	64	69	68	62	78	77	83
Eutrofiëringparameters										
o-P (mg P/l)	0.57	0.08	0.45	0.46	0.14	0.22	0.55	0.08	0.23	0.28
t-P (mg P/l)	0.79	0.25	0.72	0.66	0.36	0.44	0.80	0.24	0.44	0.51
NO ₃ (mg N/l)	0.83	0.87	0.97	0.93	0.49	0.82	0.87	0.7	0.61	0.6
NH ₄ (mg N/l)	0.34	0.39	0.53	0.29	0.39	0.40	0.48	0.34	0.38	0.34
KjN (mg N/l)	2.48	2.15	2.75	1.83	2.69	2.50	2.52	2.12	2.42	2.43
t-N (mg N/l)	4.42	3.45	4.05	3.49	3.45	3.89	4.05	3.25	3.74	3.71
Chlorofyl (µg/l)	43	25	44	31	33	33	46	26	37	44

Voor de algemene parameters vormt *L. minor* een uitzondering. Door het vergelijken van de verspreidingskaartjes werd al duidelijk dat *L. minor* meer verspreid door Nederland voorkomt dan de andere kroossoorten. Aangezien de wateren die meer landinwaarts gelegen structureel lagere concentraties chloride, sulfaat, calcium en bicarbonaat hebben, was de verwachting dat mediane concentraties voor deze stoffen voor *L. minor* duidelijk lager liggen. Uit de gegevens in bijlage 3 komt naar voren dat de range van chemische parameters voor *L. minor* veel groter is. Voor *L. trisulca* bestaat een vergelijkbare situatie. Ook deze soort heeft een brede verspreidingsrange en komt verspreid voor door heel Nederland. De verspreidingskaartjes uit bijlage 1 geven echter aan dat het zwaartepunt van deze soort meer in de hardere en chloride rijkere wateren in de kuststreek ligt.

Azolla heeft zijn zwaartepunt in de chloride rijkere wateren en is afwezig in chloride arm water. *L. gibba* springt er uit wat betreft het bicarbonaat gehalte. Meer dan 75% van de waarnemingen komen uit hard water (>200 mg HCO₃⁻). Verder blijkt dat bij meer dan 90% van alle krooswaarnemingen de zuurstofverzadigingswaarde onder de 100% ligt. Er is dus bij het voorkomen van kroos bijna altijd een zuurstoftekort. Echte diepe zuurstoftekorten zijn echter zeldzaam. Slechts in 0,5% van de waarnemingen wordt een zuurstofgehalte van minder dan 2 mg O₂/l gemeten. De ondergedoken waterplanten komen gemiddeld in veel zuurstofrijker water voor.

Voor wat betreft de eutrofiëringparameters blijkt dat de meeste kroossoorten onder zeer tot extreem voedingsstoffenrijke condities voorkomen. *Azolla*, *L. gibba*, *L. minuta* en *Wolffia* zijn duidelijke soorten uit sterk fosfaatrijk water. Hun medianen liggen boven 0,5 mg t-P/l terwijl de KRW norm voor sloten op 0,22 mg P/l ligt. *L. minor* en *L. trisulca* zijn soorten van minder fosfaatrijk water waarbij (medianen resp. 0,22 en 0,36 mg P/l) *L. minor* ook niet in zeer

fosfaatrijk water voorkomt. Dit kan er op duiden dat bij zeer hoge totaal fosfaatconcentraties *L. minor* wordt weggeconcentreerd. *Spirodela* neemt onder de kroossoorten voor fosfaat een tussenpositie in.

Met betrekking tot stikstof zijn de verschillen tussen de soorten kroos minder helder. Er worden bijna geen kroossoorten aangetroffen in wateren die onder de KRW-norm voor sloten (2,4 mg N/l) blijven. *Azolla*, *L. gibba*, *Spirodela* en *Wolffia* zijn soorten die ook bij een zeer hoog totaalstikstof worden aangetroffen. *L. gibba* komt vooral voor bij hoog Kjeldahl-N en ammonium. *L. gibba* lijkt hiermee een soort van degenererend veen. Het voorkomen van *Azolla* gaat vaak gepaard met hoog nitraat en laag ammonium gehalte. De soort lijkt hiermee op basis van zijn fysisch/chemisch gegevens zijn optimum in niet-degenererend brakwater veen te hebben. Nader onderzoek naar de mate waarin deze conclusies kloppen met veldsituatie is wenselijk. *L. minor* en *L. minuta* onderscheiden zich van de andere soorten kroos omdat zij niet bij extreem hoge concentraties totaal stikstof voorkomen. *L. minor* doet het goed in minder eutroof water. *L. minuta* lijkt meer een voorkeur te hebben voor nitraat als dominante stikstof vorm en dat suggereert een voorkeur voor meer minerale bodems. In organische bodems is het nitraatgehalte structureel lager omdat daar de verwijdering van nitraat door denitrificatie veel sterker is. *L. trisulca* komt wel bij hogere stikstofconcentraties voor, al prefereert *L. trisulca* van alle kroossoorten de laagste nitraat concentraties. *L. trisulca* lijkt hiermee op meer gereduceerde bodems voor te komen. Dit gaat echter niet gepaard met lagere concentraties zuurstof in het water.

De drie soorten ondergedoken waterplanten die vaak voorkomen in combinatie met kroos blijken bijna dezelfde chemische range te vertonen als die van de meeste kroossoorten. Dit suggereert dat waterchemie in veel gevallen niet de meest bepalende component is in de concurrentie tussen ondergedoken waterplanten en kroos: Er lijken meer factoren een rol te spelen bij het al dan niet voorkomen van kroos. Dit betekent ook dat terugdringing van de eutrofiëring als enige maatregel niet altijd volstaat

Bij ondergedoken waterplanten blijken de wintergemiddelden het meest indicatief te zijn voor de plantenassociaties van ondergedoken waterplanten (Arts et al, 2007). Daarom is nagegaan of de zomer- en wintergemiddelde concentraties betere correlaties geven met het voorkomen van kroossoorten jaargemiddelden of zomergemiddelden. Dit blijkt niet zo te zijn. In alle gevallen vertoonden de zomer en winterwaarden de dezelfde jaarfluctuaties. De variaties in zomer en winterwaarden waren wel kleiner dan in systemen met veel ondergedoken waterplanten.

De in bijlage 3 getoonde figuren geven aan dat de spreiding in de chemie per kroossoort over heel Nederland vrij groot is. In bijlage 4 zijn de mediane waarden van de concentraties van stikstof en fosfaat per waterbeheerder in kaartvorm weergegeven. Opvallend is dat er per soort extreme variaties in gemiddelden voorkomen over het land. Deels wordt dat veroorzaakt doordat het aantal waarnemingen per deelgebied terugloopt waardoor de kans op extremen toeneemt. Het gemiddelde beeld is echter dat de kroosvoorkomens in de kustprovincies gepaard gaan met hogere fosfaatconcentraties dan in het binnenland. Voor stikstof is het beeld omgekeerd. Daar zijn de stikstofconcentraties in het binnenland juist hoger. Dit beeld is geheel consistent met de gemiddelde algemene verschillen in chemische waterkwaliteit tussen de kuststrook en het binnenland. Het binnenland wordt meer gedomineerd door veel nitraat (in zeer hoge concentraties) en lagere fosfaat concentraties, terwijl de kust-

strook juist meer fosfaat bevat. Dit betekent dat nutriëntenconcentraties niet de belangrijkste randvoorwaarden zijn voor het voorkomen van kroos. Andere randvoorwaarden (morfologie expositie) zijn ook belangrijke componenten.

3.6 VOORKOMEN KROOS IN COMBINATIE MET ANDERE WATERPLANTEN

Hoewel vaak wordt aangenomen dat het voorkomen van kroos leidt tot het afsterven van ondergedoken waterplanten blijkt dat bij opnamen waarbij kroos voorkomt vaak ook andere soorten waterplanten voorkomen. Er zijn in totaal 9186 opnamen met kroos in de Limnodata Neerlandica aanwezig. Tabel 3.5 geeft weer in hoeveel gevallen de betreffende kroossoort is aangetroffen.

TABEL 3.5

AANTAL OPNAMEN MET VOORKOMEN VERSCHILLENDE KROOSSOORTEN

	aantal voorkomens	Aanwezigheid soort
<i>Azolla filiculoides</i>	557	6%
<i>Lemna gibba</i>	1328	14%
<i>Lemna gibba</i> + <i>Lemna minor</i>	1853	20%
<i>Lemna minor</i>	6094	66%
<i>Lemna minuta</i>	567	6%
<i>Lemna trisulca</i>	2943	32%
<i>Ricciocarpos natans</i>	8	0%
<i>Salvinia natans</i>	3	0%
<i>Spirodela polyrhiza</i>	4846	53%
<i>Wolffia arrhiza</i>	690	8%

Kroossoorten komen zelden alleen voor. Meestal komen meerdere kroossoorten voor. Tabel 3.6 geeft aan hoe vaak een kroossoort wordt aangetroffen in combinatie met een andere soort. In deze tabellen zijn weer gewogen gemiddelden weergegeven. Een kroosdek van meer dan 50% telt 3 maal mee, een dek tussen 5 en 50% telt twee maal mee. De soorten *R. natans* en *S. natans* die in hoofdstuk 2 zijn genoemd zijn niet weergegeven omdat hun voorkomen te laag is.

Uit tabel 4.3 blijkt dat *L. minor* de meest voorkomende soort is, met *Spirodela* als goede tweede. *Azolla* komt over de periode 1980-2008 bijna net zoveel voor als *L. minuta*. Over de periode 2000-2008 waarin *L. minuta* correct is gedetermineerd overtreft het voorkomen van *L. minuta* dat van *Azolla*.

L. minor is een soort die relatief vaak alleen voorkomt. Dit heeft mogelijk te maken met de veel grotere geografische en chemische verspreiding van *L. minor* ten opzichte van de andere kroossoorten. Alleen *Spirodela* is een soort die vaak voorkomt samen met *L. minor*.

Spirodela zelf is de soort die zelf het meest voorkomt in combinatie met andere kroossoorten. In tabel 3.6 is in een tabel aangegeven welke soorten in combinatie voorkomen. In de linker kolom staat de soort die in de opnamen als eerste aanwezig moet zijn. De kolom boven in geeft aan welke soort als begeleider voorkomt. Voor *Azolla* geldt dat in 23% van de *Azolla* voorkomens ook *Lemna gibba* voorkomt. Omgekeerd komt bij *Lemna gibba* in 10% van de gevallen ook *Azolla* voor.

TABEL 3.6 VOORKOMENS KROOSSOORTEN IN COMBINATIE MET ANDERE KROOSSOORTEN. VOORKOMENS ZIJN GEWOGEN GEMIDDELD. ZWARE KROOSDEKKEN TELLEN DRIE MAAL ZO ZWAAR ALS LICHTE KROOSDEKKEN

	Azolla filiculoides	Lemna gibba	Lemna gibba + Lemna minor	Lemna minor	Lemna minuta	Lemna trisolca	Spirodela polyrhiza	Wolffia arrhiza
Kroos aanwezig	7%	17%	24%	63%	6%	34%	57%	10%
Azolla filiculoides	100%	23%	57%	32%	9%	39%	66%	20%
Lemna gibba	10%	100%	18%	45%	7%	37%	63%	26%
Lemna gibba +L. minor	18%	13%	100%	1%	6%	44%	79%	18%
Lemna minor	4%	12%	1%	100%	4%	29%	50%	6%
Lemna minuta	12%	21%	26%	40%	100%	17%	53%	23%
Lemna trisolca	7%	18%	28%	56%	3%	100%	60%	9%
Spirodela polyrhiza	8%	19%	30%	57%	6%	37%	100%	13%
Wolffia arrhiza	17%	47%	44%	41%	16%	37%	79%	100%

Kroossoorten komen ook vaak voor in combinatie met andere waterplanten. In 40% van de krooswaarnemingen worden ook andere drijfplanten waargenomen. In 91% van de opnamen met kroos worden ook ondergedoken waterplanten waargenomen. Er komen in totaal 56 soorten overige drijfplanten of submerse planten voor in combinatie met kroossoorten, veelal in erg lage bedekkingen. In tabel 3.7 zijn de ondergedoken waterplanten weergegeven die voorkomen bij kroosbedekkingen van meer dan 10%. Daarbij zijn alleen die soorten geselecteerd die in meer dan 10% van de gevallen in combinatie met kroos worden waargenomen. Zoals verwacht betreft het voornamelijk soorten uit voedselrijk milieu (zie ook tabel 3.3). Hiervan zijn grof hoornblad en smalbladige waterpest de duidelijkst voorbeelden. Opvallend is het voorkomen van sterrenkroos in combinatie met de “gewone” kroossoorten. De sterrenkrozen komen over het algemeen minder op veengronden voor terwijl de overige kroossoorten juist veel voorkomen in veengebieden (Pot, 2003). Uit de gegevens van Limnodata Neerlandica blijkt dat sterrenkroos gemiddeld bij lagere nutriëntenconcentraties voorkomen dan de kroossoorten, schedefonteinkruid en grof hoornblad.

TABEL 3.7 VOORKOMENS KROOSSOORTEN IN COMBINATIE MET ANDERE WATERPLANTEN

	Callitriche spec.	Ceratophyllum demersum	Draadalgen /flab	Elodea nuttallii	Hydrocharis morsus-ranae	Potamogeton pectinatus	Potamogeton pusillus
Alle kroossoorten	16%	28%	21%	29%	8%	11%	8%
Azolla filiculoides	16%	22%	20%	20%	3%	5%	0%
Lemna gibba	7%	29%	21%	19%	4%	8%	5%
Lemna gibba +L. minor	17%	40%	25%	30%	5%	11%	9%
Lemna minor	6%	33%	36%	24%	3%	14%	11%
Lemna minuta	22%	24%	14%	32%	10%	8%	6%
Lemna trisolca	10%	37%	31%	40%	14%	12%	15%
Spirodela polyrhiza	13%	37%	23%	34%	11%	11%	9%
Wolffia arrhiza	2%	36%	26%	18%	7%	3%	5%

4

KROOS EN CHEMISCHE WATERKWALITEIT

4.1 ONTWIKKELING SUBMERSE WATERPLANTEN VERSUS KROOS

Uitgaande van een voedselarme situatie komen er bijna alleen ondergedoken waterplanten of wortelende drijfplanten voor. Als de voedselrijkdom toeneemt, groeit de waterlaag voller met waterplanten. In de zomersituatie zullen de planten alle nutriënten uit het water kunnen halen. De concurrentie gaat in dit stadium om nutriënten in de waterfase. Er blijven bijna geen nutriënten meer over voor kroos of algen. In de meest extreme vorm is de gehele waterfase van bodem tot wateroppervlak dichtgegroeid en wordt de hoogst haalbare biomassa behaald.

Bij verdere eutrofiëring zijn nutriënten geen concurrentiefactor meer en de waterplanten groeien direct naar het oppervlak en proberen zoveel mogelijk licht te krijgen. De meest bepalende concurrentiefactor is licht. De totale biomassa neemt af omdat de onderlaag wordt beschaduwd. In deze situatie kunnen de waterplanten in de zomer niet meer alle nutriënten uit de waterfase opnemen waardoor ook in de zomer de nutriëntenconcentratie hoog blijft. In dit stadium kunnen zich kroosplanten gaan ontwikkelen. De totale biomassa neemt af omdat niet meer de gehele waterlaag is dichtgegroeid.

Bij nog verdergaande eutrofiëring kunnen kroos of algen zich massaal ontwikkelen. Deze beschaduwden de ondergedoken waterplanten waardoor de groei belemmerd wordt of zelfs kunnen afsterven. De maximale biomassa van deze drijfslaag is nog ongeveer een zesde van de maximale biomassa die wordt bereikt als de gehele waterlaag verticaal is begroeid (Bloemendaal en Roelofs, 1988).

4.2 INVLOED VAN KROOSDEKKEN OP WATERKWALITEIT

Het meest duidelijke effect van kroosdekken zit in het feit dat een volledig kroosdek het water volledig bedekt. Hierdoor kunnen licht en zuurstof niet meer doordringen in het water.

Bij ontbreken van licht stoppen alle fotosynthetiserende processen waardoor alle van fotosynthese afhankelijke organismen afsterven. Onder het kroosdek vindt dan geen productie meer plaats maar enkel nog respiratie (afbraak).

Het afdekken van het wateroppervlak zorgt er ook voor dat de diffusie van zuurstof vanuit de lucht sterk wordt gereduceerd. De aanwezige zuurstof onder het kroosdek wordt gebruikt voor ademhaling van de eronder levende organismen, voornamelijk bacteriën. Hierdoor is het water onder dichte permanente kroosdekken meestal (bijna) zuurstofloos. Het zuurstofloos worden van het water heeft een aantal gevolgen voor de chemie:

- nitrificatie stopt, ophoping van ammonium;
- versnelde denitrificatie van het nitraat;
- reductie van geoxideerd ijzer (III) tot ijzer (II) in de toplaag;
- reductie van sulfaat in grensvlak water/bodem tot sulfides.

Deze processen leiden weer tot een verdere eutrofiëring en weer tot een verdere uitbreiding van kroosdekken waarmee het kroosdek een stabiele toestand wordt.

De verstoorde ijzer/zwavel huishouding heeft ernstige gevolgen voor de ecologie. Onder aerobe omstandigheden zit een groot deel van het in de bodem aanwezige fosfaat gebonden aan ijzer (III). IJzer (II) kan veel minder fosfaat binden dan ijzer (III). Bij de overgang van ijzer (III) naar ijzer (II) komt fosfaat vrij. Dit proces is reversibel. Bij toevoer van zuurstof wordt het ijzer (II) weer omgezet naar ijzer (III) en wordt het fosfaat weer gebonden.

Bij zuurstofloze omstandigheden wordt sulfaat omgezet tot sulfide (S^{2-}). Het sulfide reageert met ijzer (II) tot ijzersulfide (FeS). Dit ijzersulfide is vrij stabiel. Ook onder zuurstofrijke omstandigheden duurt het enige tijd voordat het ijzersulfide weer wordt geoxideerd tot ijzer (III) en sulfaat. De lokale omstandigheden bepalen hoe groot het negatieve ecologische effect is. Indien er meer sulfaat aanwezig was (marine invloed of inlaat sulfaatrijk water) dan ijzer, wordt niet alle gevormde sulfide weggevangen en kan in de waterfase terecht komen. In deze vorm is het toxisch voor dieren en de meeste planten. Daarnaast wordt wel al het aanwezige ijzer weggevangen in FeS , waardoor er ook nog een ijzergebrek optreedt. In gevallen waarbij er veel ijzer aanwezig is (ijzerrijke kwel) is er zoveel ijzer aanwezig dat al het sulfide wordt weggevangen.

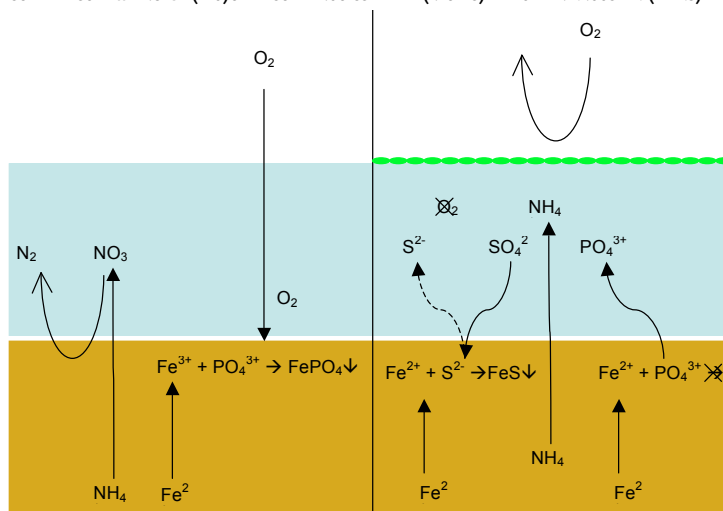
Als onder door de vorming van een kroosdek anaerobe optreedt, komt er toch fosfaat vrij omdat het al aan ijzer (III) gebonden fosfaat bij de overgang van ijzer (III) naar ijzer (II) weer vrijkomt. In dergelijke gevallen is er geen sprake van de bijkomende toxische problemen door sulfide vorming omdat het gevormde sulfide zich direct bindt aan ijzer.

De ijzer/fosfaat verhouding in het poriewater is een goede maat gebleken voor het vrijkomen van fosfaat in de bodem. Bij een verhouding van 1,5:1 (gr/gr) vindt er geen nalevering van fosfaat uit de bodem plaats. Indien er meer dan 1,5 maal zoveel fosfaat dan ijzer in het poriewater voorkomt vindt er wel nalevering van fosfaat plaats. Door de vorming van sulfide in de bodem daalt de ijzerconcentratie in het poriewater. Bij verharding van het water wordt de mineralisatiesnelheid groter en komt er meer fosfaat vrij in het poriewater. In beide gevallen daalt de verhouding Fe/PO_4^{3-} . Deze processen zijn belangrijker dan de totale hoeveelheid P in de bodem. De poriewaterconcentratie is het meest indicatief. Ook de totaal concentraties ijzer, zwavel en fosfaat blijken indicatief voor de nalevering van fosfaat. Bij een ijzer/zwavel verhouding in het sediment kleiner dan 1,5 (gr/gr) vindt er nalevering van fosfaat plaats. Ook bij een totaal ijzer/totaal fosfaat verhouding kleiner dan 15 (gr/gr) vindt nalevering van fosfaat plaats.

Dit sulfaatreductieproces is een proces dat in mindere mate ook speelt in veengebieden zonder kroosdekken.

FIGUUR 4.1

SCHEMATISCHE WEERGAVE (BIO)CHEMISCHE PROCESSEN MET (RECHTS) EN ZONDER KROOSDEK (LINKS)



5

WET- EN REGELGEVING TEN AANZIEN VAN KROOSVERWIJDERING

5.1 INLEIDING

Waterschappen hebben de verwijdering van kroos niet vastgelegd in de Keur, want de gangbare Nederlandse varianten van kroos belemmeren over het algemeen de doorstroom in watergangen niet. Voor zover dat wel het geval is wordt het kroos op de knelpunten mechanisch verwijderd. Over het gebruik van kroos als veevoer of mest bestaat geen wet- en regelgeving.

Toch wordt kroos verwijderd als waterkwaliteitsmaatregel die volgt uit gevoerd beleid om te voorkomen dat ondergedoken waterplanten ‘in het donker komen te zitten’ en het water zuurstofloos wordt. Het verwijderde kroos kan vervolgens hergebruikt worden. Bij de toepassing van kroos voor specifieke doeleinden is wel regelgeving van toepassing.

In dit hoofdstuk wordt nader ingegaan op beleid en regelgeving met betrekking tot kroos. Daarna worden drie voorbeelden uitgewerkt: kroos als groene bemester op landbouwgrond, kroos als eiwitbron in krachtvoer en kroos als zuiveraar.

5.2 BELEID

Een telefonische enquête onder de waterschappen van laag Nederland (zie bijlage 5) geeft aan dat er weinig formeel beleid is met betrekking tot het verwijderen van kroos. HHSK hanteert een beslisboom om te bepalen wanneer ze tot kroosverwijdering overgaat. WSRL heeft protocol HHSK aangepast en opgenomen in beleid plaagsoorten.

De meeste waterschappen beschouwen kroos niet als een ernstig probleem indien het kroos de waterdoorvoer niet belemmert. Dit betekent dat alleen bij ophoping voor gemalen structureel kroos wordt verwijderd. Kroos wordt vaak gezien als een plant die groeit door voedselrijk water, en is daarmee een natuurlijk gevolg. Er wordt in de praktijk bijna nooit kroos verwijderd om het ecologisch functioneren van de sloot te verbeteren.

Opvallend is dat de meeste waterbeheerders een passief beleid hebben ten aanzien van kroosverwijdering. Indien er klachten zijn wordt tot kroosverwijdering overgegaan. Die klachten komen bijna altijd uit het stedelijk gebied. Stankklachten zijn meestal leidend om tot verwijdering over te gaan. Vaak wordt vermeld dat bewoners in het buitengebied kroos zien als een natuurlijk fenomeen en geen reden geeft tot klachten. Ook wordt gezegd dat mensen die niet gewend zijn aan kroosdekken hebben sneller de neiging om de aanwezigheid van kroosdekken als klacht te melden.

In bijlage 5 zijn de verslagen van de enquêtes weergegeven.

5.3 REGELGEVING

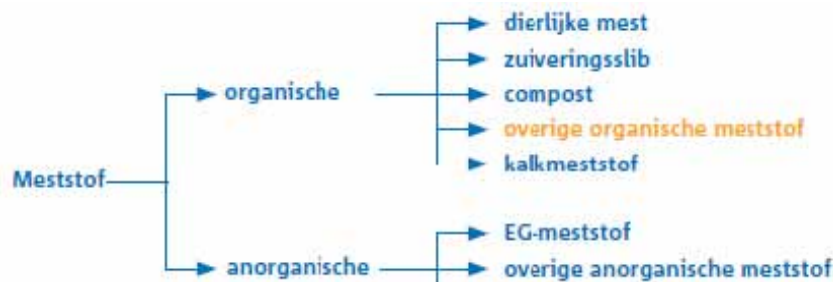
Er bestaat nauwelijks regelgeving ten aanzien van het verwijderen van kroos. Op basis van de Keur kan worden afgedwongen kroos te verwijderen indien de ophoping van kroos tot problemen bij de waterdoorvoer leidt. Op kritische punten met betrekking tot de waterafvoer, bijvoorbeeld bij gemalen, wordt kroos met behulp van krooshekken en automatische kroosverwijdering verwijderd.

Ten aanzien van ecologisch functioneren, bestaat er geen regelgeving op basis waarvan kroos moet worden verwijderd. De KRW biedt in de praktijk ook weinig aanleiding tot het actief verwijderen van kroos. De meeste KRW-waterlichamen zijn zo groot dat kroos zelden tot problemen leidt. Indien dit wel zo is, is eutrofiëring het kernprobleem en wordt het kroosprobleem via reductie van de eutrofiëring benaderd en niet via verwijdering van kroos.

Voor hergebruik van kroos zijn er uiteraard wel normen. Indien kroos wordt gebruikt als grondstof voor veevoeder moet het voldoen aan de normen voor de warenwet en de veiligheidsnorm (Directive 2002/32/EC; <http://eur-lex.europa.eu>). Een verdere uitweiding met betrekking tot de regelgeving over het hergebruik van kroos is weergegeven in de Vreede(2012).

5.4 KROOS ALS GROENE BEMESTER

Wanneer kroos gebruikt wordt om over het land uit te rijden als bemester is dit een organische meststof en valt in de regelgeving onder de noemer 'overige organische meststof'. (zie onderstaande figuur).



Bij het gebruik van 'overige organische meststoffen' op landbouwgrond, is het gebruiksnormenstelsel van toepassing (vervangt sinds 1 januari 2006 de Minas). De hoeveelheid te gebruiken overige organische meststoffen is onbeperkt zolang het gebruik past binnen het gebruiksnormenstelsel. Overige organische meststoffen tellen niet mee voor de gebruiksnorm dierlijke mest maar wel voor de stikstofgebruiksnorm en de fosfaatgebruiksnorm. Daarbij telt de hoeveelheid stikstof voor 50% mee (de werkingscoëfficiënt is 50%) en fosfaat voor 100%. Er zijn regels voor het uitrijden van overige organische meststoffen: Het hele jaar mogen overige organische meststoffen gebruikt worden op landbouwgrond zolang de overige organische meststoffen gelijkmatig over het perceel verspreid worden. Het is niet toegestaan om overige organische meststoffen te gebruiken op natuurterrein of op overige grond. Overige organische meststoffen mogen alleen gebruikt worden als ze voldoen aan de verhandelingsisen.

Overige organische meststoffen, of een mengsel met overige organische meststoffen, mogen niet gebruikt worden:

- op weideland: tijdens de beweidingperiode;
- op grond die wordt gebruikt voor de teelt van voedergewassen minder dan drie weken voor de oogst;
- op grond die wordt gebruikt voor groente- of fruitaanplant, met uitzondering van fruitbomen: tijdens de groeiperiode van de groente of het fruit;
- op grond die is bestemd voor de teelt van groenten of vruchten die in rechtstreeks contact met de bodem staan en rauw worden geconsumeerd: minder dan tien maanden voor de oogst en ook niet tijdens de oogst;
- als de bovenste bodemlaag is verzadigd met water;
- van 1 september tot en met 31 januari als de bodem tegelijkertijd bevoleet, beregend of geïnfilteerd wordt;
- op grond met een hellingspercentage van zeven of meer als de grond is aangetast door geulenerosie;
- op niet-beteelde grond met een hellingspercentage van zeven of meer;
- op bouwland met een hellingspercentage van achttien procent of meer.

5.5 KROOS IN KRACHTVOER

Eendenkroos is rijk aan eiwit en kan soja vervangen als eiwitbron in krachtvoer (veevoer). Kroos kan geoogst worden in diverse oppervlaktewateren in landelijk of stedelijk gebied. De samenstelling en kwaliteit van kroos kunnen sterk verschillen en is daarmee geen risicoloos product. De Animal Sciences Group (ASG, onderdeel van Wageningen Universiteit & Researchcentrum) doet onderzoek naar de toepasbaarheid van kroos in veevoer. Zij troffen in het kroos geen E. coli, botulisme, salmonella en paratuberculose aan. Ze vergeleken kroos en gras met elkaar wat betreft zware metalen en keken ook naar veiligheidsnormering. De gehalten zink (Zn), Chroom (Cr) en Nikkel (Ni) zijn in kroos duidelijk hoger dan in gras, maar blijven wel binnen de veiligheidsnorm (zie tabel 5.1).

TABEL 5.1

UIT 'EENDENKROOS NU OOK VOOR DE KOE' VAN ING. GERTJAN HOLSHOF EN IR. IDSE HOVING VAN ASG.V-FOCUS, JUNI 2008

Concentratie (mg/kg ds)	Krachtvoer	Kroos 'Spakenburg'	Kroos 'Stoltwijk'	Norm Warenwet	Gras	Norm veiligheid
Cd (cadmium)	0,1	0,07	0,08	1,1		≤ 50
Pb (lood)	1,4	9,7	14	40		≤ 40
As (arsenicum)	0,3	0,76	0,87	2,3		≤ 50
Hg (kwik)	0,009	1,05	10,5	0,11	0,2	≤ 14
Cu (koper)	28	7,6	10,7	20	8,9	≤ 350
Zn (zink)	17	83	141	250	43	≤ 500
Cr (chroom)		7,6	4,7	n.b.	0,5	≤ 150
Ni (nikkel)		9,9	9,2	n.b.	0,8	≤ 50

Nu bestaan er nog zeer scherpe richtlijnen rondom het gebruik van dierlijke eiwitten. De kans dat aquatische macrofauna wordt meegeoogst en daarmee dierlijk eiwit in het kroos terechtkomt, is groot.

De Voedsel en Waren Autoriteit (VWA) is betrokken bij de ontwikkelingen rondom het gebruik van eendenkroos en noemt een groot aantal verordeningen dat op dit moment (mogelijk) van toepassing is bij het gebruik van kroos in krachtvoer. Centraal staat de vraag of kroos een deugdelijk product is. Om te beoordelen of kroos deugdelijk is, is een degelijke risico- & gevaaranalyse noodzakelijk. Hieronder staan verordeningen en richtlijnen die van toepassing (kunnen) zijn bij toepassing van kroos in veevoer:

- De Voedermiddelenrichtlijn 96/25 betreft het gebruik en het verkeer van voedermiddelen.
- De Europese richtlijn 2002/32/EG behandelt ongewenste stoffen in diervoeders en geeft maximale hoeveelheden van die stoffen.
- In de Europese verordening 183/2005 worden voorschriften voor diervoederhygiëne vastgelegd.
- De kaderwet, de regeling en het besluit diervoeders behandelen de bereiding en het in het verkeer brengen van diervoeders.
- De maximale waarden van gewasbeschermingsmiddelen, zoals genoemd in de bestrijdingsmiddelenwet, zijn ook van toepassing op diervoeders.
- Daarnaast is in feite ook de algemene levensmiddelen verordening 178/2002 van toepassing. Deze verordening betreft voedselveiligheid en dient tot vaststelling van procedures voor voedselveiligheidsaangelegenheden.
- De verordening 999/2001 betreft vaststelling van voorschriften voor preventie, bestrijding en uitroeiing van bepaalde overdraagbare spongiforme encefalopathieën (BSE).
- Mogelijk is regelgeving over genetische modificatie van toepassing.
- Mochten bij de verwerking van kroos tot krachtvoer additieven toegevoegd worden (conserveermiddelen vitaminen etc.) dan is ook de additieven verordening 1831/2003 van toepassing.
- Als laatste is de warenwet van toepassing. Deze wet verbiedt het om levensmiddelen te verhandelen die een gevaar vormen voor de gezondheid of veiligheid van de mens, het is verboden om grondstoffen te verhandelen die bij verwerking tot levensmiddelen tot gevolg hebben dat het levensmiddel ondeugdelijk wordt en dat het levensmiddel door die ondeugdelijkheid de gezondheid of veiligheid van de mens in gevaar kan brengen.

5.6 KROOS ALS ZUIVERAAR

Omdat kroos hard kan groeien en daarbij nutriënten opneemt kan het ook worden ingezet omwater te zuiveren. In het overzicht dat door de Vreede (2012) is gemaakt is gevonden dat kroosdekken maximaal tot 200 mg P/m²/d kunnen opnemen en 3360 mg N/m²/d. In de experimenten die zijn uitgevoerd in het kader van het project Effluentpolishing met kroos (de Vreede, 2012) worden echter praktijkwaarden tot 70 mg P/m²/d en 300 mg N/m²/d gevonden. Dit maakt kroos voor natuurlijke wateren met langere verblijftijd een alternatief om de waterkwaliteit te verbeteren.

Naast nutriënten worden ook microverontreinigingen opgenomen. In het praktijkonderzoek in het project effluentpolishing met kroos is gevonden dat van de zware metalen alleen kwik de normen voor veevoeder overschrijdt.

6

VERWIJDEREN VAN KROOS

6.1 INLEIDING

Waterschap Vallei en Eem heeft een aantal oriënterende pilots uitgevoerd om na te gaan hoe kroos het beste kan worden verwijderd en welke praktijkproblemen er voorkomen. Het betreft in veel gevallen ad hoc pilots waarbij de watergangen, waarin het kroos is verwijderd, sterk verschillen in kroosbedekking, grootte, bereikbaarheid en morfologie. Het is daarmee erg moeilijk om de resultaten goed te vergelijken. De benodigde tijd om het kroos te verwijderen en daarmee de kosten zullen sterk variëren van watergang tot watergang al naar gelang bereikbaarheid, morfologie en eventuele obstakels. Hieronder zijn de ervaringsgegevens weergegeven van de uitgevoerde pilots van Waterschap Vallei en Eem (contactpersoon waterschap Violier Overmeer) en in de gemeente Doesburg (contactpersoon Waterschap Rijn en IJssel: Louis Zweers). Dit hoofdstuk sluit af met een conclusie, waarbij ook alle vormen van kroosverwijdering naast elkaar zijn gezet.

6.2 RESULTATEN PILOT VALLEI EN EEM

De gegevens van de pilot zijn door het waterschap Vallei en Eem ter beschikking gesteld. De kosten zijn exclusief BTW. De gegeven kosten zijn afkomstig uit 2008.

6.2.1 HANDMETHODE DOOR FIRMA BERKHOF BV

Door de firma Berkhof is met behulp van krooschermen het kroos verzameld en vervolgens met de hand uitgeschept. Deze methode had een verwijderingsrendement van 80 tot 98%

FIGUUR 6.1 HANDMATIG VERWIJDEREN VAN KROOS NA SAMENTREKKEN KROOS MET KROOSSCHERM



De kosten voor deze methode bestonden uit:

Uurkosten:

2 man + bus € 72,-

Minigraver € 48,50

Trekker met kipper € 49,50

Firma Berkhof heeft het kroos zelf afgevoerd.

6.2.2 MOBIELE KRAAN MET ZEEFBAK EN KROOSBOOTJE DOOR LOONBEDRIJF HARRY BLOKLAND

Bij deze methode wordt met behulp van een kraan met daaraan een zeefbak het kroos machinaal uit het water geschept. Het kroos wordt door middel van armen aan de boot bij elkaar gedreven. Het verwijderingsrendement van deze methodiek is 70 tot 85%. Het kleinste kroos gaat door de zeefgaatjes en blijft liggen.

FIGUUR 6.2 DETAILFOTO'S ZEEFBAK EN HET KROOSBOOTJE



FIGUUR 6.3 AANVOER MOBIELE KRAAN MET KROOSBAK



Kosten methode

Uurkosten

Mobiele kraan inclusief kroosbak	€ 58, -
Kroosboot	€ 54, -

Eenmalige kosten

Aanvoer	€ 327, -
Afvoer	€ 327, -
Afvoer kroos Lagerweij	€ 70,75

6.2.3 DE KROOSKARPER VAN FIRMA REIJM BV

De firma Reijm bv heeft speciaal voor het verwijderen van kroos een boot ontworpen: de krooskarper. Het betreft een voormalige maaiboot waarvan de neus is verwijderd. Deze boot heeft een V-vormige krooscherm van beweegbare metalen armen en verzamelt hiermee tijdens het varen het kroos voor de boot. Het kroos wordt vervolgens naar een opening geleid en met behulp van een vizelpomp verpompt naar op maat gemaakte "Big bags". De gevulde Big bags worden met een kraan uit het water gehesen en geleegd. De boot heeft veel last van ondieptes.

Kosten methode (het betreft een “uitprobeerprijs”, en kan nog sterk wijzigen).

Uurkosten

Kroosboot (krooskarper) € 80,-

Eenmalige kosten

Aan en afvoer € 200,-

Mobiele kraan en kipper Berkhof € 49,-

FIGUUR 6.4

DETAILFOTO'S VAN DE KROOSKARPER



6.2.4 DE KROOSCATAMARAN VAN LOONBEDRIJF CH. PORTENGEN

Ook Loonbedrijf Ch. Portengen heeft speciaal voor kroosverwijdering een boot gemaakt. Deze boot werkt met het catamaranprincipe: een boot op twee drijvers. Tussen de twee drijvers is een brede band geplaatst die vanuit het water omhoog loopt. Het kroos blijft op band liggen en wordt vervolgens door het lopen van de band uit het water gehaald en valt vervolgens in de boot. De boot wordt door twee schoepen aangedreven die achter op de drijvers zijn gemonteerd. De boot heeft een verwijderingsrendement van 80% maar heeft net zoals de andere boten last van ondiepe zones.

Kosten methode

Uurkosten

Maai/verzamelboot (krooscatamaran) € 74,-

Aan en afvoer € 50,-

FIGUUR 6.5 DETAILFOTO'S VAN DE KROOSCATAMARAN



FIGUUR 6.6 AANVOER VAN DE KROOSCATAMARAN



6.2.5 HET KROOSWIEL VAN BOM AQUA BV

Het krooswiel van de firma Bom Aqua bv werkt ook met het catamaranprincipe: twee drijvers. Met daartussen een plateau waarop het kroos wordt verzameld. Het krooswiel wordt echter van energie voorzien door middel van zonne-energie. Het krooswiel wordt neergelegd waarna het krooswiel zelf het kroos gaat verwijderen. Aangezien kroos zeer mobiel is kan op den duur alle kroos worden verwijderd.

Hiermee wordt direct een groot nadeel van deze methode duidelijk. Tijdens de pilot dreef het Krooswiel regelmatig de schaduw in van omringende bomen waardoor het Krooswiel onvoldoende zon kreeg. Ook kunnen de zonnepanelen vuil worden (zoals door vogelpoep) waardoor het rendement van het zonnepaneel te ver terug loopt. De krooswielen hebben bij de pilot onvoldoende kunnen draaien. Er is bij de pilot met twee krooswielen gedurende 2 maanden een verwijderingsrendement van hooguit 50 tot 60% gehaald.

FIGUUR 6.7 KROOSWIEL IN ACTIE



Kosten methode

Eenmalige kosten in Bunschoten en Leusden € 4000,-

Het Waterschap heeft tussentijds veel manuren besteed voor onderhoud, bakken te legen en accu's te verwisselen.

6.2.6 PARTICULIER INITIATIEF EDE

Een aantal inwoners heeft meegedaan aan een particulier initiatief. Het waterschap heeft gereedschap ter beschikking gesteld. Grote voordelen van deze methodiek zijn de educatie en verbetering relatie inwoners/waterbeheerder. Methode is alleen toepasbaar voor kleinere geïsoleerde wateren met enthousiaste omwonenden. In deze systemen is het verwijderingsrendement hoog maar neemt af bij grotere wateren.

Kosten methode:

Bloemen en een fleswijn

Afvoer kroos

6.3 BESTRIJDING KROOS DOESBURGSE MOLENVELDSINGELGRACHT

In 2008 heeft waterschap Rijn en IJssel een proef in de Molenveldsingelgracht uitgevoerd om het kroos te verwijderen. Door de duiker onder de Rijksweg te verlengen met een flexibele buis, is geprobeerd het wegspoelen van het kroos te bevorderen. De resultaten van de proef waren boven verwachting goed: al snel bleek dat het kroos op deze manier kan worden afgevoerd.

De positieve resultaten zijn voor het waterschap aanleiding geweest om de proef een vervolg te geven. Eind augustus 2009 is dan ook een (semi-)permanente installatie aangebracht bij de duiker aan de Molenveldsingelgracht. Het komende jaar bekijkt het waterschap of door een betere doorstroming de groei van kroos wordt verminderd (voorjaar 2010). Ook wordt gekeken naar beheer- en onderhoudsaspecten, zoals het risico op verstopping.

Omdat het hier nog steeds gaat om een proefopstelling houdt het waterschap er rekening mee dat er vooral in de beginperiode aanloopproblemen op kunnen treden. Zo is het watersysteem van Doesburg gevoelig voor kleine peilveranderingen. Het zal dus wat tijd in beslag nemen voordat er een balans is gevonden tussen de hoeveelheid inlaatwater vanuit de Oude IJssel en het peil op De Fles. Daarnaast was er bij de start van de proef veel kroos aanwezig, waardoor de kans op verstopping juist in de aanloopperiode extra groot is. Mocht de installatie uiteindelijk naar tevredenheid werken, dan blijft deze ook gehandhaafd.

FIGUUR 6.8

SITUATIE PROEFLOCATIE EN KROOSVERWIJDERING IN ACTIE



6.4 CONCLUSIES

Er zijn meerdere methoden om kroos te verwijderen. De pilots laten zien dat verwijderen van het kroos altijd wel mogelijk is, maar niet altijd even makkelijk. Sommige locaties zijn moeilijk bereikbaar of de morfologie is zodanig (smal, ondiep, overhangende takken enzovoort) dat er zeer lastig kroos kan worden verwijderd. In hoofdstuk 4 is al aangegeven dat juist in kleine watergangen veel kroos voorkomt. Er bestaat geen methode die op alle locaties toegepast kan worden. Het lijkt er eerder op dat iedere locatie maatwerk is en een eigen aanpak vereist.

Bepalende factoren voor de te gebruiken methodiek zijn:

- Hoe schoon wil ik het hebben, hoeveel kroos mag er blijven liggen?
- Omgevingsfactoren, is de locatie bereikbaar, kan er een kraan op de kant, zijn er bomen op de oever?
- Profiel watergang / bagger.
- Hoeveel geld is er beschikbaar?

De kosten zijn variabel en per locatie verschillend. Bepalende factoren voor de kosten zijn:

- Hoe schoon wil ik het hebben?
- Gebruikte methode?
- Bepalende factoren onvoorzien:
 - het weer.
 - obstakels onderwater (schade aan boot).
 - beperkingen door profiel watergang.

In onderstaande figuur is weergegeven welke pilots zijn uitgevoerd om kroos te verwijderen.

Methode	Korte beschrijving	Rendement	Kosten
Handmethode	Verzamelen van kroos mbv krooschermen en vervolgens handmatig uitscheppen.	80-98%	2 man + bus € 72,- Minigraver € 48,50 Trekker met kipper € 49,50 Afvoer kroos
Mobiele kraan met zeefbak en kroosboot	Met behulp van een kraan met daaraan een zeefbak wordt het kroos machinaal uit het water geschept. Het kroos wordt door middel van armen aan de boot bij elkaar gedreven.	70-85%	<i>Uurkosten</i> Mobiele kraan inclusief kroosbak € 58,- Kroosboot € 54,- <i>Eenmalige kosten</i> Aanvoer € 327,- Afvoer € 327,- Afvoer kroos € 70,75
Krooskarper	Deze boot heeft een V-vormig kroos scherm van beweegbare metalen armen en verzamelt hiermee tijdens het varen het kroos voor de boot. Het kroos wordt vervolgens naar een opening geleid en met behulp van een vijzelpomp verpompt naar op maat gemaakte "Big bags".	Onbekend	<i>Uurkosten</i> Kroosboot € 80,- <i>Eenmalige kosten</i> Aan en afvoer € 200,- Mobiele kraan € 49,-
Krooscatamaran	Een boot op twee drijvers. Tussen de twee drijvers is een brede band geplaatst die vanuit het water omhoog loopt. Het kroos blijft op band liggen en wordt vervolgens door het lopen van de band uit het water gehaald en valt vervolgens in de boot.	80%	<i>Uurkosten:</i> Krooscatamaran € 74,- Aan en afvoer € 50,-
Krooswiel	Twee drijvers met daartussen een plateau waarop het kroos wordt verzameld. Het krooswiel wordt van energie voorzien door middel van zonne-energie. Het krooswiel wordt neergelegd waarna het krooswiel zelf het kroos gaat verwijderen.	50-60%	Eenmalige kosten: € 4000,-. Extra manuren onderhoud en legen.
Particulier initiatief	Inzet van enthousiaste omwonenden	Hoog, neemt af bij grote wateren	Bedankje omwonenden
Verlenging duiker	Door het verlengen van een duiker met een flexibele buis is het wegspoelen van kroos gestimuleerd.	Onbekend	Onbekend

7

RICHTLIJN BESTRIJDING KROOS

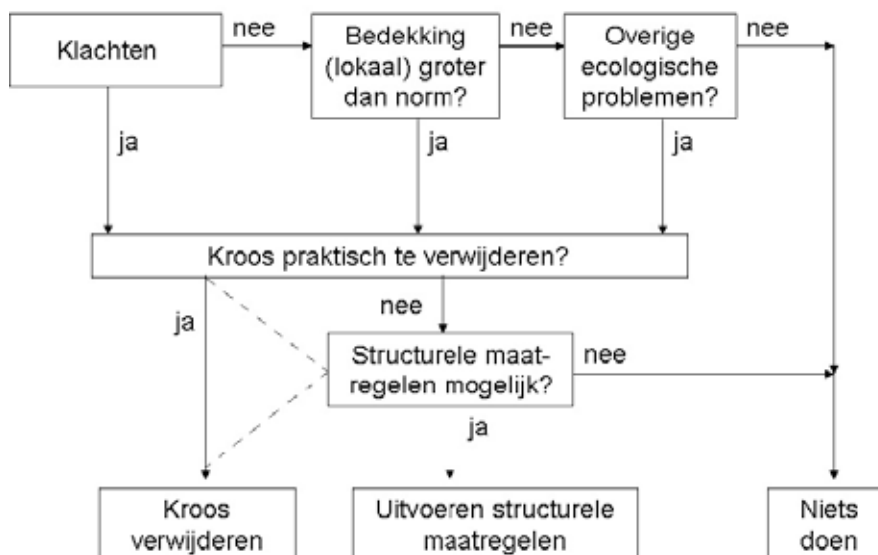
7.1 INLEIDING

Kroos wordt wisselend als een probleem gezien. Soms wordt het als een kans gezien (zie hoofdstukken 5 en 6). Landelijke richtlijnen en beslisregels om kroos te verwijderen ontbreken voor zover kroos de doorstroming niet belemmert. In hoofdstuk 5 is aangegeven dat veel waterkwaliteitsbeheerders kroos zien als een waterkwaliteitsprobleem. Dit kroosprobleem heeft dan echter geen acute urgentie en moet worden opgelost door de waterkwaliteit te verbeteren. Dit zijn over het algemeen lange termijn maatregelen. De echte urgentie komt meestal als er klachten zijn van omwonenden of als (bij zuurstofloosheid) vissterfte optreedt. In bebouwd gebied worden dan uiteraard de meeste klachten worden gemeld. Verwijderen van kroos vindt daardoor bijna uitsluitend in stedelijk gebied plaats en voor gemalen waar kroos zich ophoopt.

Omdat er geen landelijke richtlijnen bestaan met betrekking tot kroosbeheer wordt door middel van het onderstaande kroosprotocol een aanzet gegeven hoe om te gaan met kroos. Dit schema is deels gebaseerd op een schema zoals dat bij Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard werd gebruikt.

FIGUUR 7.1

STROOMSCHEMA KROOSPROTOCOL. CRITERIA ZIJN VERDER UITGEWERKT IN PARAGRAAF 9.2



Het weergegeven algemene protocol is een voorzet. Omdat ieder gebied weer anders is en overall uitzonderingen voorkomen, kan dit per gebied verder worden gespecificeerd. Per beheerder kan er een concrete invulling worden gegeven. Het kroosprotocol kan worden gebruikt om te beslissen of er ergens kroos verwijderd moet worden. Het kroosprotocol kan ook worden gebruikt om structurele maatregelen te nemen, dus om de vorming van kroosdekken tegen te gaan.

7.2 CRITERIA OM TOT KROOSVERWIJDERING OVER TE GAAN.

In de praktijk blijkt dat veel waterschappen overgaan tot het verwijderen van kroos. Als eerste criterium worden de klachten genomen. De dikte van het kroosdek kan een factor zijn die meespeelt bij de beoordeling of er tot kroosverwijdering wordt overgegaan. Dunne *L. minor* dekken zullen minder snel in aanmerking komen voor kroosverwijdering dan zware *Azolla* of *Spirodela* dekken.

De maximaal gewenste kroosbedekking hangt af van de functie van het water en of het water in stedelijk gebied ligt. In de volgende tabel zijn richtwaarden gegeven voor de maximale kroosbedekking. Alleen bij hoge bedekkingen is het zinvol om kroosverwijdering als maatregel in te zetten. Om structureel lage bedekkingen te krijgen moet de waterkwaliteit worden verbeterd.

	Stedelijk gebied	Landelijk gebied
Speciale ecologische functie/KRW water*	Afh. van doel	Afh. van doel
Natuurwater	Afh. van doel	Afh. van doel
Hengelwater**	20%	20%
Recreatiewater	10%	10%
Overig water	60%	75%

* In de specifieke ecologische doelen en in de KRW typen is de maximale kroosbedekking meestal opgegeven

** Lage bedekking is gewenst om zuurstofproblemen en dus vissterfte te voorkomen

Van belang is om na te gaan of het kroosdek kan verplaatsen door windwerking. In het geval van zeer grote kroosdekken is verplaatsing minder gemakkelijk. Als criteria zijn hiervoor genomen:

- Lengte van de watergang bedekt met kroos
- Grootte van het kroosdek (in % van het oppervlak)

Indien meer dan 50% van de lengte van de watergang bedekt is met kroos of het aaneengesloten kroosdek langer is dan 50 meter dan is het kroosdek min of meer permanent. Mobiele kroosdekken kunnen verwijderd worden als ze op een geschikte locatie liggen. Verwijdering hangt dan af van de omstandigheden. Indien de locatie en bedekking geschikt zijn, kan het kroosdek worden verwijderd.

De grootte van de watergang en de bereikbaarheid bepalen mede of kroos verwijderd kan worden. In heel smalle watergangen (smaller dan 2m) of onbereikbare watergangen (volledig omgeven door bomen of particulier terrein) is het onmogelijk om kroos machinaal te verwijderen.

Hoe belangrijk de overige ecologische klachten (niet behalen ecologische doelen) zijn, hangt mede af van de functie van het water. Als vissterfte veel voorkomt en dit veroorzaakt wordt door het kroosdek, is dit een goed argument om kroos te verwijderen.

Voor wateren met een hogere ecologische functie zal de prioriteit om maatregelen (kroosverwijdering of structurele maatregelen) groter zijn dan die voor overig water. Omdat ieder oppervlaktewater uiteindelijk aan een minimale ecologische toestand moet bij de aanwezigheid van kroosdekken uiteindelijk altijd worden gestreefd naar het opheffen van die kroosdekken.

.

7.3 STRUCTURELE MAATREGELEN OM KROOS TE VERWIJDEREN

Kroos is niet altijd het gevolg van een eutrofiëringsprobleem. Kroosdekken van *L. minor* kunnen voorkomen onder dezelfde fysisch-chemische condities als verschillende ondergedoken waterplanten. Het is daarmee duidelijk dat er meer factoren een rol spelen bij het ontstaan van kroosdekken. Het opstellen van maatregelen is vaak lokaal maatwerk. Het terugdringen van eutrofiëring is echter **altijd** een goede maatregel.

Daarnaast speelt concurrentie tussen ondergedoken waterplanten en kroos een rol. Na schoning gebeurt het vaak dat een lichte kroosbedekking bij gebrek aan concurrentie doorgroeit tot een vol kroosdek. Hetzelfde is zichtbaar na baggeren. Na verwijdering van de bagger (en de ondergedoken waterplanten) krijgt het kroos een kans om een dek te vormen. Ervaringen van WS Hollandse delta (pers med. H. Boeijen) leren dat een dergelijke uitbreiding van kroos tijdelijk is. Doordat de waterkwaliteit na baggeren een tijd lang structureel verbetert, wordt de kroosbedekking ook minder. Aangezien bij blijvende externe belasting de baggerlaag zich opnieuw opbouwt is ook het effect van baggeren tijdelijk.

Het meermalen kroosverwijderen op dezelfde plek kan ook worden gezien als een structurele maatregel. Hierdoor kunnen zoveel voedingsstoffen worden verwijderd dat kroosdekken minder kans krijgen. Uit ervaring van Waterschap Hollandse Delta blijkt dat dan de kroosdekken uiteindelijk ook minder worden (STOWA 1997).

Maatregelen voor kroospreventie of tegengaan kroosdekken:

- Tegengaan eutrofiëring (externe belasting door uitspoeling of bladval);
- Tegengaan nalevering van nutriënten door slib;
- Verwijderen overwinteringslichamen kroos bij baggeren in het najaar;
- Stimuleren groei ondergedoken waterplanten;
- Vergroting stroming;
- Verbreding watergangen;
- Vergroting fetch van de wind;
- Vergroting duikers tegen ophopen kroos;
- Bij (vrijwel) afgesloten, geïsoleerde vijverpartijen zorgen voor een overstort- of afvoer-mogelijkheid bij ernstige kroosgroei.

8

LITERATUUR

G. H.P. Arts, A.J.P. Smolders en J.D.M. Belgers. 2007. Kwaliteit van oppervlaktewater, poriewater en sediment in relatie tot de vegetatiekundige samenstelling van 60 aquatische referentiepunten: een statistische analyse. Alterra rapport 1479.

G. Holshof en I. Eendenkroos nu ook voor de koe Hoving. V-focus juni 2008

G. Holshof, I.E. Hoving en E.T.H.M. Peeters. 2009. Eendenkroos: van afval tot veevoer. Wageningen Livestock research. Rapport 306

I. E. Hoving en Holshof, G. (2012) Effluentpolishing met kroos. Deelrapport 3: Kroos als product. WUR Livestock Research. Projectnummer 4716656

C. Postma, Het Hoogheemraadschap van Delfland 1289-1589. Uitgeverij Verloren, Hilversum. 1989.

R. Pot. Veldgids Water- en oeverplanten. KNNV Uitgeverij en STOWA, Utrecht 2003.

S. Roovers. Kroos en andere (ongewenste) waterplanten. Van beschrijving tot beheerstrategie. Stageverslag Ecotechnologie. STOWA 1992a. Ontstaan en bestrijden van deklagen van kroos. 1: Literatuur. STOWA rapport 92-9

STOWA 1992b. Ontstaan en bestrijden van deklagen van kroos. 2: Modelmatige benadering van de kroosontwikkeling en beoordeling van beheersbaarheid. STOWA rapport 92-10

STOWA 1997a. Ontstaan en bestrijden van deklagen van kroos. 3. Inventarisatie en beoordeling van verwerkingsmogelijkheden voor kroos. STOWA rapport 97-17

STOWA 1997b. Ontstaan en bestrijden van deklagen van kroos. 4. Praktijkonderzoek naar maatregelen tegen kroosdekken. STOWA rapport 97-18

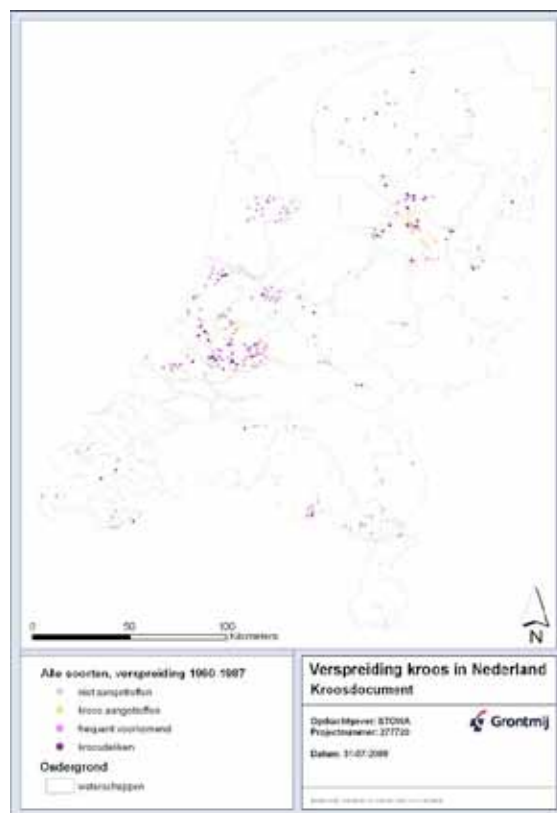
B.A.J. de Vreede, 2012 Effluentpolishing met kroos. Koepeldocument

BIJLAGE 1

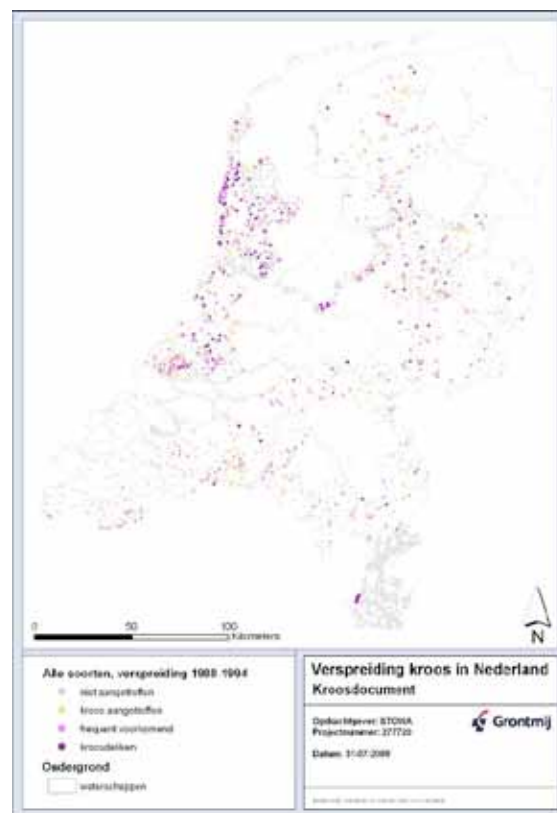
KAARTEN KROOSVOORKOMENS IN NEDERLAND; VERSPREIDING VAN WAARNEMINGEN PER TIJDVAK

VERSPREIDING KROOS IN NEDERLAND PER TIJDVAK, ALLE SOORTEN GESOMMEERD

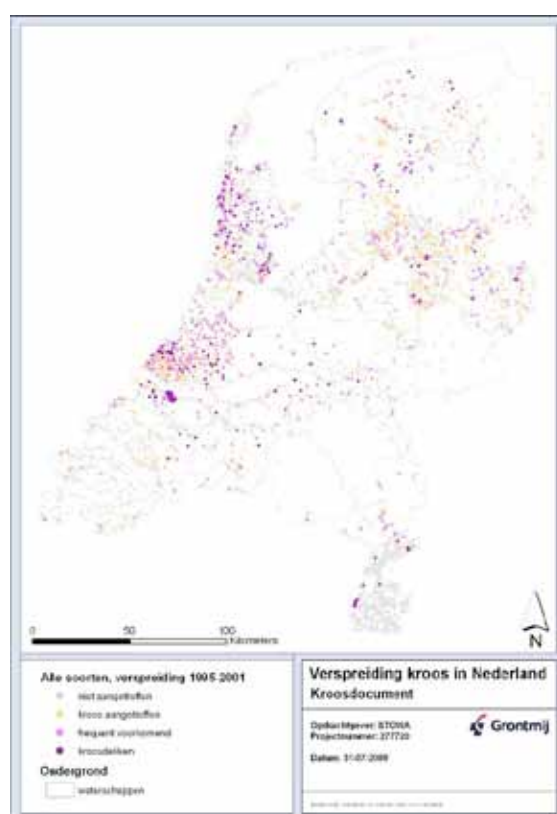
FIGUUR B1-1: ALLE SOORTEN 1960 T/M 1987



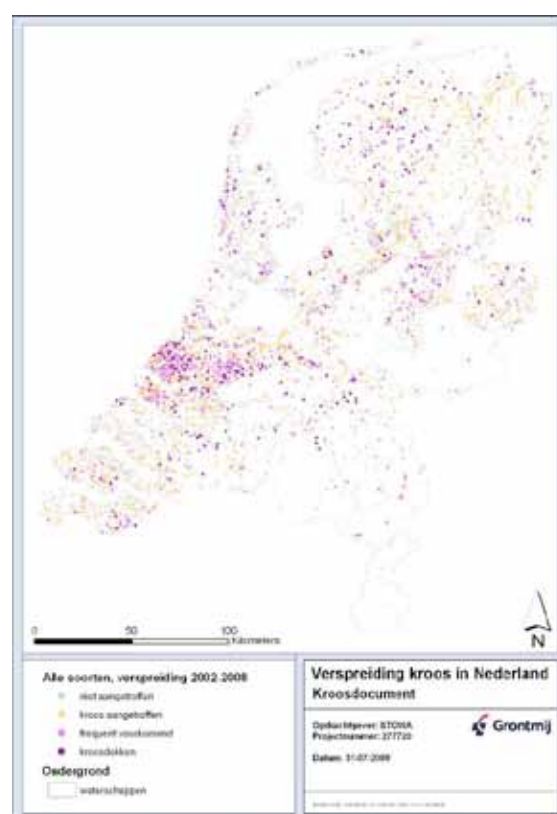
FIGUUR B1-2: ALLE SOORTEN 1988 T/M 1994



FIGUUR B1-3: ALLE SOORTEN 1995 T/M 2001



FIGUUR B1-4: ALLE SOORTEN 2002 T/M 2008

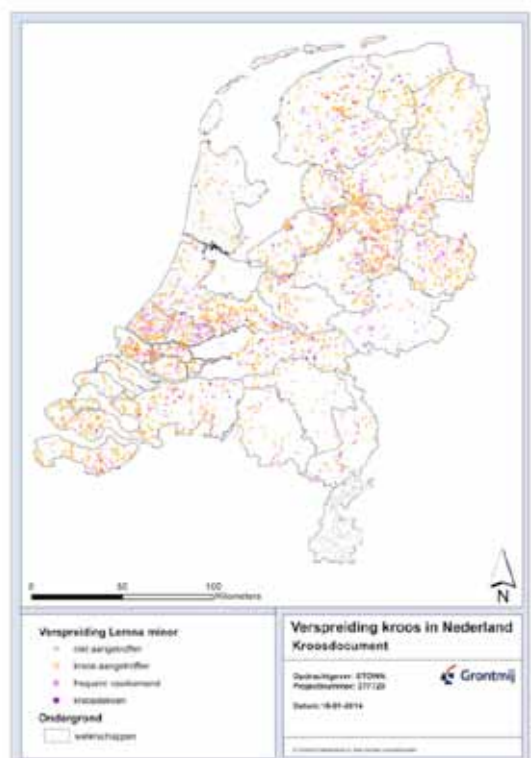


VERSPREIDING VOORKOMENS VERSCHILLENDE KROOSSOORTEN IN NEDERLAND, ALLE TIJDVAKKEN GECOMBINEERD

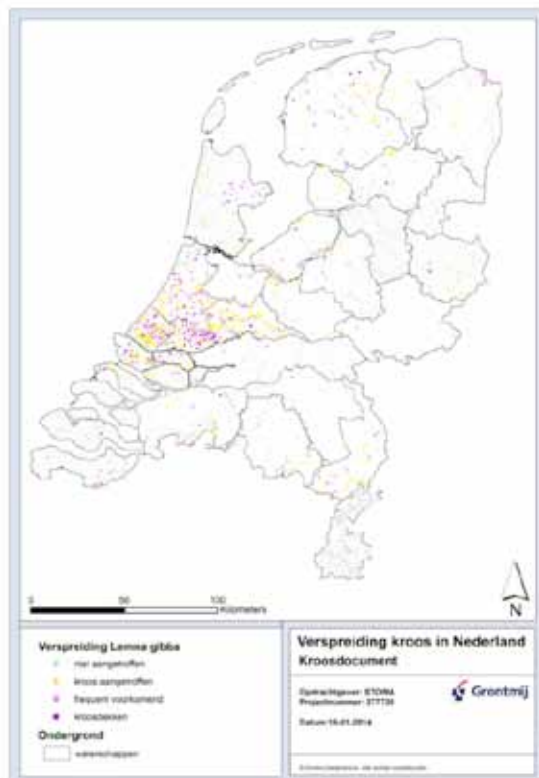
FIGUUR B1-5: AZOLLA FILICULOIDES



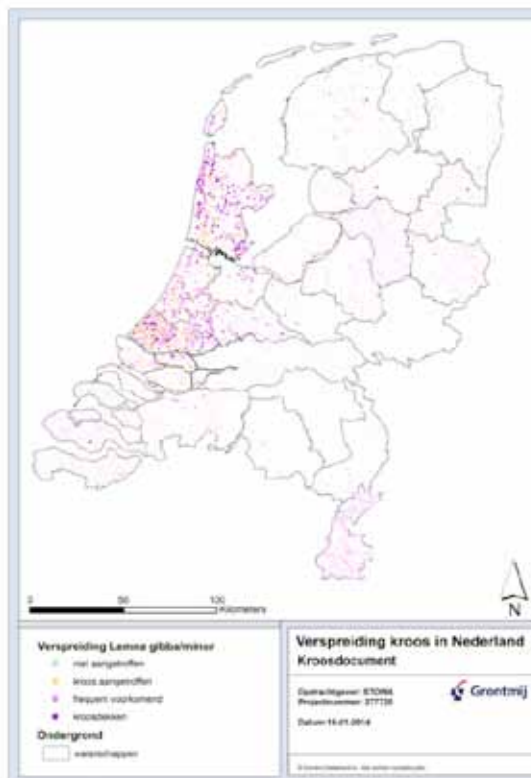
FIGUUR B1-6: LEMNA MINOR



FIGUUR B1-7: LEMNA GIBBA

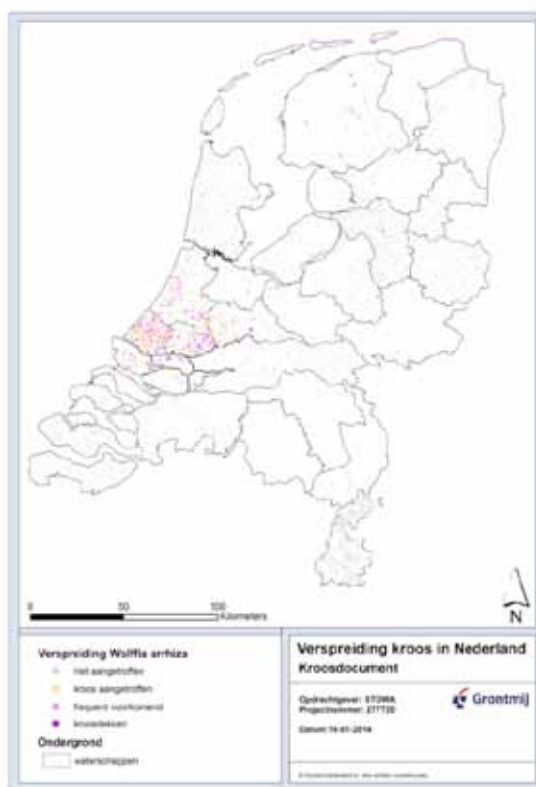


FIGUUR B1-8: LEMNA GIBBA/MINOR

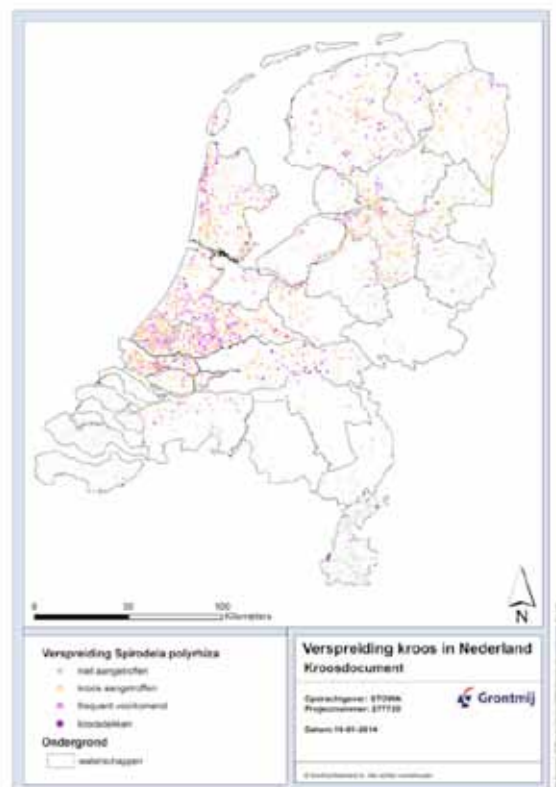


VERSPREIDING VERSCHILLENDE KROOSSOORTEN IN NEDERLAND

FIGUUR B1-9: LEMNA MINUTA



FIGUUR B1-10: LEMNA TRISULCA



FIGUUR B1-11: SPYRODELA POLYRHIZA



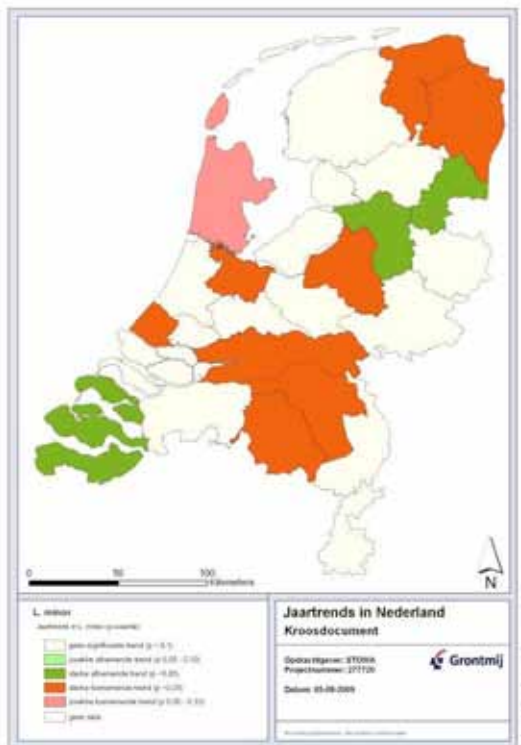
FIGUUR B1-12: WOLFFIA ARRHIZA



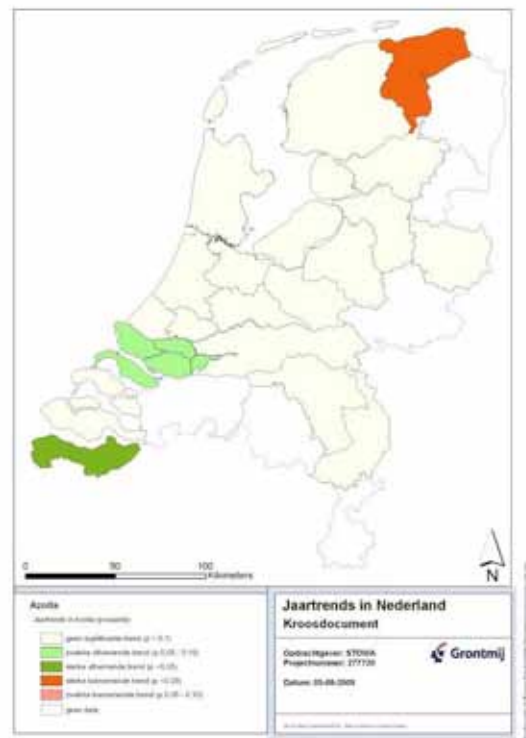
BIJLAGE 2

JAARTRENDS VOORKOMEN KROOSSOORTEN PER WATERSCHAP

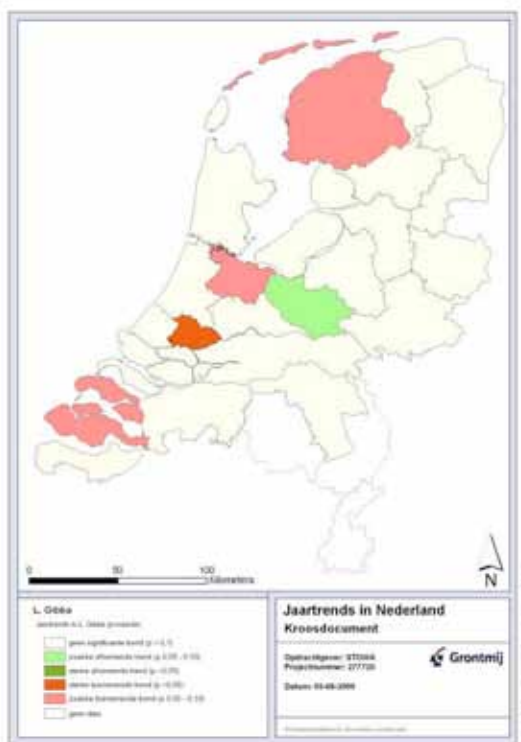
FIGUUR B2-1: JAARTRENDS VAN TOTALE
KROOSBEDEKKING (PERIODE 1980-2008)



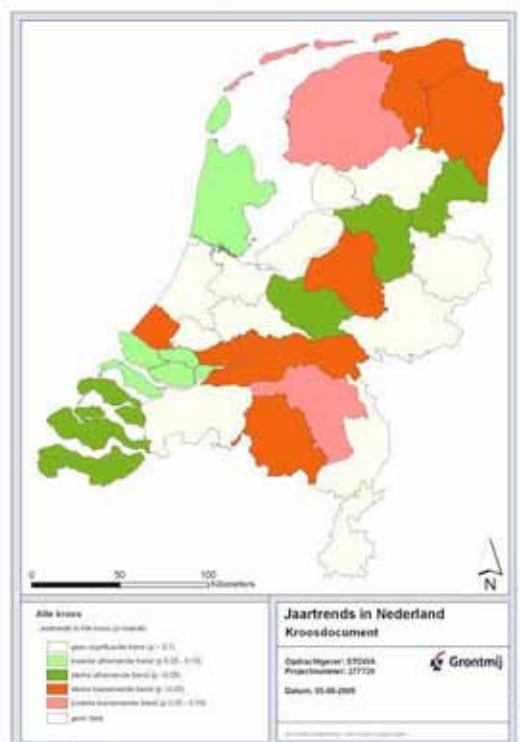
FIGUUR B2-2: JAARTRENDS VAN BEDEKKING
AZOLLA FILICULOIDES (PERIODE 1980-2008)



FIGUUR B2-3: JAARTRENDS VAN BEDEKKING
LEMNA GIBBA (PERIODE 1980-2008)

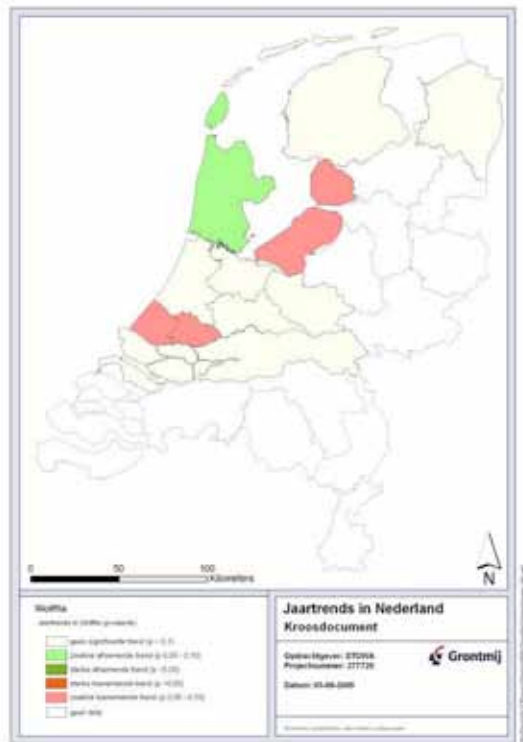


FIGUUR B2-4: JAARTRENDS VAN BEDEKKING
LEMNA MINOR (PERIODE 1980-2008)



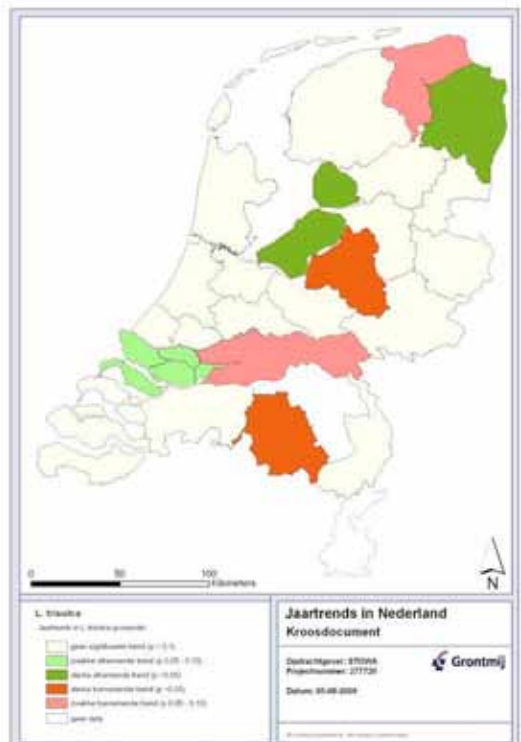
FIGUUR B2-5: JAARTRENDS VAN BEDEKKING

LEMNA MINUTA (PERIODE 1980-2008)



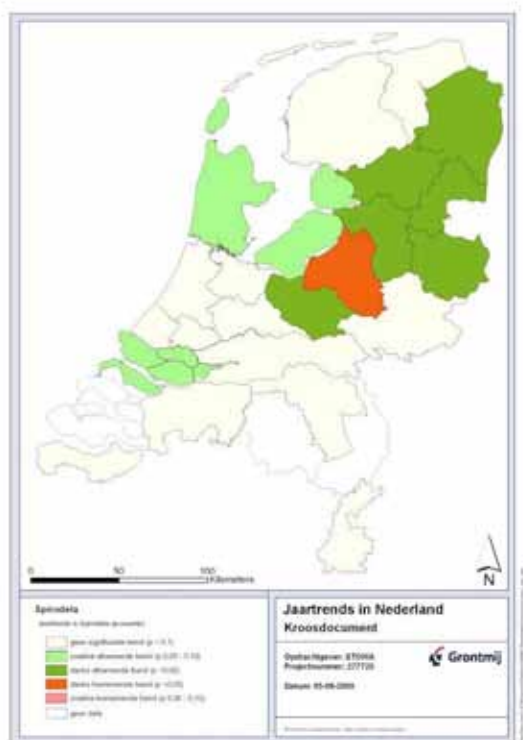
FIGUUR B2-6: JAARTRENDS VAN BEDEKKING

LEMNA TRISULCA (PERIODE 1980-2008)



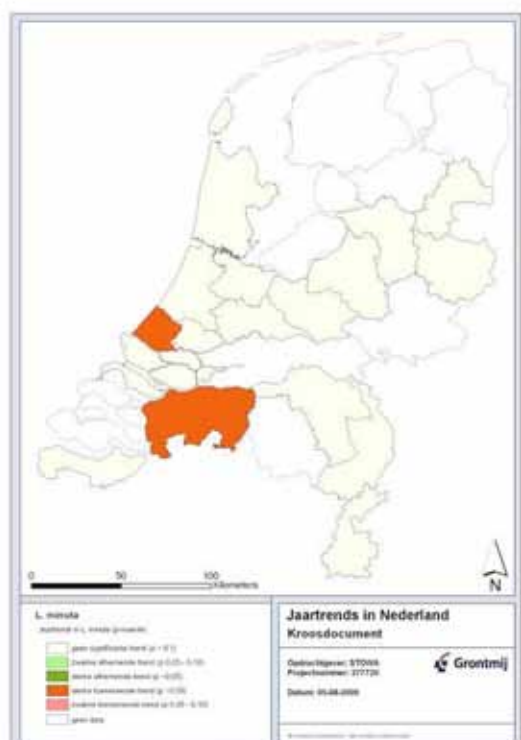
FIGUUR B2-5: JAARTRENDS VAN BEDEKKING

SPIRODELA POLYRIZA (PERIODE 1980-2008)



FIGUUR B2-6: JAARTRENDS VAN BEDEKKING

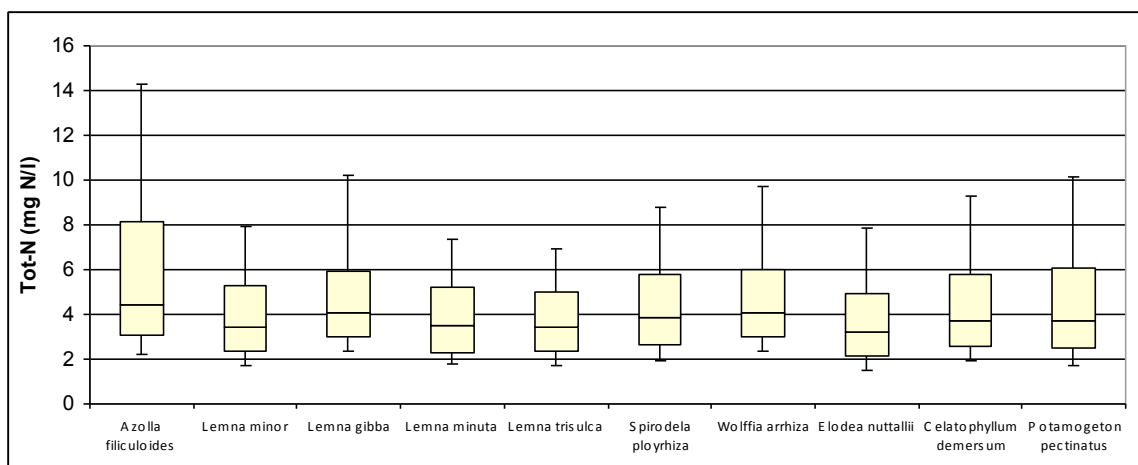
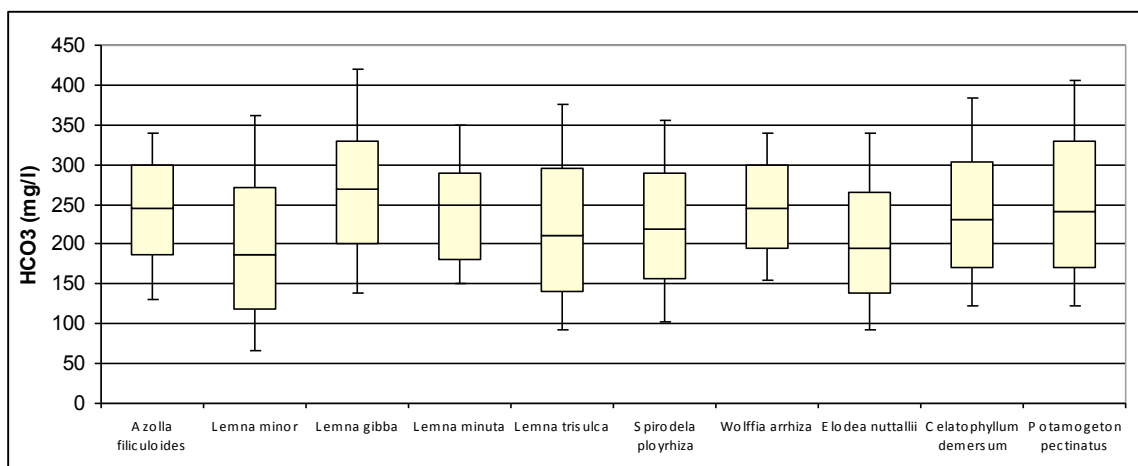
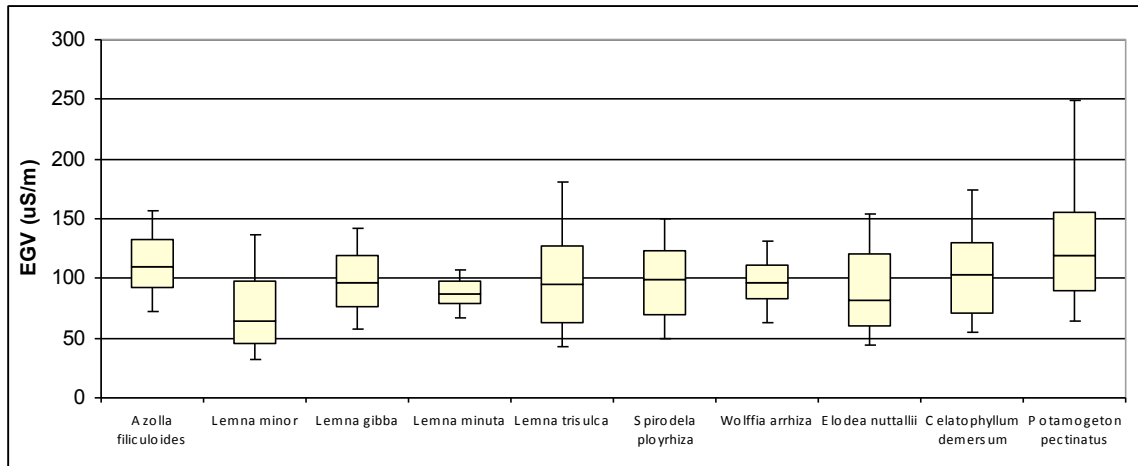
WOLFFIA ARRIZA (PERIODE 1980-2008)

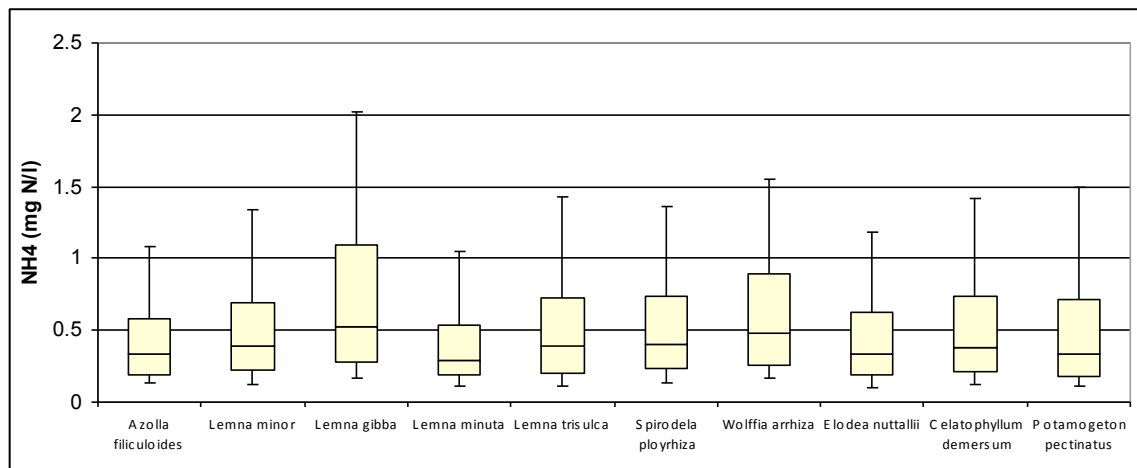
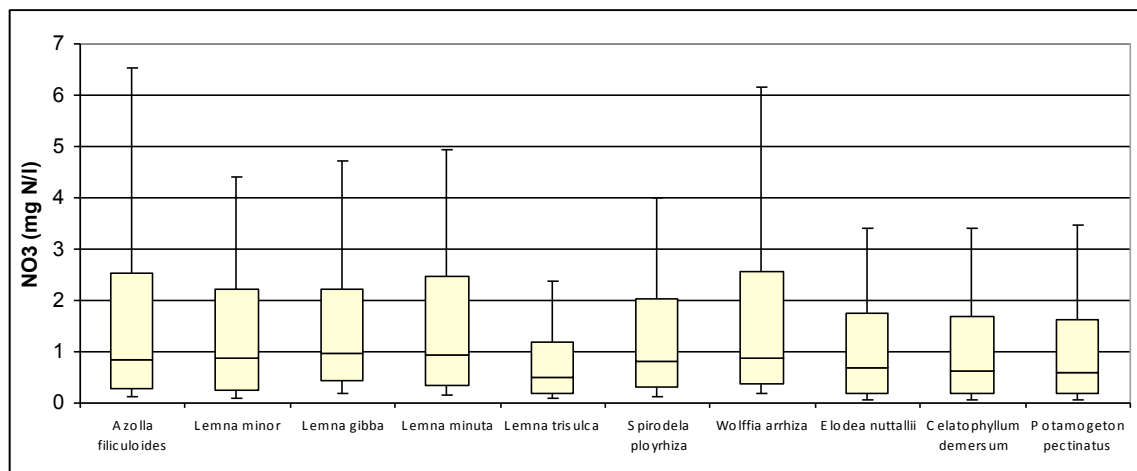
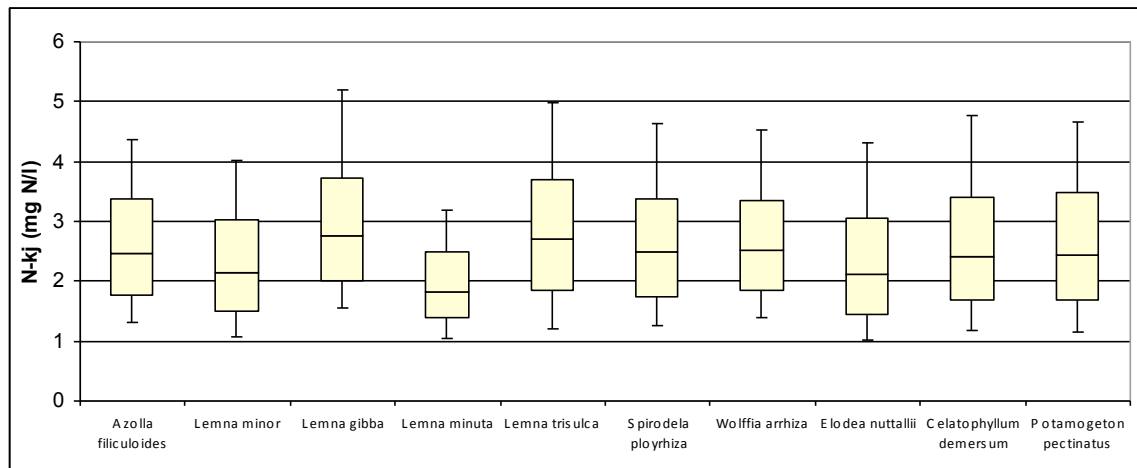


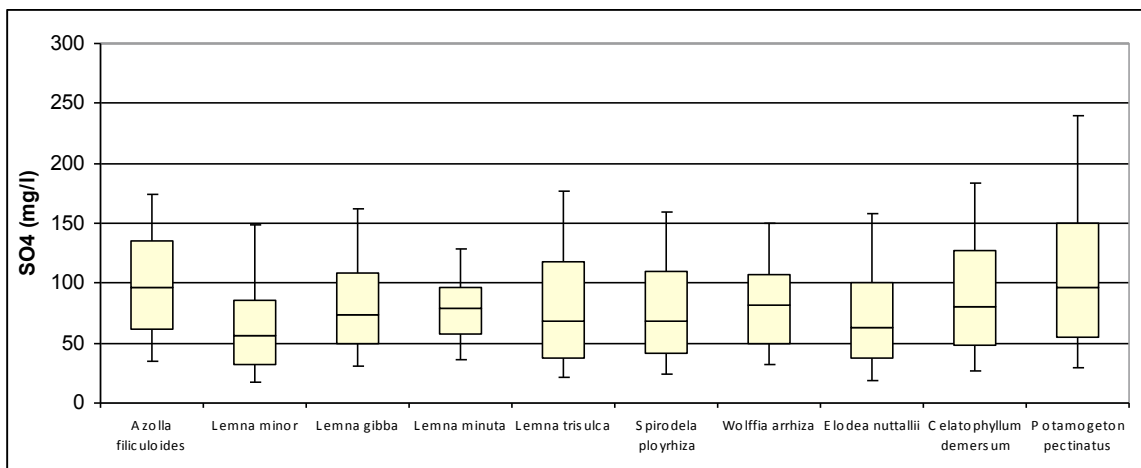
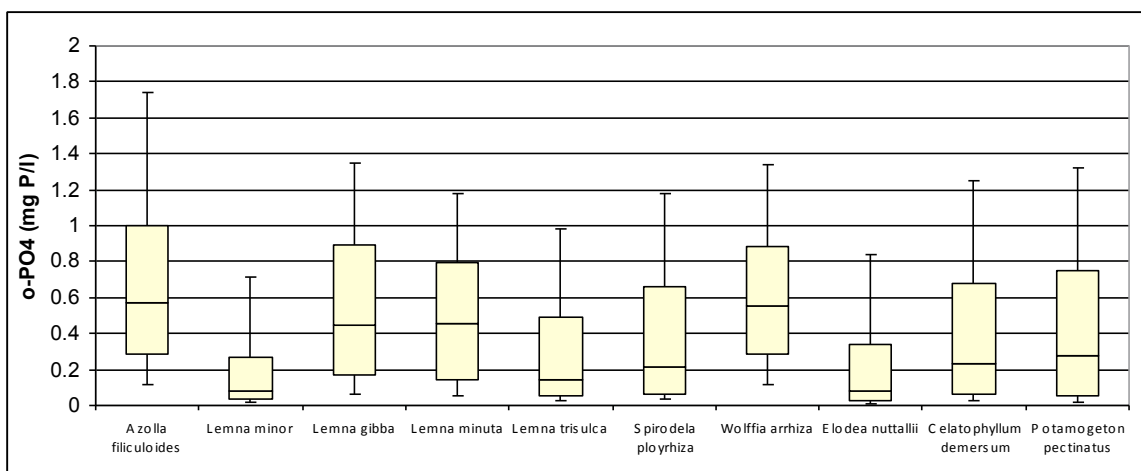
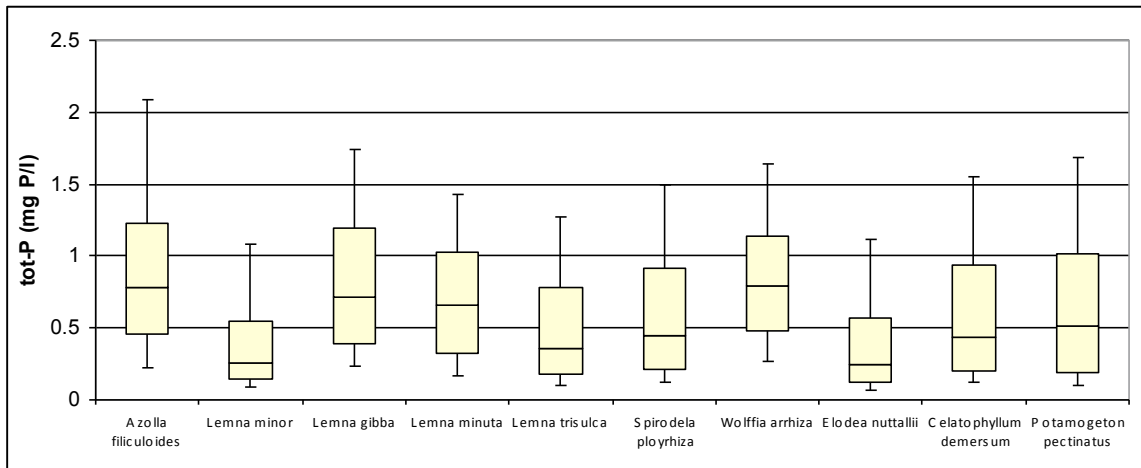
BIJLAGE 3

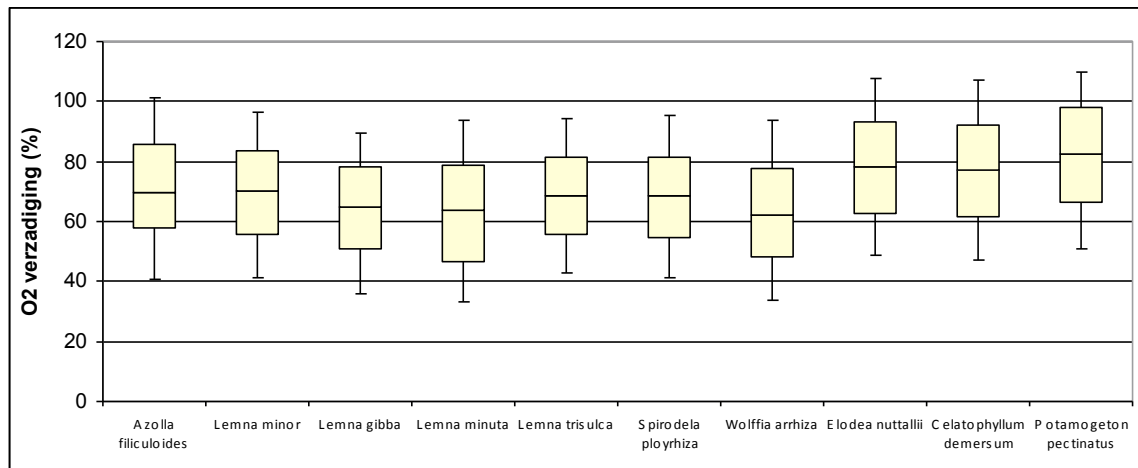
BANDBREEDTE CHEMISCHE PARAMETERS PER KROOSSOORT

De onderstaande figuren geven de spreiding van de chemische samenstelling van het water aan bij het voorkomen van verschillende kroossoorten en drie veel voorkomende begeleiden- de ondergedoken waterplanten. In de figuren zijn per soort van boven naar beneden respec- tievelijk de 90 percentiel, de 75 percentiel, de mediaan, de 25 percentiel en de 10 percentiel weergegeven.









In de onderstaande tabellen is in de vorm van kruistabellen getoetst of gevonden gemiddelden uit de bovenstaande figuren significant van elkaar verschillen. De gearceerde hokken geven een significant verschil aan.

TABEL B3.1 TOETSING SIGNIFICANTE VERSCHILLEN KROOSSOORTEN VOOR CL* (T-TEST)

	L. minor	L.gibba	L. minuta	L. trisulca	Spirodela	Wolffia
<i>azolla</i>	0,62	0,47	0,00	0,76	0,00	0,00
<i>L. minor</i>		0,17	0,14	0,56	0,00	0,01
<i>L.gibba</i>			0,00	0,19	0,00	0,00
<i>L. minuta</i>				0,00	0,90	0,09
<i>L. trisulca</i>					0,00	0,00
<i>Spirodela</i>						0,01

TABEL B3.2 TOETSING SIGNIFICANTE VERSCHILLEN KROOSSOORTEN VOOR EGV (T-TEST)

	L. minor	L.gibba	L. minuta	L. trisulca	Spirodela	Wolffia
<i>azolla</i>	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00
<i>L. minor</i>		0,00	0,63	0,00	0,00	0,02
<i>L.gibba</i>			0,01	0,05	0,32	0,18
<i>L. minuta</i>				0,01	0,02	0,02
<i>L. trisulca</i>					0,12	0,01
<i>Spirodela</i>						0,06

TABEL B3.3 TOETSING SIGNIFICANTE VERSCHILLEN KROOSSOORTEN VOOR TOT-N (T-TEST)

	L. minor	L.gibba	L. minuta	L. trisulca	Spirodela	Wolffia
<i>azolla</i>	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>L. minor</i>		0,00	0,37	0,00	0,00	0,00
<i>L.gibba</i>			0,00	0,00	0,00	0,05
<i>L. minuta</i>				0,29	0,00	0,00
<i>L. trisulca</i>					0,00	0,00
<i>Spirodela</i>						0,36

TABEL B3.4 TOETSING SIGNIFICANTE VERSCHILLEN KROOSSOORTEN VOOR N-KJ (T-TEST)

	L. minor	L.gibba	L. minuta	L. trisulca	Spirodela	Wolffia
<i>azolla</i>	0,00	0,00	0,00	0,01	0,34	0,74
<i>L. minor</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>L.gibba</i>			0,00	0,00	0,00	0,00
<i>L. minuta</i>				0,00	0,00	0,00
<i>L. trisulca</i>					0,05	0,02
<i>Spirodela</i>						0,48

TABEL B3.5 TOETSING SIGNIFICANTE VERSCHILLEN KROOSSOORTEN VOOR NO₃⁻ (T-TEST)

	L. minor	L.gibba	L. minuta	L. trisulca	Spirodela	Wolffia
<i>azolla</i>	0,00	0,17	0,06	0,00	0,00	0,27
<i>L. minor</i>		0,01	0,36	0,00	0,12	0,02
<i>L.gibba</i>			0,43	0,00	0,00	0,84
<i>L. minuta</i>				0,00	0,10	0,33
<i>L. trisulca</i>					0,00	0,00
<i>Spirodela</i>						0,00

TABEL B3.6 TOETSING SIGNIFICANTE VERSCHILLEN KROOSSOORTEN VOOR TOT-P (T-TEST)

	L. minor	L.gibba	L. minuta	L. trisulca	Spirodela	Wolffia
<i>azolla</i>	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>L. minor</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>L.gibba</i>			0,00	0,00	0,00	0,38
<i>L. minuta</i>				0,00	0,43	0,00
<i>L. trisulca</i>					0,00	0,00
<i>Spirodela</i>						0,00

TABEL B3.7 TOETSING SIGNIFICANTE VERSCHILLEN KROOSSOORTEN VOOR O-PO₄³⁻ (T-TEST)

	L. minor	L.gibba	L. minuta	L. trisulca	Spirodela	Wolffia
<i>azolla</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>L. minor</i>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>L.gibba</i>			0,00	0,00	0,00	0,90
<i>L. minuta</i>				0,00	0,26	0,00
<i>L. trisulca</i>					0,00	0,00
<i>Spirodela</i>						0,00

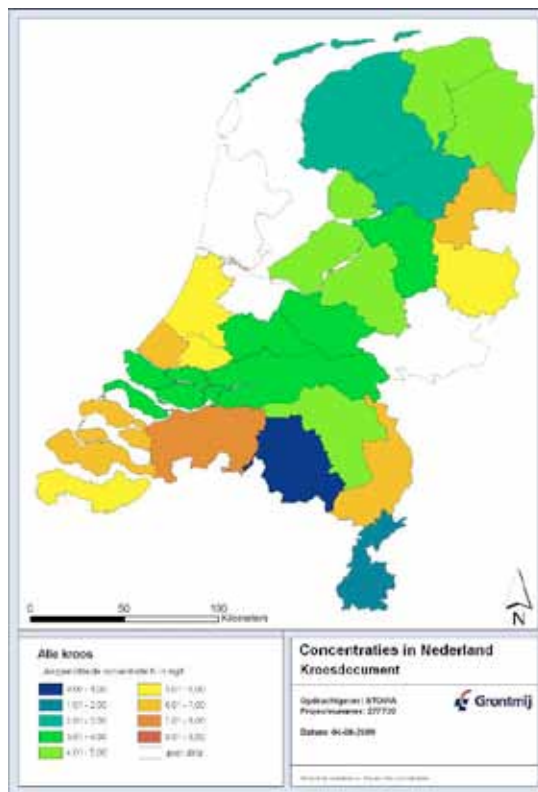
TABEL B3.8 TOETSING SIGNIFICANTE VERSCHILLEN KROOSSOORTEN VOOR O₂ VERZADIGINGSPERCENTAGE (T-TEST)

	L. minor	L.gibba	L. minuta	L. trisulca	Spirodela	Wolffia
<i>azolla</i>	0,83	0,00	0,02	0,59	0,30	0,00
<i>L. minor</i>		0,00	0,00	0,11	0,00	0,00
<i>L.gibba</i>			0,72	0,00	0,00	0,31
<i>L. minuta</i>				0,01	0,02	0,33
<i>L. trisulca</i>					0,37	0,00
<i>Spirodela</i>						0,00

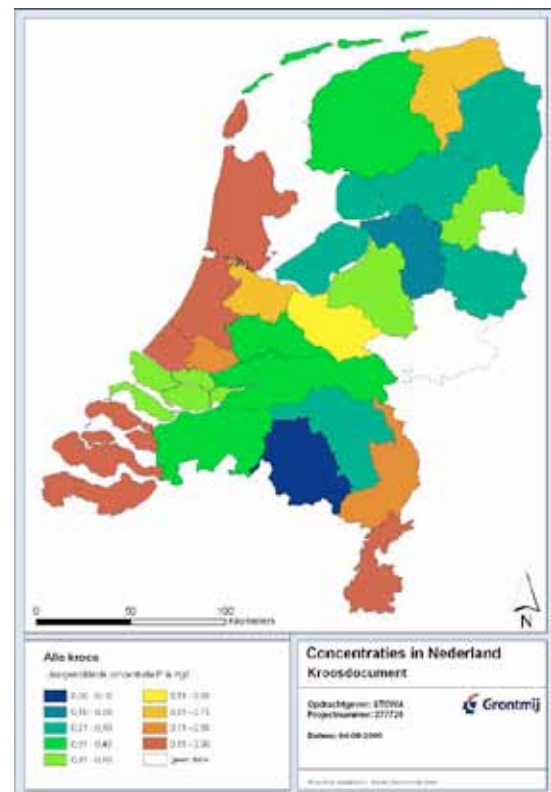
BIJLAGE 4

GEMIDDELDE CHEMISCHE SAMENSTELLING WATER PER KROOSSOORT PER WATERBEHEERDER

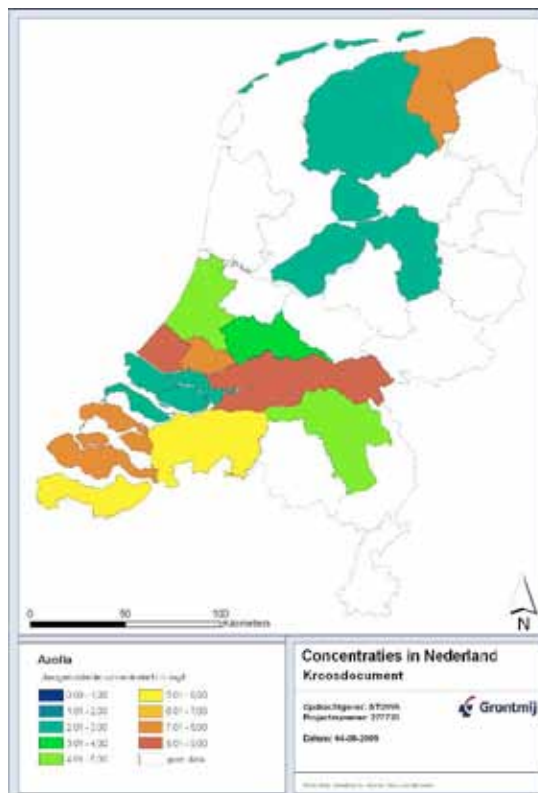
FIGUUR B4-1: CONCENTRATIE N IN MG/L BIJ ALLE SOORTEN



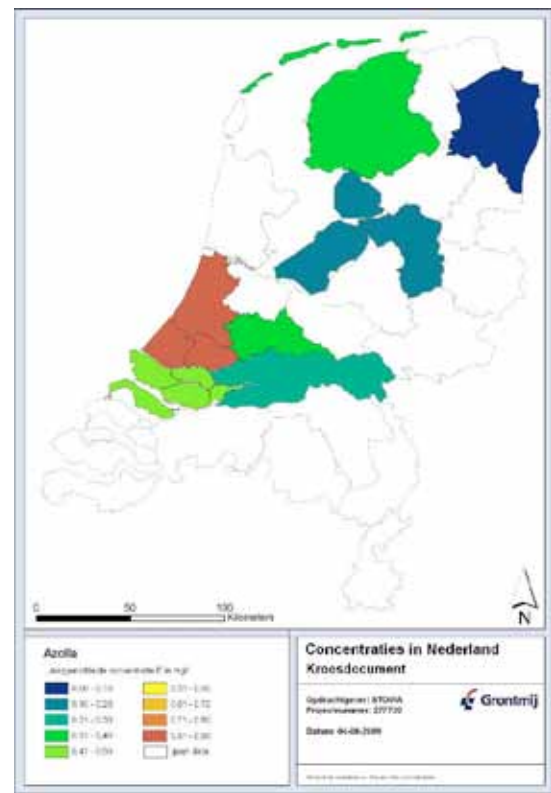
FIGUUR B4-2: CONCENTRATIE P IN MG/L BIJ ALLE SOORTEN



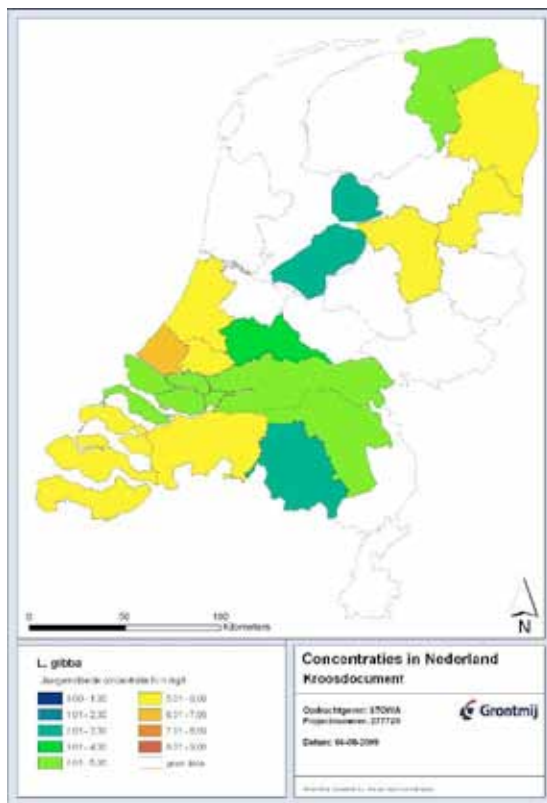
FIGUUR B4-3: CONCENTRATIE N IN MG/L BIJ AZOLLA FILICULOIDES



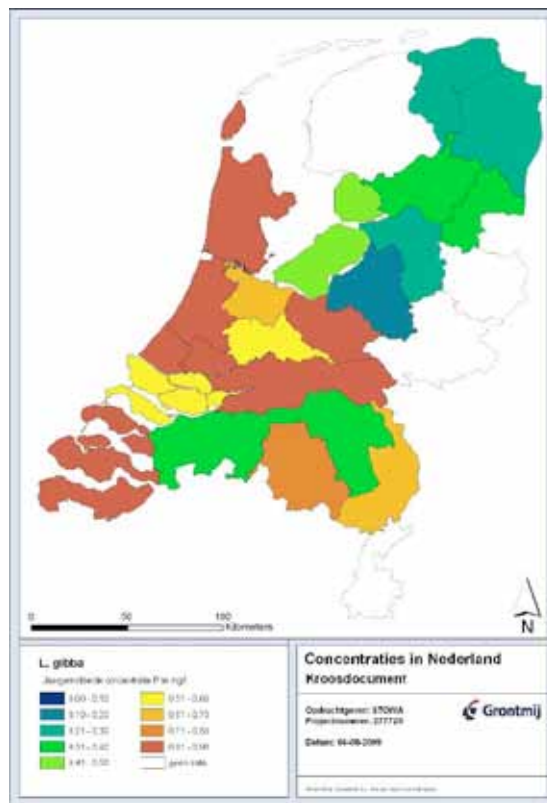
FIGUUR B4-4: CONCENTRATIE P IN MG/L BIJ AZOLLA FILICULOIDES



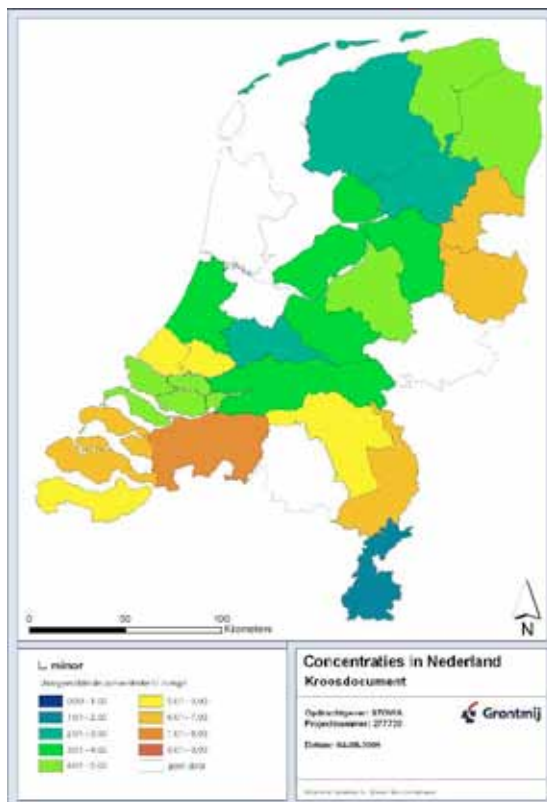
FIGUUR B4-5: CONCENTRATIE N IN MG/L BIJ LEMNA GIBBA



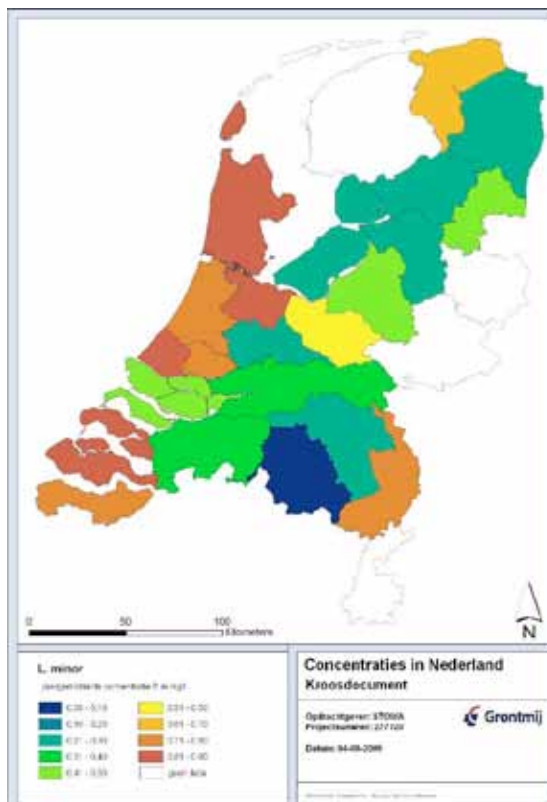
FIGUUR 4-6: CONCENTRATIE P IN MG/L BIJ LEMNA GIBBA



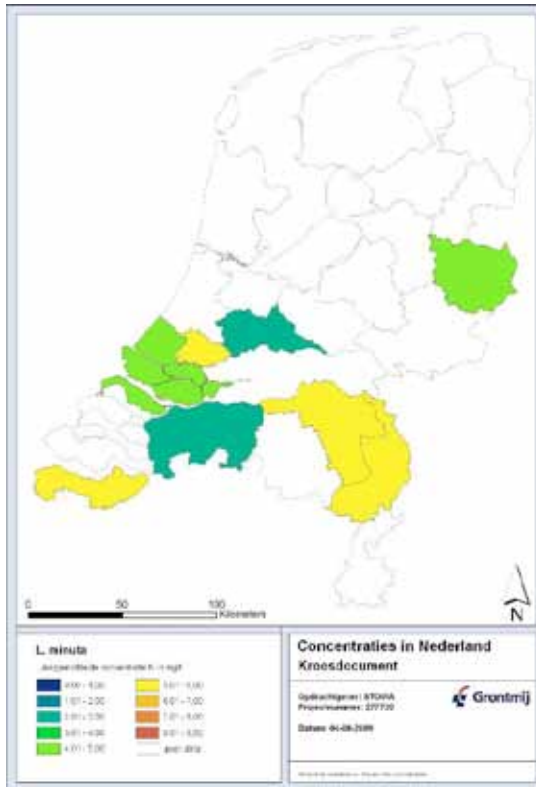
FIGUUR B4-7: CONCENTRATIE N IN MG/L BIJ LEMNA MINOR



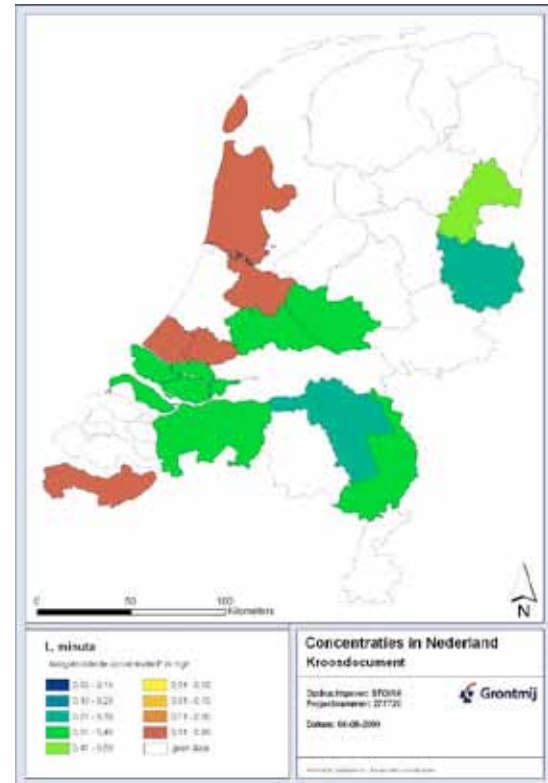
FIGUUR B4-8: CONCENTRATIE P IN MG/L BIJ LEMNA MINOR



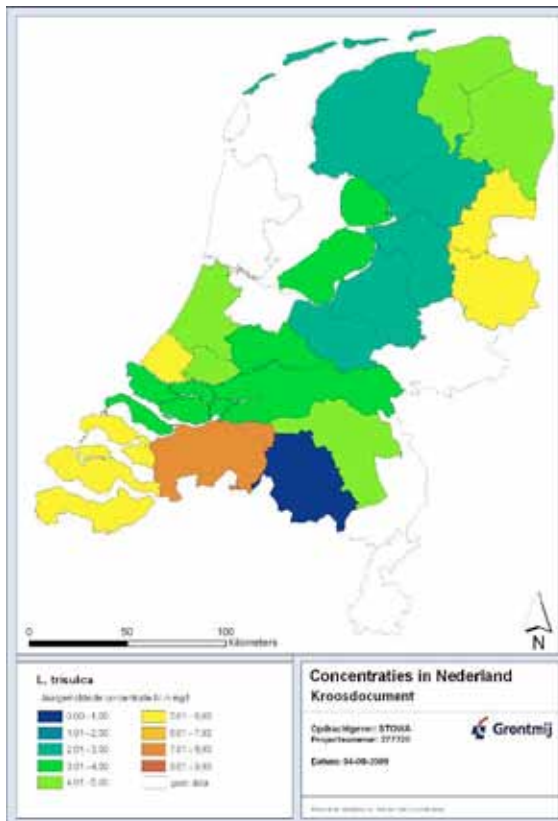
FIGUUR B4-9: CONCENTRATIE N IN MG/L BIJ LEMNA MINUTA



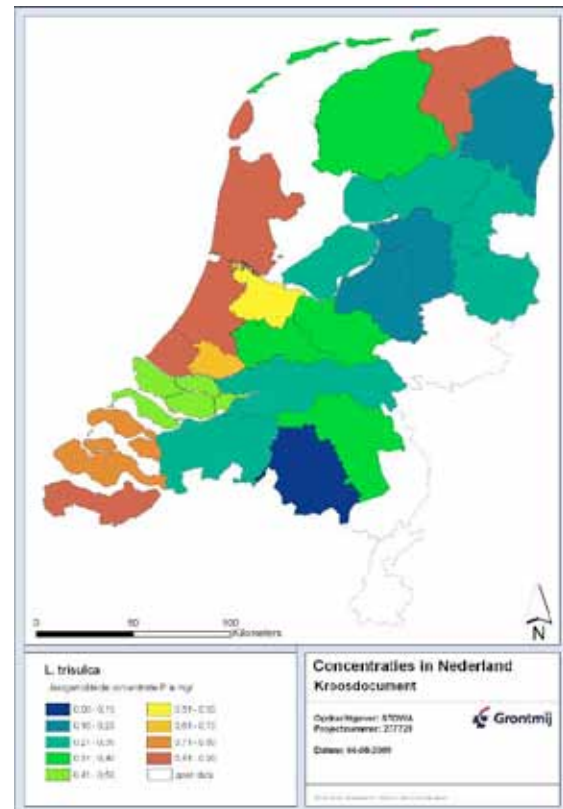
FIGUUR B4-10: CONCENTRATIE P IN MG/L BIJ LEMNA MINUTA



FIGUUR B4-11: CONCENTRATIE N IN MG/L BIJ LEMNA TRISULCA



FIGUUR B4-12: CONCENTRATIES P IN MG/L BIJ LEMNA TRISULCA



BIJLAGE 5

VERSLAGEN TELEFONISCHE ENQUETES
MET BETREKKING TOT BELEID
KROOSVERWIJDERING

Bij de waterschappen in laag-Nederland, met uitzondering van Delfland en Schieland, is op dinsdag 7 juli en woensdag 8 juli geïnventariseerd welk beleid gehanteerd wordt ten aanzien van kroos. Bij Delfland en Schieland is reeds navraag gedaan en van deze organisaties zijn documenten ontvangen. In het onderstaande overzicht zijn de waterschappen weergegeven waarmee in het kader van deze belronde contact is opgenomen.

Waterschap: Wetterskip Fryslân

Telefoonnummer: 058 292 2222

Gesproken persoon: Roemer Draaijer; Rayonbeheerder

Resultaat:

In praktijk komt het erop neer dat het waterschap kroos niet als een probleem beschouwt zolang het geen belemmering is voor de waterdoorvoer. Vanwege de groeivorm belemmert kroos bijna nooit de waterafvoer. Dit betekent dat vanuit deze optiek kroos nooit verwijderd wordt.

In woonwijken gebeurt het nog wel eens een kroosdek stankoverlast veroorzaakt. Zodra het waterschap dit constateert of klachten ontvangt van omwonenden, verwijdert het waterschap het kroos.

Kroos wordt nooit verwijderd vanuit de optiek van het ecologisch functioneren, bijvoorbeeld als kroos andere waterplanten, zoals waterlelies, verdringt. Kroos is meestal geen probleem voor de waterkwaliteit.

Waterschap: HDSR

Telefoonnummer: 030 634 5700

Gesproken persoon: dhr. Molleman; beheerder Cultuurtechniek bij Watersysteembeheer

Resultaat:

Op 5 meetpunten die verspreid in het beheergebied liggen, wordt onder andere gekeken naar de aanwezigheid van kroos en in welke mate. Op één van de meetpunten was een kroosdek van circa twee centimeter geconstateerd maar dat was binnen enkele weken ook weer weg. De heer Molleman heeft op basis van de informatie die hem tijdens de kroosdag ter ore kwam voorgesteld een uitgebreider meetnet op te zetten.

HDSR hanteert ten aanzien van kroos een passief beleid, dat voornamelijk door klachten gestuurd wordt. De meeste klachten komen uit stedelijk gebied. In Nieuwegein zijn er wel eens klachten over kroos geweest, nadat er gebaggerd was. Hij meende op basis van de presentaties tijdens de kroosdag dat ook bij Vallei en Eem de klachten over kroos toenamen na het baggeren.

Waterschap: Hollands Noorderkwartier

Telefoonnummer: 0299 663 000

Gesproken persoon: Martin Koopman; rayonbeheerder

Resultaat:

De heer Koopman vertelde dat er geen beleid is ten aanzien van kroos. Kroos wordt niet verwijderd. Het is een natuurverschijnsel, zo zei hij, waaruit op te maken is dat het niet als een probleem beschouwd wordt. Bij klachten over kroos hangt het af van de status van de sloot – poldersloot of schouwsloot – wie actie onderneemt.

Waterschap: Hoogheemraadschap van Rijnland

Telefoonnummer: 071-3063063

Gesproken persoon: Luciënne Vuijster.

Resultaat:

Bij Rijnland is er niet echt beleid ten aanzien van kroos. In het verleden was er wel iets van een protocol, waarin onder andere het oppervlak dat bedekt is met kroos een criterium was. Daarnaast waren klachten over stankoverlast en vissterfte een reden voor kroosverwijdering. Deze laatste twee criteria zijn vermoedelijk nog steeds een aanleiding om kroos te verwijderen. Kroos wordt in ieder geval niet preventief verwijderd.

Daarnaast wordt kroos ook verwijderd als het de waterafvoer stremt. Dit gebeurt wel eens. Bij gemalen staat in het algemeen een krooshek. Daardoor is er op de grotere wateren nauwelijks last van kroosgroei.

Kroos is voornamelijk een zaak die bij uitvoerende partijen ligt, zo merkte zij op.

De KRW is voor kroos niet bepalend. Als kroos een probleem is, dan is dat vaak in ondiepe, smalle slootjes. Dit zijn de wateren die niet tot KRW-waterlichaam zijn benoemd.

Luciënne: “Op dit moment hebben wij geen richtlijnen met beslismomenten om tot kroosverwijdering over te gaan. Tot nu toe hebben we alleen kroos verwijderd, met uitzondering van vorig jaar, daar waar de vissen naar lucht begonnen te happen en daar waar de meeste klachten vandaan kwamen, brandjes blussen dus. Vorig jaar met het kroos verwijderingsproject hebben we verschillende locaties uitgezocht met een gegarandeerde grote hoeveelheid kroos om te kunnen verwijderen. Na het kiezen van de meest effectieve verwijdermethode vervolgen we dit jaar ons onderzoek om richtlijnen met beslismomenten te kunnen vaststellen. Voor de verschillende locaties is er per locatie afgesproken bij welk bedekkingpercentage kroos verwijderd gaat worden.”

