



VAN DER KOOIJ
CLEAN TECHNOLOGIES

Groenresten uit het waterbeheer Bioraffinage en vezelverwaarding



Literatuuronderzoek en businesscase
analyses

15 april 2016



VAN DER KOOIJ
CLEAN TECHNOLOGIES

Groenresten uit het waterbeheer

Bioraffinage en vezelverwaarding

Literatuuronderzoek en businesscase analyses

dossier : P005-04-002

registratienummer : 2016-04-15P005-01

versie : 2

classificatie : Klant vertrouwelijk

15 april 2016

INHOUD	BLAD	
1	INLEIDING	3
2	HOEVEELHEDEN EN SAMENSTELLING MAAISELS	5
2.1	Enquête onder 7 waterschappen	5
2.2	Extrapolatie naar heel Nederland	8
2.3	Seizoensvariatie	9
3	INVENTARISATIE SAMENSTELLING PLANTEN	11
4	BIORAFFINAGEMETHODEN	14
4.1	Feedstock handling.	14
4.2	Pretreatment	15
5	ANALYSE BUSINESSCASES	19
5.1	Analyse: raffinage en verwaarding tot minder zuivere vezels	24
5.2	Analyse: meer opbrengsten uit eiwitten en verwaarding tot zuivere vezels	26
5.3	Analyse: idem 5.2, riet en lisdodde in schimmelteelt	28
5.4	Analyse alle planten, verwaarding tot vezels voor composieten	30
6	CONCLUSIES	33
7	COLOFON	36
	BIJLAGE 1. SAMENVATTINGEN LITERATUURONDERZOEK	1
1	ALGEMEEN	2
2	AZOLLA FILICULOIDES, GROTE KROOSVAREN	3
2.1	Voorkomen	3
2.2	Samenstelling	4
3	HYDROCOTYLE RANUNCULOIDES, GROTE WATERNAVEL	7
3.1	Voorkomen	7
3.2	Samenstelling	10
4	KLEIN KROOS/ EENDENKROOS - LEMNA MINOR	12
4.1	Voorkomen	12
4.2	Samenstelling	15
5	MYRIOPHYLLUM AQUATICUM, PARELVEDERKRUID	21
5.1	Voorkomen	21
5.2	Samenstelling	23
6	LUDWIGIA GRANDIFLORA, WATERTEUNISBLOEM	27
6.1	Voorkomen	27
6.2	Samenstelling	30

7	POTAMOGETON PERFOLIATUS L., DOORGROEID FONTEINKRUID	31
7.1	Voorkomen	31
7.2	Samenstelling	33
8	ELODEA NUTTALLII, SMALLE WATERPEST	41
8.1	Voorkomen	41
8.2	Samenstelling	44
9	CABOMBA CAROLINIANA, WATERWAAIER	48
9.1	Voorkomen	48
9.2	Samenstelling	52
10	PHRAGMITES AUSTRALIS, RIET	54
10.1	Voorkomen	54
10.2	Samenstelling	56
11	GLYCERIA MAXIMA, LIESGRAS	59
11.1	Voorkomen	59
11.2	Samenstelling	60
12	URTICA DIOICA, GROTE/GEWONE BRANDNETEL	65
12.1	Voorkomen	65
12.2	Samenstelling	67
13	TYPHA LATIFOLIA L., GROTE LISDODDE	75
13.1	Voorkomen	75
13.2	Samenstelling	78
14	SEIZOENSINVLOEDEN	81
15	MAAIBEHEER EN LOGISTIEK	84
15.1	Wet- en regelgeving	84
15.2	Huidige praktijk maaibeheer waterschappen	89
15.3	Onderhoud bermen, plantsoenen, natuurgebieden, etc.	90
15.4	Maaimethoden	90
15.5	Transport en verwerking	96
16	SAMENVATTING DATABASE	104
17	GERAADPLEEGDE BRONNEN	108

1 INLEIDING

De waterschappen in Nederland onderhouden het watersysteem. De taken zijn onder andere de waterkeringszorg, het waterkwantiteitsbeheer en het waterkwaliteitsbeheer.

Een belangrijk ieder jaar terugkerend onderdeel is het maaien van de watergangen, zowel onder water als een deel van de waterkant en in voorkomende gevallen ook de waterkeringen. De maaisels worden deels afgevoerd en gecomposteerd of blijven achter en vervallen aan de landeigenaar. Deze vorm van onderhoud kost veel geld.

Omdat de maaisels waardevolle bestanddelen bevatten, zoals eiwitten en vezels, zou het winnen en bewerken daarn (raffineren) waardevolle grondstoffen kunnen opleveren, waardoor de kosten van het waterbeheer enigszins gelenigd zouden kunnen worden. In laboratoria en in pilots is gebleken dat het haalbaar is deze grondstoffen uit gras te winnen, maar zou dat ook kunnen voor maaisels van planten als brandnetel, waterpest, fonteinkruid, riet, etc.? En zou dit ook kunnen als de maaisels als mengsel worden aangeboden voor verwerking?

Een praktijkonderzoek moet dit uitwijzen. Een aantal waterschappen onder leiding van het waterschap Aa en Maas hebben hiertoe een projectvoorstel gemaakt en willen dit gezamenlijk uitvoeren en deels ook financieren. STOWA wil het andere deel van dit praktijkonderzoek financieren.

Ter voorbereiding van het praktijkonderzoek is een businesscase analyse uitgevoerd, dat voor u ligt. Het doel daarvan is te bepalen wat de kosten en baten zijn voor de waterschappen van het verwerken van de maaisels tot grondstoffen voor industrieel en agrarische gebruik. Voor een dergelijke analyse is informatie nodig over de hoeveelheden maaisels, de plantensamenstelling van de maaisels en de stoffen die voorkomen in de planten. Van geen van drie (hoeveelheden, plantensamenstelling en plantenstoffen) bleken toegankelijke data te bestaan. Om deze data te verzamelen is daarom een literatuuronderzoek uitgevoerd. De data moesten uit vele bronnen verzameld worden, omdat er van de beoogde plantenmaaisels geen data(bases) beschikbaar zijn. Verder is onder de deelnemende waterschappen een enquête uitgevoerd naar de hoeveelheden maaisels en de samenstelling daarvan. Data van deze hoeveelheden en samenstellingen waren ook niet beschikbaar.

De resultaten van de enquête en van het literatuuronderzoek zijn in databases verwerkt. Met de resultaten daarvan zijn analyses van business cases uitgevoerd.

Met behulp van de databases is een model gemaakt om de financiële haalbaarheid van businesscases te bepalen als deze grondstoffen gebruikt worden in veevoeders en mest(co)vergisters, papier- en karton productie, fabricage van composieten en het winnen van mineralen. Als benchmark is daarbij het composteren van maaisels aangehouden.

Het voorliggende rapport is een verslag van dit onderzoek. Ruim 60 publicaties zijn geraadpleegd. Aanvankelijk begon het onderzoek met de woekerende waterplanten, zoals Grote Waternavel en Cabomba. Deze exoten staan op de zogenaamde zwartelijst en mogen niet meer verhandeld worden. Ze beginnen een steeds grotere plaag te worden in de watergangen.

Ze woekeren sterk en leiden tot problemen in het waterbeheer. Vanwege de mogelijke economische schade van invasieve exoten, is er een inventarisatie uitgevoerd onder waterbeheerders naar welke soorten waterplanten zouden moeten verdwijnen uit de handel en kweek (ook wel de zwarte lijst van waterplantexoten genoemd) (Zonderwijk, 2008). De top-vijf zwarte lijst soorten zijn:

1. grote waternavel (*Hydrocotyle ranunculoides*)
2. parelvederkruid (*Myriophyllum aquaticum*)
3. waterteunisbloem (*Ludwigia grandiflora*)
4. grote kroosvaren (*Azolla filliculoides*)

5. watercrassula (Crassula helmsii)

Vooral de grote waternavel (Hydrocotyle ranunculoides) kan lokaal een ernstig probleem vormen. Bijna alle waterschappen verwijderen de grote waternavel vanwege de overlast.

Bron: <http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl1355-Exoten-in-zoet-water.html?i=2-41>

Op verzoek van een aantal deelnemende waterschappen is, gaande dit literatuuronderzoek, dit uitgebreid met een aantal veelvoorkomende landplanten, zoals brandnetel, riet en liesgras. Deze planten vormen de bulk van het maaisel dat ieder jaar wordt verkregen bij het onderhoud.

Het voorliggende rapport is een verslag van dit gehele voorbereidende onderzoek.

Paragraaf 2 behandelt de inventarisatie van de hoeveelheden maaisels en de plantensamenstelling. Hiervoor is een enquête uitgevoerd.

In paragraaf 3 worden de plantenstoffen behandeld. Aan de hand van een literatuuronderzoek zijn stofgegevens van planten verzameld en in een database geplaatst. Een samenvatting van de geraadpleegde literatuur en van de database is te vinden in bijlage 1.

Paragraaf 4 beschrijft de technologie van bioraffinage en vezelverwaarding. Tevens wordt een overzicht gegeven van de technologieën die nu, veelal nog op kleine schaal, beschikbaar zijn. Op basis van de geschiktheid en beschikbaarheid is een keuze gemaakt van technologieën die geschikt zijn voor de praktijkonderzoeken.

Paragraaf 5 gaat in op de businesscases. Hoe presteren de verschillende maaisels en mengsels daarvan voor de gekozen technologieën en wat zijn de revenuen ten opzichte van het composteren van de maaisels? Paragraaf 6 behandelt de conclusies.

In bijlage 1 zijn per plant gegevens over het vóórkomen en de samenstelling beschreven.

2 HOEVEELHEDEN EN SAMENSTELLING MAAISELS

In het kader van de voorbereiding van de praktijkproef bioraffinage groenresten waterbeheer is een enquête gehouden naar de soorten en hoeveelheden planten die gemaaid worden. Het doel is te bepalen welke planten onderwerp moeten worden voor de in de zomer van 2016 uit te voeren praktijkproef met maaisels van planten van oevers, nat profiel en met exoten. Daarbij is ook gevraagd naar de maaiperiodes en de bestemming van het maaisel.

In deze paragraaf worden de resultaten van de enquête behandeld en de extrapolatie naar heel Nederland.

2.1 Enquête onder 7 waterschappen

Aan de enquête namen de 7 aan de praktijkproef deelnemende waterschappen deel. Dit zijn Zuiderzeeland, Aa en Maas, Vallei en Veluwe, Waternet, Stichtse Rijnlanden, Fryslân en Noorderkwartier.

Tabel 2-1 Samenvatting resultaten van de enquête onder 7 waterschappen en de gebiedscoöperatie Gastvrije Randmeren. Weergegeven zijn de gemaaide massa's, ton nat

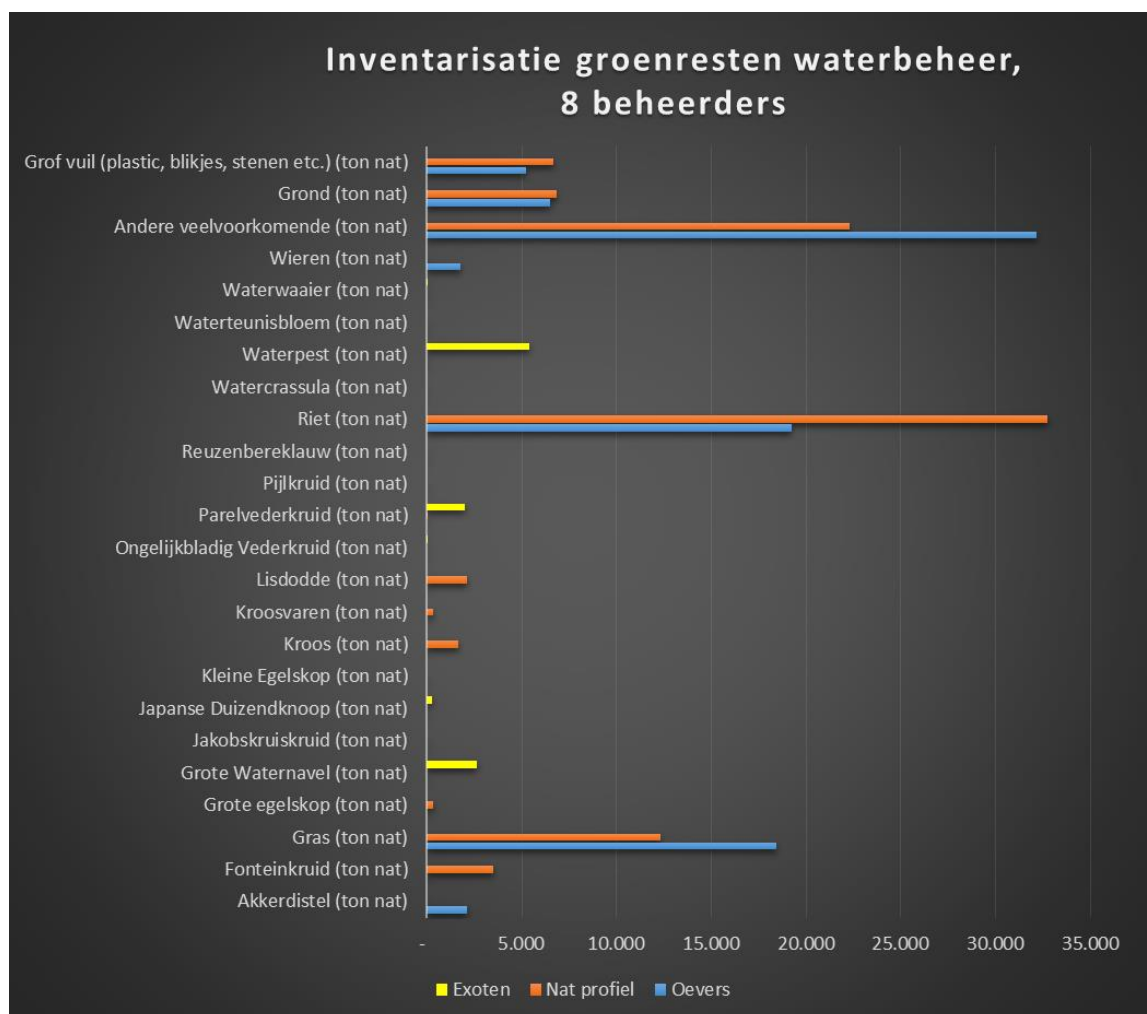
Soort	Oevers	Nat profiel	Exoten	Totaal	
Akkerdistel	2.088	-	-	2.088	1,1%
Fonteinkruid	-	3.521	-	3.521	1,9%
Gras	18.430	12.333	-	30.763	16,7%
Grote egelskop	-	340	-	340	0,2%
Grote Waternavel	-	-	2.646	2.646	1,4%
Jakobskruiskruid	-	-	-	-	0,0%
Japanse Duizendknoop	-	-	244	244	0,1%
Kleine Egelskop	-	-	-	-	0,0%
Kroos	-	1.630	-	1.630	0,9%
Kroosvaren	-	340	-	340	0,2%
Lisdodde	-	2.138	-	2.138	1,2%
Ongelijkbladig Vederkruid	-	-	50	50	0,0%
Parelvederkruid	-	0	2.000	2.000	1,1%
Pijlkruid	-	-	-	-	0,0%
Reuzenbereklauw	-	-	-	-	0,0%
Riet	19.251	32.753	-	52.004	28,1%
Watercrassula	-	-	-	-	0,0%
Waterpest	-	-	5.400	5.400	2,9%
Waterteunisbloem	-	-	-	-	0,0%
Waterwaaier	-	-	50	50	0,03%
Wieren	1.783	-	-	1.783	1,0%
Andere veelvoorkomende	32.176	22.314	-	54.490	29,5%
Grond	6.526	6.870	-	13.396	7,3%
Grof vuil (plastic, blikjes, stenen etc.)	5.208	6.666	-	11.874	6,4%
Totaal	85.462	88.904	10.390	184.756	100,0%

Als 8^e is informatie van de gebiedscoöperatie Gastvrije Randmeren gebruikt. Deze gebiedscoöperatie verzorgt namens de aanliggende gemeenten en Rijkswaterstaat het maaibeheer van de woekerende waterplanten in de Veluwerandmeren. De resultaten zijn in tabel 2.1 en figuur 2.1 samengevat.

De resultaten zijn verwerkt in een spreadsheet. De invulling verschilde nogal per waterschap. Sommige enquêtes waren vrij nauwkeurig ingevuld, met detaillering van maaiperioden, herkomst (oevers, nat profiel, exoten), soorten planten en massa's. Anderen konden bijna niets opgeven. Door gegevens te combineren, was het toch mogelijk kwantitatieve uitspraken te doen.

Een voorbeeld daarvan is het combineren van samenstellingen van maaisels. Verwacht mag worden dat waterschappen, beiden met veel veen- en kleigronden, vergelijkbare vegetatie zullen hebben. Het mag dan dus veracht worden dat de maaisels een vergelijkbare samenstelling hebben. Daarom zijn de data van een waterschap, dat meer details over de plantensamenstelling op kon geven, gebruikt voor een schatting van de samenstelling van een waterschap dat dat niet kon.

Figuur 2-1 Samenvatting resultaten van de enquête onder 8 waterschappen. Weergegeven zijn de gemaaide massa's, ton nat



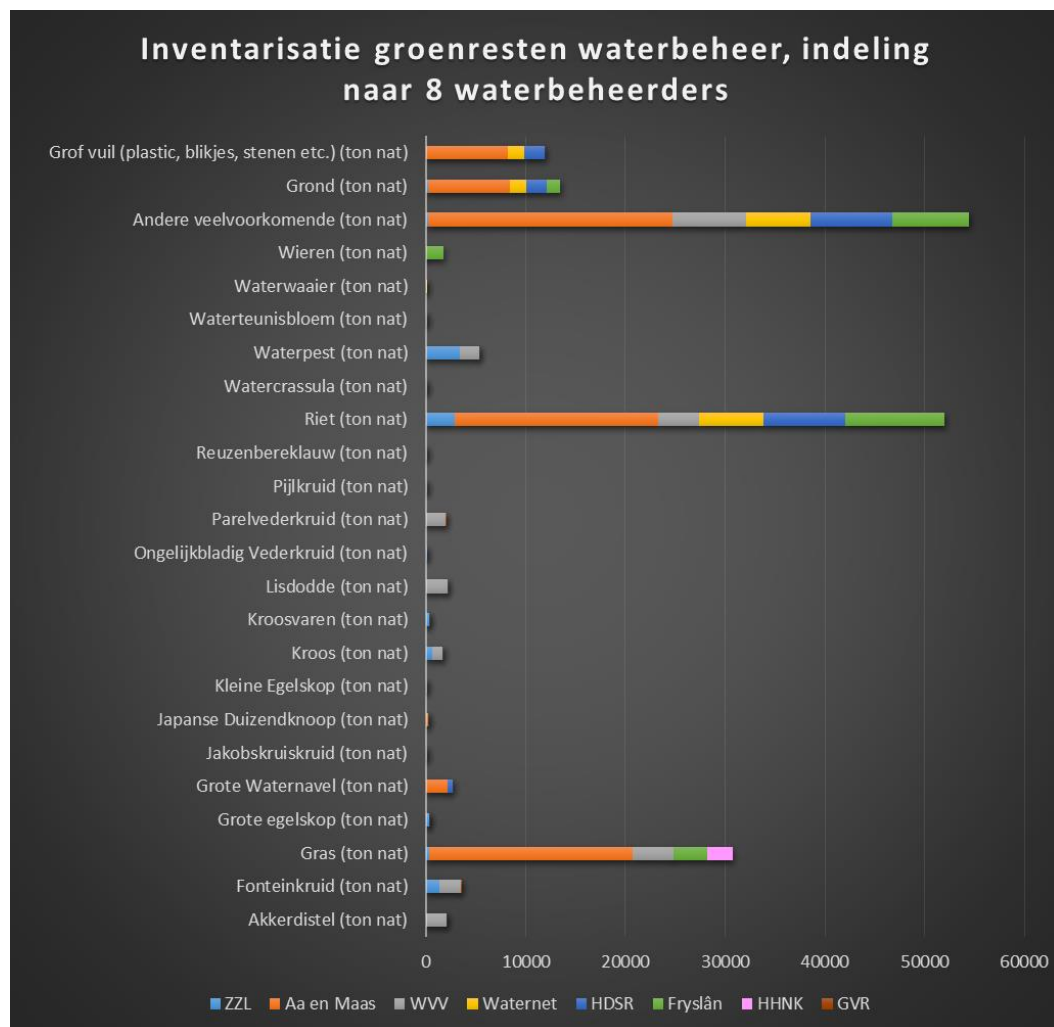
De nauwkeurigheid van de enquête wordt geschat op 50%. Dit houdt in dat 50% meer, maar ook 50% minder kan worden gemaaid.

Tenzij anders is overeengekomen, vervallen de maaisels aan de aannemer. Geschat wordt dat 25%-50% van de maaisels wordt afgevoerd, meestal naar een composteerder, soms naar boeren. De rest blijft liggen. Exoten worden volledig afgevoerd. In stedelijk gebied en in geval van exoten worden de maaisels afgevoerd naar een composteerder. In het landelijk gebied blijven de maaisels achter op de oever.

Opvallend is het grote aandeel “andere veelvoorkomende planten” (ca 30%) en het aandeel grof vuil en grond (ca 14%). Riet, (lies)gras, brandnetel en waterpest zijn de meest gemaaide planten. Grasachtigen, zegge, biezen, brandnetel, zuringsoorten, distel, pitrus, grote berenklaau en lisdodde vallen onder de “andere veelvoorkomende planten”. Brandnetel wordt daarbij het vaakst genoemd. Om die reden is aangenomen dat 20% van de “andere veelvoorkomende planten” bestaat uit brandnetel.

De opgaves van het Wetterskip Fryslân waren dermate laag dat iom Yede van der Kooij deze met een factor 100 zijn vermenigvuldigd. Als enige heeft het Wetterskip te maken met wieren, die aanspoelen op de vloedlijn van de Waddenzeekust. Deze worden regelmatig weggehaald.

Figuur 2-2. Tonnen natte maaisels, indeling naar waterschap.

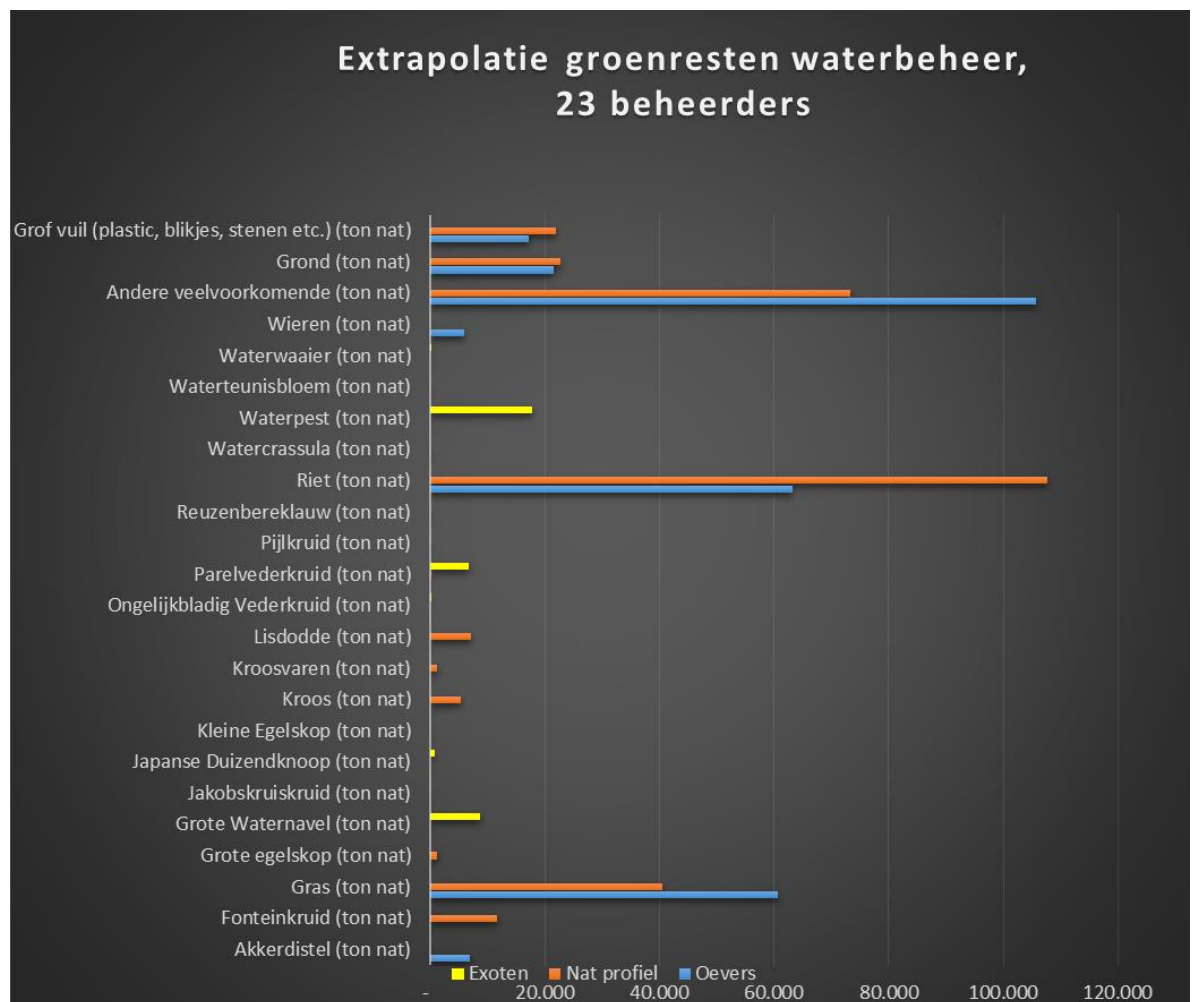


Van de geënquêteerde waterschappen maait Aa en Maas het meest. Van alle gemaaide biomassa is ca 45% afkomstig van Aa en Maas, gevolgd door WVV, Waternet en Fryslân (elk ca 10-15%). Zie figuur 2.2.

2.2 Extrapolatie naar heel Nederland

Nederland heeft 23 waterschappen. Door de enquêteresultaten te extrapoleren, door de resultaten met 23/8 te vermenigvuldigen, naar 23 waterschappen, ontstaat een grove indicatie van de hoeveelheid planten die de Nederlandse waterbeheerders jaarlijks (laten) maaien. Totaal is dit ruim 500.000 ton natte biomassa, zie figuur 2.3.

Figuur 2-3 Extrapolatie tonnen natte maaaisels naar de schaal van Nederland.



Deze massa is een onderschatting van het maaiwerk dat voor het waterbeheer gedaan wordt:

- Eén waterschap kon geen opgave doen van wat gemaaid is. In de extrapolatie is hiervoor gecorrigeerd.
- De opgaves betreffen het maaiwerk van de waterschappen zelf. Bij wet is geregeld dat het maaiwerk van de kleine watergangen voor rekening is van de eigenaren. Die “particuliere” massa ontbreekt.

2.3 Seizoensvariatie

Het maaiwerk vindt voornamelijk in de periode juni-november plaats. Ongeveer de helft van de geënquêteerden heeft opgegeven wanneer de maaiperiodes zijn en hoeveel per periode gemaaid wordt. Tabel 2.2 geeft een samenvatting van het overzicht van de hoeveelheden planten die 2-maandelijks worden gemaaid. Hieruit blijkt dat bijna 60% gemaaid wordt in oktober-november. Voor riet loopt dit in de winter door.

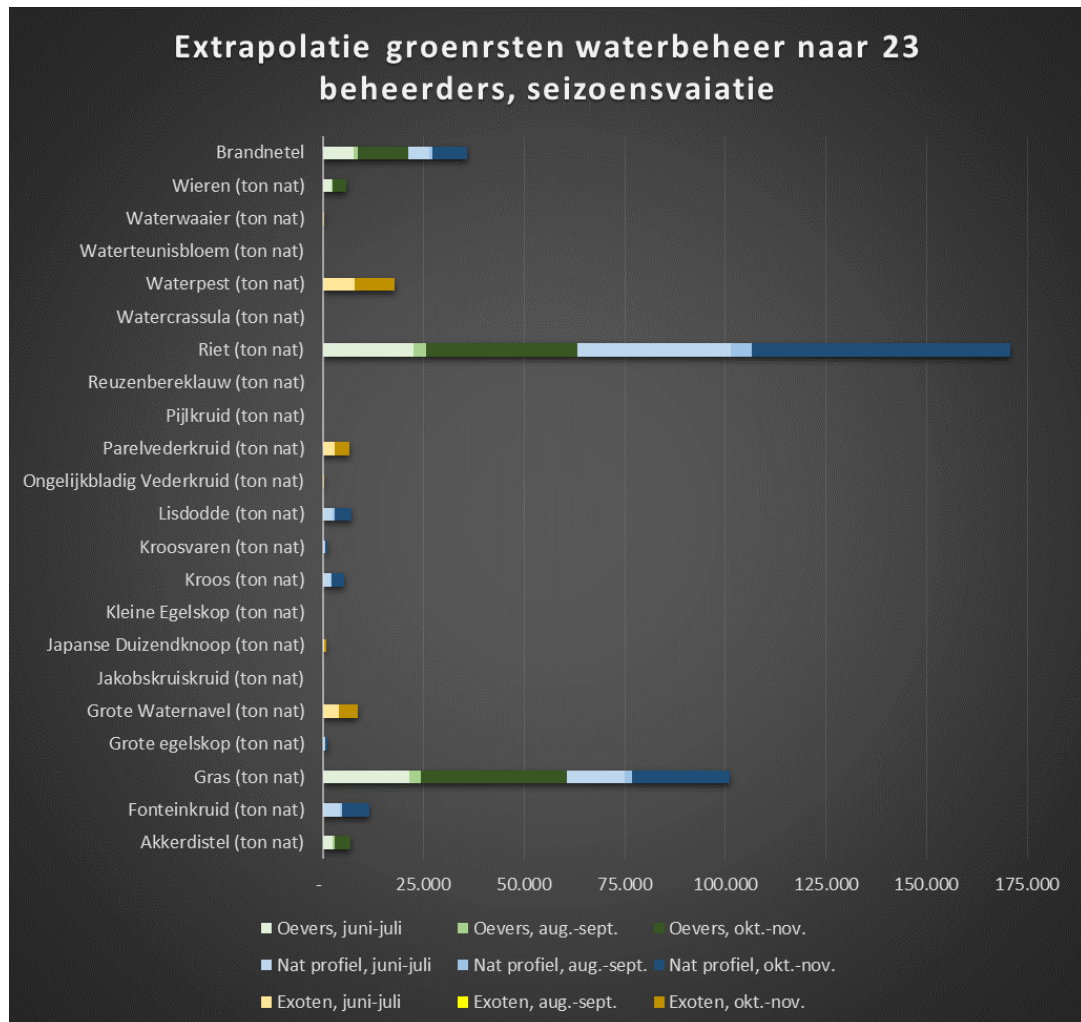
Tabel 2-2 Maaiwerk over het maaiseizoen.

	juni-juli	aug.- sept.	okt.-nov.
Oevers	16%	2%	28%
Nat profiel	17%	2%	29%
Exoten	3%	0%	3%
Totaal	36%	5%	59%

Met de extrapolatie uit figuur 2.4 is een overzicht gemaakt van de gemaaide massa's planten in de periode juni-november. Per plantensoort is indicatief opgegeven wanneer en hoeveel ton gemaaid wordt. Verder is weergegeven hoeveel brandnetel (schatting is 20% van de "andere veelvoorkomende planten") gemaaid wordt en zijn grond en grof vuil niet meer weergegeven.

Totaal is op deze manier geschat dat jaarlijks ca 500.000 ton maaisel wordt verkregen. Dit zal eerder meer dan minder zijn. Geschat wordt dat 25%-50% van de maaisels wordt afgevoerd. De totale "markt" is daarmee minimaal 125.000-250.000 ton maaisel.

Figuur 2-4 Tonnen natte maisels over het seizoen verdeeld.



3 INVENTARISATIE SAMENSTELLING PLANTEN

Van de volgende planten is de samenstelling geïnventariseerd en in een database geplaatst.

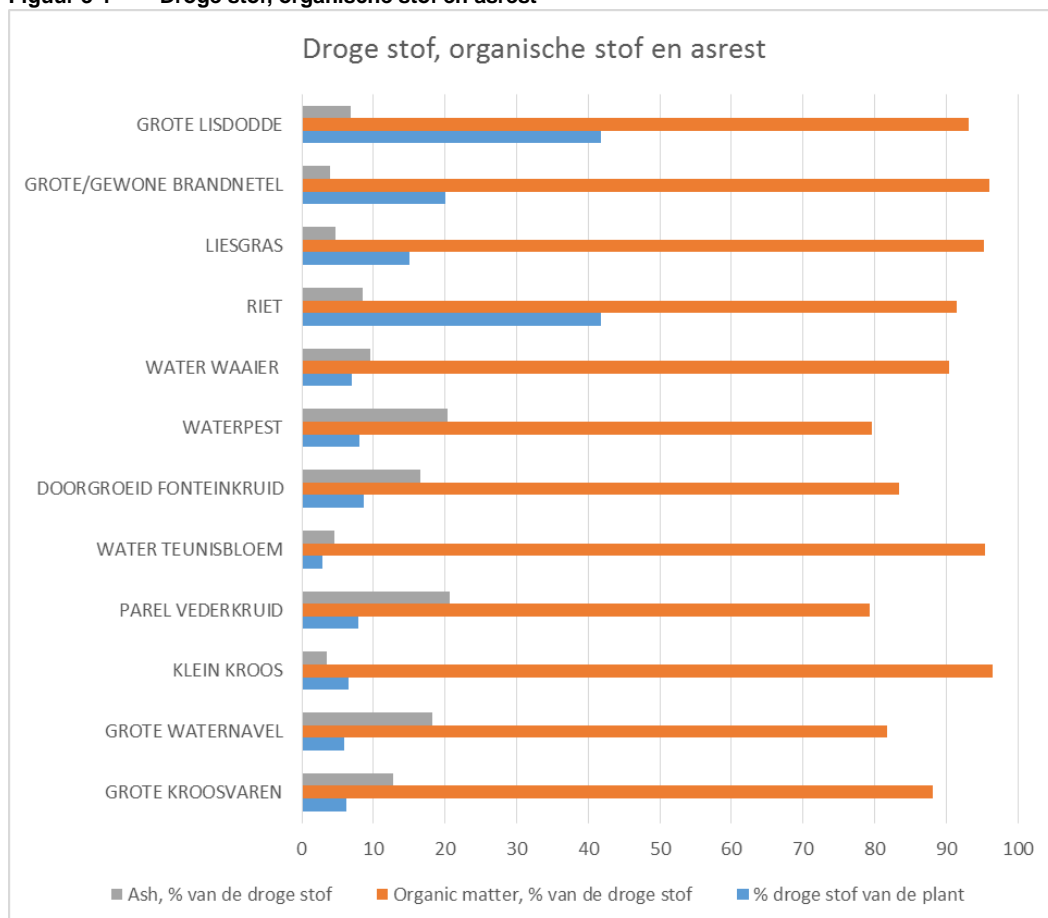
Grote kroosvaren	Waterteunisbloem	Riet
Grote waternavel	Doorgroeid fonteinkruid	Liesgras
Klein kroos	Smalle waterpest	Brandnetel
Parelvederkruid	Waterwaaier	Grote lisdodde

In bijlage 1 zijn per plant gedetailleerde beschrijvingen opgenomen. Totaal zijn ruim 60 publicaties geraadpleegd. Een overzicht van geraadpleegde bronnen is aan het eind van bijlage 1 opgenomen.

De belangrijkste eigenschappen van de geïnventariseerde planten zijn in de figuren 3.1- 3.3 weergegeven. Dit zijn gemiddelde gehalten. Spreidingen zijn ook geïnventariseerd. Deze kunnen oplopen tot ca 30% van het gemiddelde.

Vrijwel alle planten beginnen in maart-april met de groei. De eiwit- en cellulosegehalten nemen dan toe, tot een maximum rond mei-juni. Daarna nemen vooral voor de landplanten de eiwitgehalten af en de ligninegehalten toe. Voor de waterplanten is dit minder goed waarneembaar.

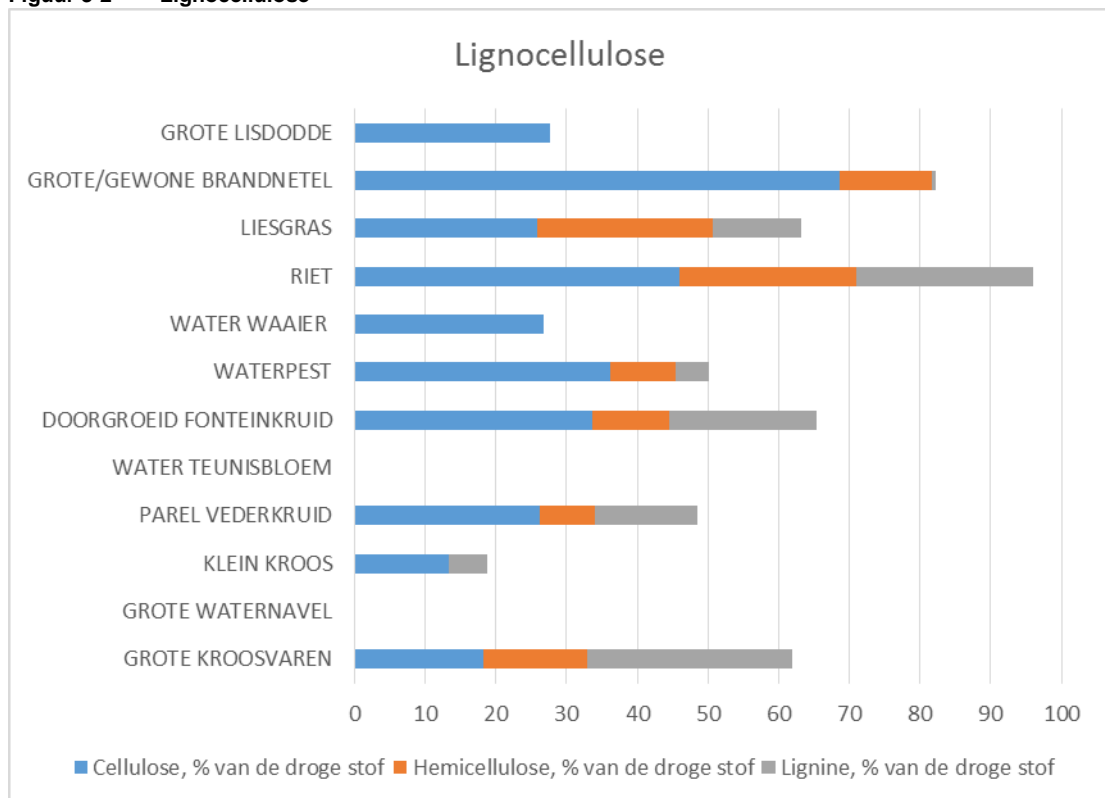
Figuur 3-1 Droge stof, organische stof en asrest



Figuur 3.1 geeft de droge stof, organische stof en asrest weer. De waterplanten bevatten veel meer water (5-8%) dan de landplanten (15-40%). Hierdoor bestaan waterplanten uit meer dan 90% water. Dit is van invloed op de verdere verwerking en de logistiek.

Brandnetel, liesgras, waterteunisbloem en klein kroos hebben de laagste asresten van de droge stof. Dit houdt in dat deze planten weinig mineralen en silicaat hebben in verhouding tot de andere planten.

Figuur 3-2 Lignocellulose

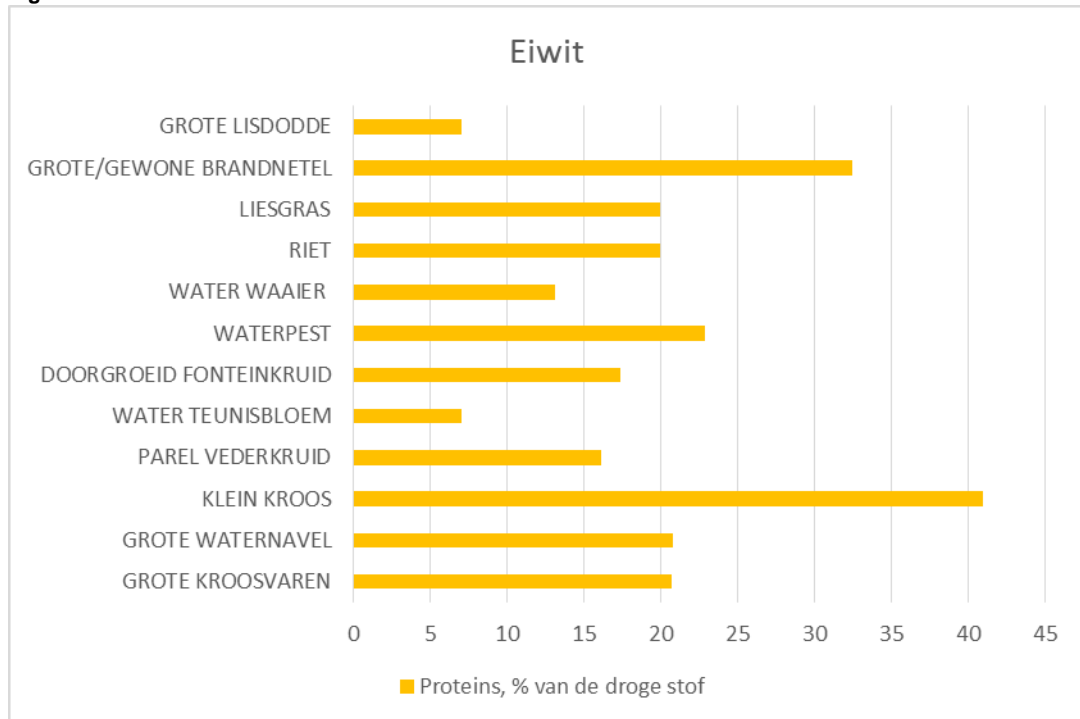


Riet en de brandnetel (figuur 3.2) hebben de hoogste lignocellulosegehalten. De brandnetel springt er uit door de hoge cellulosegehalten, van gemiddeld bijna 70% en vrijwel geen lignine. Hierdoor werd brandnetel vroeger ook gebruikt voor de productie van vezels. Riet, grote waterpest en doorgroeid fonteinkruid volgen daarop, met 35-45% cellulose. Riet heeft echter het nadeel hoge silicaatgehalten te hebben, wat de plant moeilijk bewerkbaar maakt. Riet werd vroeger als jong gewas gebruikt als veevoer.

Lignocellulose is de structuur van de plantencellen en is opgebouwd uit de volgende hoofdcomponenten: cellulose, hemicellulose en lignine. De cellulose is de basis. De hemicellulose en lignine zorgen er voor dat het bij elkaar blijft. De cellulose en hemicellulose zijn opgebouwd uit koolhydraten, de lignine bestaat uit fenolische delen.

Klein kroos (42%) en de brandnetel (33%) hebben de hoogste eiwitgehalten, zie figuur 3.3. Klein kroos wordt de laatste jaren commercieel geteeld om als veevoer te dienen. Liesgras, riet, waterpest, grote waternavel en grote kroosvaren volgen daarop, met ca 20% eiwit.

Figuur 3-3 Eiwit



Wanneer gekeken wordt naar de inhoudsstoffen, dan zijn de brandnetel, klein kroos, riet en doorgroeid fonteinkruid zeer geschikte planten voor raffinage. Vanwege de hardheid (silicaat) is riet alleen geschikt als het net opkomt, in april.

In het bijlagenrapport zijn per plant gedetailleerde beschrijvingen opgenomen.

Om eiwitten te raffineren is het belangrijk dat de maaisels niet ouder zijn dan ca 4-6 uur en dus snel afgevoerd en verwerkt worden. Er treedt anders degradatie op van eiwitten. Daar in maaisels uit het natte profiel vaak vissen en amfibieën voorkomen, zal de waterbeheerder eisen dat de maaisels eerst enige tijd op de kant worden gelegd, om deze dieren vluchtgelegenheid te geven. De wachttijd die dan ontstaat, conflicteert met de noodzaak tot raffinage.

4 BIORAFFINAGEMETHODEN

Er zijn diverse processen om chemicaliën te produceren uit biomassa. De samenstelling van de biomassa bepaalt het proces, dat veelal is opgebouwd uit verschillende stappen. Veel van deze stappen zijn afkomstig uit de pulpindustrie, waar uit houtachtige biomassa vezels/pulp worden gemaakt als basis voor de papier- en kartonproductie. Deze biomassa heeft doorgaans weinig water en weinig eiwit. De processen zijn dan volledig gericht op het verkrijgen van vezels, liefst met zo weinig mogelijk lignine en zo veel mogelijk cellulose.

De waarde van pulp varieert van ca € 80 (oud papier met lignine) tot vele honderden euro's per ton (lange cellulose vezels, geen lignine).

Plantaardige Eiwitten hebben per ton een waarde die varieert van ca € 100 tot enkele duizenden euro's per ton (Bron: *Mulder, WUR, maart 2013*)

Tabel 4-1 Prijzen van commercieel verkrijgbare eiwit(preparaten) in 2011

Eiwit	Prijs [€/kg droge stof]
Sojameel (40% eiwit)	0,8
Sojaconcentraat (70% eiwit)	2
Soja-isolaat (>90% eiwit)	3
Erwtconcentraat	2
Erwtisolaat	3
Lupine concentraat droog (55% eiwit)	2
Lupine concentraat nat(55% eiwit)	4
Eiwitpoeder	6 - 8
Eigeelpoeder	4,5 - 6
Gelatine (lage kwaliteit)	2
Gelatine (hoge kwaliteit)	4 - 6
Collageen	4 - 6
Plasmapoeder	3,5 - 4,5
Hemoglobinepoeder	0,7 - 1
Melkpoeder	2,2
Wei-eiwit concentraat (30% eiwit)	1,6
Wei-eiwit concentraat (35% eiwit)	2,0
Wei-eiwit concentraat (80% eiwit)	5,5
Caseïne	6,3
Caseïnaat (oplosbaar)	6,5
Aardappeleiwit (veevoeder)	0,8
Aardappeleiwit (voedsel)	>> 3
Tarwegluten	1,2
Maisglutenvoer	0,12
Zeïne	25

Het loont dus zeer de moeite om in eiwitrijke gewassen zowel de eiwitten als de vezels te winnen.

De processtappen die doorlopen meten worden, de feedstock handling en de pretreatment zijn beschreven in paragraaf 4.1 en 4.2.

4.1 Feedstock handling.

Tijdens de feedstock handling wordt de biomassa gezuiverd van grote verontreinigingen en kleiner gemaakt om de daaropvolgende reacties beter te laten verlopen. Deze eerste feedstock handling stap kan vaak ook decentraal gebeuren doordat het een mechanisch proces is wat ook goed op kleine schaal te benutten is.

In Nederland zijn enkele bedrijven bezig met ontwikkelingen op dit gebied, goed bekende voorbeelden zijn Grassa, NewFoss, HarvestaGG en Indugras. Doelstelling is zoveel mogelijk waardevolle stoffen te winnen.

1. Grassa bv heeft technologie ontwikkeld om hoogwaardige producten (in eerste instantie vezels en eiwit) uit gras te produceren met behulp van een mobiele installatie. Gras wordt zodanig gekneusd en vermalen dat het aanwezige grassap kan worden uitgeperst en grasvezel overblijft. In het sap zit een groot deel van het graseiwit opgelost. Hierdoor zal via de persing ca 40-50% van de eiwitten verwijderd kunnen worden. Dit eiwit wordt gewonnen door verwarming en toevoeging van melkzuur aan het sap. Hierdoor stremmen de eiwitten waardoor het eiwit een vaste vorm krijgt en zo kan worden afgescheiden. Het eiwit kan worden gebruikt in diervoeding. De nog eiwithoudende vezel is geschikt als veevoer, maar kan ook gebruikt worden voor bijvoorbeeld papier en karton. Door kalktoevoeging wordt calciumfosfaat afgescheiden.
2. NewFoss richt zich juist op het winnen van vezels en suikers. NewFoss beschikt over gepatenteerde technologie om biomassa bacteriologisch om te zetten in vaste en vloeibare grondstoffen voor; groene energieproductie, vezel voor de papier- en spaanplaatindustrie en vloeibare brand- meststoffen. NewFoss heeft een installatie ontwikkeld om jaarlijks 40.000 ton plantaardige restmaterialen bij groenverwerkers/composteerbedrijven te ontsluiten. De installatie kan een groot aantal plantaardige reststromen behandelen, zoals uien, tomatenplanten, gras, riet, slootmaaisel, gechipte bieten en bietenblad. NewFoss verwerkt nu natuurgras van Staatsbosbeheer tot vezels, die verwerkt worden in eierdoosjes in de papierfabriek van Huhtamaki in Friesland.
3. HarvestaGG wil binnen tien jaar uitgroeien naar een productie van circa 300.000 ton veevoer, 250 á 350 miljoen m³ groen gas dat kan worden omgezet in 140.000 ton bio-LNG en een miljoen ton turfvervanger/compost. De te cascaderen biomassa bestaat hoofdzakelijk uit grasmengels. Daarnaast zullen ook natuurgras, gewasresten en gewasbijproducten benut worden. HarvestaGG beschikt zelf niet over land om gewassen te telen. Daarvoor zoekt ze telers in de omgeving van de Green Goods Farm.
4. Eén van de Nederlandse initiatieven om een kleinschalige grasraffinage op te zetten richt zich op de Regio rond Putten. In het pilotproject INDUGRAS ontwikkelen Clean Energy For Me, Rozendaals Duurzame Energie BV en TNO een proces om waardevolle industriële grondstoffen te produceren uit natuurgras. Na gebleken technische en economische haalbaarheid zal overgegaan worden tot het daadwerkelijk bouwen van de fabriek.
Indugras richt zich op natuurgras, dat beschikbaar komt bij het beheer van natuurgebieden. In INDUGRAS wordt dit natuurgras op innovatieve wijze ingekuuld om het te conserveren voor jaarrond verwerking en, belangrijker nog, om door de natuurlijke microbiële activiteit tijdens het inkuilproces melkzuur te produceren. Dit melkzuur is een waardevolle platform grondstof voor onder andere polymelkzuur bioplastics. Het inkuilproces zorgt er ook voor dat naast het melkzuur de grasvezels zodanig ontsloten worden dat ze voor papier- en bouwmaterialen industrieën goed bruikbaar zijn. Reststromen worden co-vergist tot biogas in de vergistingsinstallaties die het INDUGRAS consortium al operationeel heeft. Door deze cascade wordt uit een laagwaardige grondstof hoogwaardige producten verkregen. Het project verkeert nog in het beginstadium.

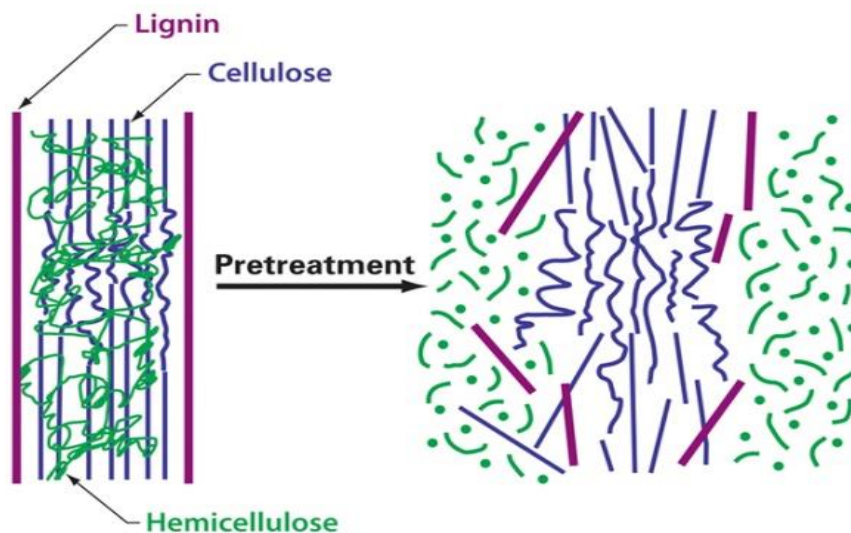
4.2 Pretreatment

Pretreatment (voorbehandeling) is een groep van technologieën die wordt gebruikt om lignocellulose te splitsen in lignine, cellulose en hemicellulose.

Het belangrijkste principe van pretreatment van de biomassa is de scheiding van lignine, cellulose en hemicellulose. Cellulose is bij veel planten het grootste bestandsdeel. Daarnaast komen nog enkele restproducten (afhankelijk van de gebruikte biomassa en mogelijke verontreinigingen) die aanwezig zijn in de biomassastromen vrij. Deze kunnen een impact hebben op het proces maar soms ook waarde toevoegen

doordat de reststof ook nog economische waarde heeft. Een voorbeeld zijn de eiwitten, die in de vezelindustrie als verontreiniging worden gezien.

Figuur 4-1. Effect van voorbehandeling op de plantcellen ¹



Pretreatment is een dure processtap in de keten. In tabel 4.2 zijn de huidige of binnenkort beschikbare technieken gepresenteerd.

Tabel 4-2 Overzicht van voorbehandeling processen

methode	voordelen	nadelen
Mechanische behandeling (bv. malen)	<ul style="list-style-type: none"> - Bekend proces - Verminderde kristalliniteit 	<ul style="list-style-type: none"> - (erg) hoog energieverbruik verhoging bij kleinere deeltjes grote.
Autohydrolyse	<ul style="list-style-type: none"> - Alleen water toe voegen - Relatief eenvoudig - Lagere investerings- en operationele kosten in vergelijking met de andere processen - Bewezen technologie - Weinig vorming van inhibitoren - Lage corrosie en slijtage 	<ul style="list-style-type: none"> - Drukvaten nodig - Hoger energieverbruik door verwarming van water - Lignine minder goed afgescheiden tijdens het proces
Stoomexplosie	<ul style="list-style-type: none"> - Lage investeringskosten - Lage milieu impact - Energie efficiënt - Hoge opbrengst (vooral bij gebruik van katalysatoren) 	<ul style="list-style-type: none"> - Mogelijke productie van inhibitoren - Minder effectief voor lignine afscheiding - Gedeeltelijke vernietiging van xylaan.
Ammonia vezel explosie (AFEX)	<ul style="list-style-type: none"> - Energie efficiënt 	<ul style="list-style-type: none"> - Niet geschikt voor biomassa met een hoog lignine gehalte

¹ <http://nararenewables.org/feature/newsletter-2>

	<ul style="list-style-type: none"> - Hoge opbrengst (ook verbetering in de daarop volgende hydrolyse) - Geschikt voor veel verschillende biomassavormen - Geen vorming van inhibitoren. 	
(superkritische) CO₂ explosie	<ul style="list-style-type: none"> - Lage milieu impact - Mogelijkheden voor CO₂ recycling/reductie van de CO₂ impact - Geen vorming van inhibitoren 	<ul style="list-style-type: none"> - Duur - Voor scheiding Lignine & Hemicellulose toevoeging van een oplosmiddel (bv Ethanol) is vereist. - Alleen hoge opbrengst met toevoeging van een oplosmiddel(of cellulose alleen bij hoge druk)
Ozonolyse	<ul style="list-style-type: none"> - Geen productie van giftige residuen - Verwijdering van lignine 	<ul style="list-style-type: none"> - duur - grote hoeveelheid ozon nodig
(verdunde) zuurhydrolyse (zwavelzuur)	<ul style="list-style-type: none"> - Hydrolyse van de hemicellulose voor productie van suikersiroop. - Verwijdering van hemicellulose en gedeeltelijk van lignine - Voorbehandeling van cellulose voor verdere verwerking. - Oplossen van (zware) metalen. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dure apparatuur nodig vanwege corrosief effect - Neutralisatie stap nodig voor verdere verwerking van de suikers - Oplos problemen bij minerale vervuiling - Vorming van inhibitoren - Neutralisatie zout als afval product - Kleine deeltjes grote vereist
Loog Hydrolyse	<ul style="list-style-type: none"> - Verwijdering van hemicellulose en lignine - Hoge opbrengst in het volgende enzymatische proces - Mogelijkheid van eenvoudige terugwinning van de lignine 	<ul style="list-style-type: none"> - Moet gecombineerd worden met voorbehandeling van deeltjes (reductie van grote) - Duurt erg lang in vergelijking met andere processen (uren/dagen in plaats van uren of minuten) - Vorming van zouten
Organisch oplossing	<ul style="list-style-type: none"> - Hoge terugwinning van cellulose, hemicellulose en lignine - Verschillende mogelijkheden van oplosmiddel solvents (Ethanol meest gebruikelijk) - Mogelijkheid van 2-stappen proces van verder verbetering van de productiviteit 	<ul style="list-style-type: none"> - duur - oplosmiddel is een inhibitor en moet teruggewonnen worden wat resulteert in een extra proces stap en hoge kosten
Schimmels	<ul style="list-style-type: none"> - Milde milieueisen - Laag energieverbruik - Geen extra chemicaliën nodig 	<ul style="list-style-type: none"> - Onder ontwikkeld - Lange behandelingsperiode - Vooral cellulose blijft over waardoor weinig opties zijn voor verder gebruik van de lignine en hemicellulose - Lange procestijd maakt het kostbaar

De pretreatment technologie wordt toegepast in de pulp- en papierindustrie. De producties liggen in de orde grootte van duizenden tot honderdduizenden tonnen per jaar.

Op veel kleinere schaal is MillVision actief, dat nieuwe technologische concepten ontwikkelt, als voorstadium voor de productie in de papierindustrie. MillVision heeft een proeffabriek, waar op de schaal van kilo's tot enkele tonnen nieuwe papiersoorten kunnen worden gemaakt.

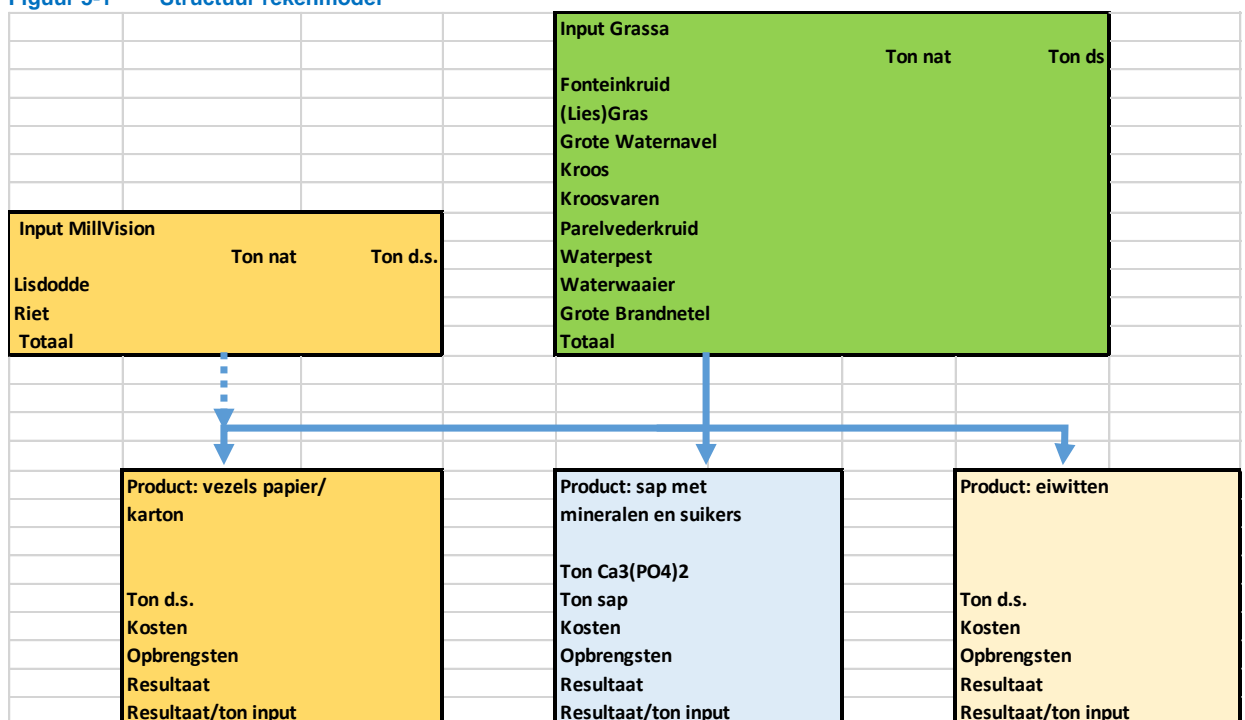
Verder ontwikkelt MillVision vezels voor composieten. De "biobased vangrail" is hiervan het meest bekend voorbeeld.

Voor het op praktijkschaal uitvoeren van proeven om eiwitten en vezels te winnen uit groenresten uit het waterbeheer, ligt het meest voor de hand gebruik te maken van de technologieën van Grassa BV en MillVision bv. Samen dekken zij een groot palet aan bioraffinage en vezelverwaarding.

5 ANALYSE BUSINESSCASES

Om te bepalen welke planten het meeste kansen bieden voor een praktijkproef, zijn de geïnventariseerde data gegevens van massa's maaisels, samenstellingen van de maaisels en de samenstellingen van planten en voorzien van technische en financiële kentallen. Hiermee zijn berekeningen uitgevoerd naar de technische en financiële haalbaarheid van het verwerken van deze planten tot vezels en eiwitten. Het model dat is gemaakt om de berekeningen uit te voeren, heeft de structuur van figuur 5.1.

Figuur 5-1 **Structuur rekenmodel**



Volgens deze structuur doorlopen de maaisels het volgende proces:

Grassa proces

Alle maaisels, behalve riet en lisdodde, worden als eerste verwerkt in de installatie van Grassa. De maaisels worden dan eerst gewassen, om grond kwijt te raken. Vervolgens worden de schone maaisels gehakseld, gerefined en geperst. Het perssap bevat water, eiwitten, mineralen en suikers. De eiwitten worden thermisch of chemisch gecoaguleerd en vervolgens afgescheiden. Het resterende sap bevat mineralen en suikers. De fosfaten daarin worden via neerslag met calciumhydroxide verwijderd. De vaste plantenresten worden afgevoerd naar MillVision of naar agrarische bedrijven.

De installatie van Grassa zal mobiel zijn. Per mobiele installatie kan een doorzet van enkele tonnen per uur bereikt worden.

MillVision proces

Riet en lisdodde maaisels zijn niet goed te verwerken via Grassa (riet, lisdodde). Deze maaisels worden dan direct via het proces van MillVision verwerkt tot vezels voor de papier- en kartonindustrie of vezels voor composieten. Ook de vaste plantenresten uit het Grassa-proces worden op deze manier verwerkt.

Vroeger konden riet en lisdodde niet tot vezels voor de papierindustrie verwerkt worden. Volgens Leon Joore van MillVision moet dat in de tegenwoordige papierindustrie mogelijk zijn. De huidige installaties voor snijden en pulpen bestaan uit dermate gehard staal, dat het mogelijk moet zijn de harde silicaatrijke vezels van dergelijke gewassen in papier te verwerken. Van deze maaisels zijn dan geen opbrengsten uit eiwitten, fosfaat en sap.

Voor het maken van vezels voor papierpulp en composieten wordt 90% van de aangeboden droge stof gebruikt. Daar eiwitten vaak schuim veroorzaken in het pulpproces, zou het voorafgaande Grassa-proces voordelen kunnen bieden.

Verder wordt onderscheid gemaakt tussen zuivere en minder zuivere vezels.

Minder zuivere vezels bevatten nog veel lignine, omdat ze alleen een thermomechanische bewerking hebben ondergaan. Zuivere vezels bevatten nog maar weinig lignine, omdat ook een chemische bewerking is toegepast. Om die redenen is het rendement van het proces om minder zuivere vezels te maken hoger, zijn de proceskosten lager en de marktwaarde van de vezels lager dan voor zuivere vezels. De vezels voor composieten liggen hier qua rendement en prijzen ongeveer tussenin.

Alternatieven

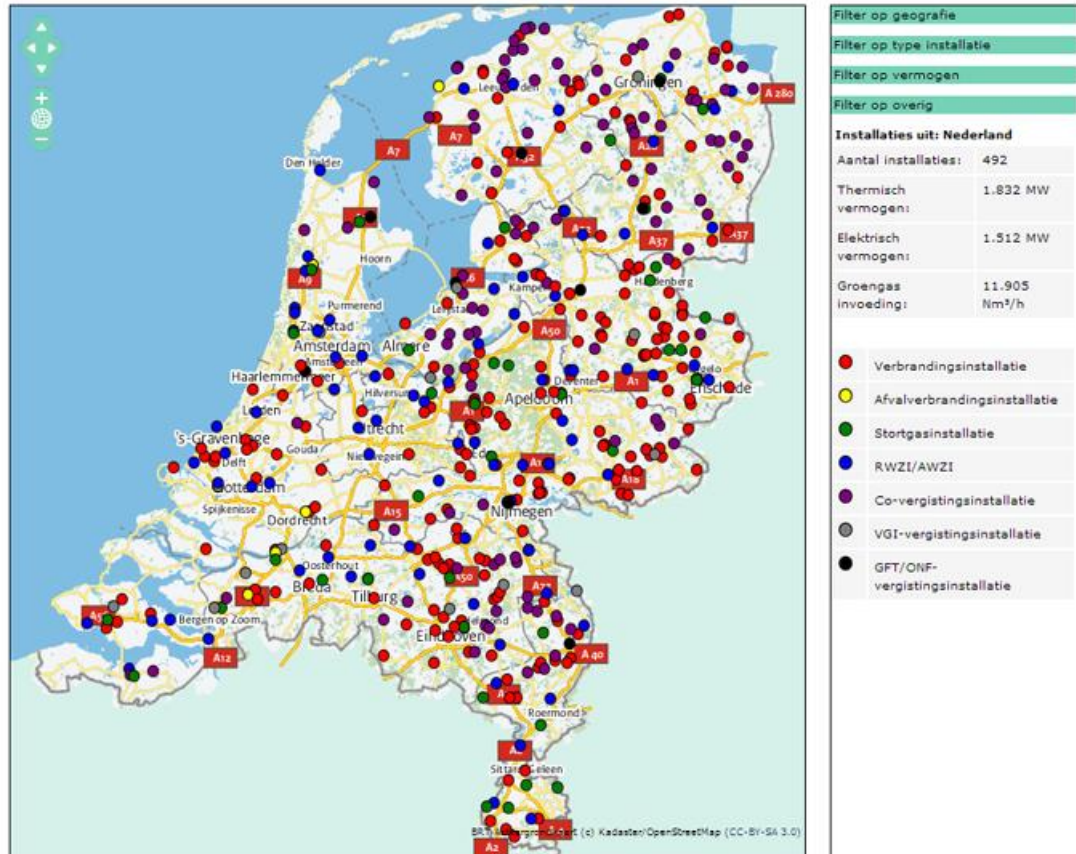
- Riet en lisdodde zijn ook goed te gebruiken in de vezelplaat industrie. Om die reden is een alternatief doorgerekend waarin riet en lisdodde niet meer via MillVision, wordt verwerkt, maar wordt afgevoerd naar de spaanplaatindustrie.
- De vaste plantenresten uit het Grassa-proces zijn ook te gebruiken als veevoer of substraat in de schimmelteelt (moet in de praktijk onderbouwd worden). Hier is ook naar gekeken.

De productstromen die dan ontstaan uit de input (maaisels), zijn:

1. Via Grassa:
 - a. Eiwitten, die worden geleverd aan de veevoederindustrie
 - b. Calciumfosfaat, dat wordt geleverd als kunstmest
 - c. Sap met suikers en achtergebleven mineralen, dat wordt geleverd aan een mest(co)vergister
2. Via Millvision:
 - a. Vezels voor papier, karton en composieten uit de groenresten van het Grassaproces.
3. Alternatieven: vezelplaat, veevoeder, substraat schimmelteelt

Er zijn veel mest(co)vergisters in Nederland. Een overzicht van de huidige bio-energie installaties is opgenomen in figuur 5.2.

Figuur 5-2 Huidige bio-energie installaties in Nederland (Bron: RVO).



Omdat zowel gegevens over massa's als over de samenstelling nodig zijn, zijn de planten, waar één van die twee ontbreekt, achterwege gelaten in de analyse.

De (grote) brandnetel wordt veel genoemd in de categorie 'andere veelvoorkomende planten', zie paragraaf 2. Geschat is dat de brandnetel voor 20% deel uit maakt van het maaisel van het droge en het natte profiel.

Tabel 5.1 geeft een overzicht welke input van hoeveelheden gebruikt is. Deze input is gecombineerd met de data van de samenstelling uit de figuren in paragraaf 3. Totaal is dit ruim 360.000 ton natte biomassa (bijna 100.000 ton droge stof).

Tabel 5-1 Gebruikte input

Soort	Input							
	Homogeniteit	Oevers NL, ton nat	Nat profiel NL, ton nat	Exoten NL, ton nat	Totaal NL, ton nat	Droge stof, %	Ton droge stof in NL	ton water
Fonteinkruid	Homogeen	-	11.570	-	11.570	9	1.001	10.569
(Lies)Gras	Heterogeen	60.557	40.521	-	101.078	15	15.162	85.916
Grote Waternavel	Homogeen	-	-	8.694	8.694	6	513	8.181
Kroos	Homogeen	-	5.356	-	5.356	7	348	5.008
Kroosvaren	Homogeen	-	1.117	-	1.117	6	70	1.048
Lisdodde	Heterogeen	-	7.023	-	7.023	42	2.936	4.088
Parelvederkruid	Homogeen	-	1	6.571	6.572	8	519	6.053
Riet	Homogeen	63.254	107.615	-	170.869	42	71.423	99.446
Waterpest	Homogeen	-	-	17.743	17.743	8	1.425	16.318
Waterwaaier	Homogeen	-	-	164	164	7	12	153
Grote Brandnetel	Heterogeen	21.144	14.663	-	35.808	20	1.790	34.017
Totaal	Heterogeen	144.955	187.867	33.173	365.994	26	95.198	270.796

Met de percentages droge stof, vezels, fosfor en eiwit is vervolgens berekend hoeveel ton van deze materialen in de planten aanwezig zijn. Dit is het beschikbaar potentieel. Tabel 5.2 vat dit samen. Hieruit blijkt dat gras veruit het meeste eiwit kan produceren en riet de meeste vezels. Dit is natuurlijk verklaarbaar uit de massaverschillen.

Tabel 5-2 Massapotentieel vezels, eiwit, en fosfor in tonnen droge stof in water- en oeverplanten

Soort	Ton eiwit	Ton fosfor	Ton vezel
Fonteinkruid	188	3,7	830
(Lies)Gras	3.032	24,0	12.532
Grote Waternavel	107	3,8	420
Kroos	143	2,6	260
Kroosvaren	15	0,4	57
Lisdodde	-	-	2.642
Parelvederkruid	84	3,0	434
Riet	-	-	64.281
Waterpest	326	4,2	1.161
Waterwaaier	2	0,1	10
Grote Brandnetel	582	2,8	1.399
Totaal	4.478	45	84.026

Nagegaan is in hoeverre het financieel rendabel is om de beschouwde planten te gaan raffineren en de vezels te verwaarden. Daarvoor is gebruik gemaakt van kentallen die afkomstig zijn van Leon Joore (MillVison bv), Jan van Dam (WUR) en Martijn Wagenaar (Grassa bv). Uitgezocht moet nog worden of de eiwitten geschikt zijn voor gebruik als veevoeder. Omdat ze afkomstig zijn uit "ongecontroleerde" teelt, zullen daar extra eisen aan gesteld worden om te worden toegelaten op de markt. Deze eisen moeten uit de veevoederindustrie komen. Dit geldt ook voor de vaste plantenresten die uit het Grassa-proces komen en als veevoer worden ingezet voor (arbitrair) € 5/ton ds. Ingeval van gebruik voor vezelverwaarding, is uitgegaan van verkoop voor een zelfde prijs aan MillVision.

Fosfaat wordt verwijderd met calciumhydroxide waardoor calciumfosfaat ontstaat, dat wordt verkocht als kunstmest. Daarvoor is de prijs van fosfaat-kunstmest gebruikt. Voor de afzet van het resterende sap met suikers en resterende mineralen, is uitgegaan van een levering à € 2/m³ aan een mest(co)vergister. Zie tabel 5. De raffinagekosten voor eiwit zijn gebaseerd op de (vertrouwelijke) businesscase van Grassa bv voor de verwerking van 4.000 ton.

De waarde van eiwitten kan aanzienlijk uiteenlopen. Uit tabel 4.1 blijkt dat de prijzen variëren van ca € 100/ton droge stof tot vele duizenden euro's. Voor de berekeningen is uitgegaan van een hoge waarde (€ 1.000/ton droge stof) en een lage waarde (€ 400/ton droge stof). De waarden zijn afhankelijk van de zuiverheid, de aminozuursamenstelling en de droge stof. De praktijkproef moet uitwijzen wat de waarden werkelijk kunnen zijn.

Verder is gebruik gemaakt van onderzoek van de Grontmij (Bron: *Economische haalbaarheid van grasraffinage op RWZI's, Grontmij Nederland B.V., 25 juni 2015, Projectnummer 337863*), data van de WUR (Bron: *Biobased Economy: de Potentie van Eiwitten voor Technische Toepassingen. Wim Mulder e.a., Maart 2013. WUR publicatie 1311*) en telefonische informatie van Leon Joore van MillVision BV).

In tabel 5.3 zijn de gebruikte kentallen samengevat.

Tabel 5-3 Gebuikte rendementen en financiële kentallen voor raffinage van vezels en eiwitten

	In analyse	Eiwitten en zuivere vezels	Eiwitten en minder zuivere vezels	Vezels voor composieten
Raffinagekosten vezels, €/ton droge ingaande biomassa	€ 100	€ 850	€ 100	€ 400
Raffinagekosten eiwit, €/ton natte ingaande biomassa	€ 15			
Kosten fosfaatproductie, €/ton P	€ 50			
Rendement raffinage vezels	90%	80%	90%	90%
Rendement raffinage eiwitten	40%			
Rendement persen water	50%			
Rendement P-verwijdering	50%			
Waarde vezels uit Grassa, €/ton ds	5			
Waarde vezels uit MillVision, €/ton ds	€ 150	€ 750	€ 150	€ 400
Waarde eiwitten uit Grassa, €/ton ds	€ 400	€ 1.000	€ 400	
Waarde perswater met mineralen uit Grassa, €/ton	€ 2			
Waarde calciumfosfaat uit Grassa, €/ton ds	€ 500			

De kosten voor de processing van biomassa tot minder zuivere vezels bedragen ca € 100/ton ds ingaande biomassa. De vezels worden dan alleen thermomechanisch behandeld, waarbij ca 90% van de ingaande biomassa behouden blijft. In dat geval zitten er nog onzuiverheden in de vezels, zoals lignine. De verkregen vezels krijgen dan een waarde van ca € 150/ton ds, vergelijkbaar met de waarde van oud papier. Deze waarde kan de komende tijd oplopen, vanwege dreigende tekorten door de start van een nieuwe papiermachine bij Parenco. Hierdoor zal jaarlijks ca 200.000 ton oud papier extra nodig zijn. In geval van gebruik als "groen" papier, ligt de marktwaarde op ongeveer het dubbele.

Voor zuivere vezels, waarbij de onzuiverheden dus verwijderd zijn, is naast thermomechanische behandeling ook een behandeling met chemicaliën nodig. De kosten bedragen dan € 800 - €900/ton ds ingaande biomassa. De vezels hebben dan een waarde van € 600 - € 900/ton ds en zijn dan geschikt voor gebruik in hoogwaardig papier. In geval van gebruik als "groen" papier, ligt de marktwaarde op ongeveer het dubbele.

Voor gebruik van vezels in composieten liggen de raffinagekosten en de waarden er tussen in. Bron: *mondelinge informatie Leon Joore, MillVision*.

Met deze data is een aantal analyses uitgevoerd. Daarvoor is een businesscasemodel gebouwd, met de structuur van tabel 5.1, massastromen (tabel 5.2), samenstellingen van planten (zie bijlage 1 en tabel 5.3) en de kentallen uit tabel 5.3. Verschillende scenario's zijn bekeken en uitgewerkt in de volgende subparagrafen. Voor de berekeningen is uitgegaan van 360.000 nat maaisel als input in installaties, waarvoor een veelvoud aan mobiele Grassa installaties nodig zal zijn. De beoogde pilotinstallatie van Grassa zal een capaciteit hebben van 0,5 ton input/uur, de full scale installatie ca 5 ton/uur. Voor een papiermachine in een papierfabriek is de input nog vele malen hoger. De laatste zal echter altijd pulp gebruiken waarin plantvezels een bestanddeel van kunnen zijn.

De berekeningen geven daarmee aan wat haalbaar is in termen van maximaal haalbare productie van grondstoffen en de kosten opbrengsten van producten. Daarbij wordt de prijs berekend per ton biomassa en per ton product.

In alle gevallen zijn de maai- en logistieke kosten achterwege gelaten. Dit zijn kosten die ook gemaakt moeten worden als het materiaal naar een composteerder gebracht zou moeten worden. Of dit werkelijk zo zal zijn, moet nog nagegaan worden. Vanwege de houdbaarheid en zuiverheid van maaisels, is het goed denkbaar dat het logistieke proces anders moet worden. Wat de consequenties voor de logistieke kosten zullen zijn, zal ook nog nagegaan moeten worden.

In de berekeningen is ervan uitgegaan dat de maaisels om niet vervallen aan de bedrijven als Grassa en MillVision. Als benchmark zijn de kosten voor compostering genomen, zijnde € 20/ton natte biomassa. Als voor de verwerkende bedrijven de opbrengsten minus kosten van bioraffinage lager zijn dan € -20/ton natte biomassa, is het uit economisch oogpunt niet rendabel om de maaisels te raffineren. In geval van kosten die tussen 0 en -€ 20/ton maaisel liggen, is het alleen rendabel te verwerken als het waterschap tegemoet komt in die kosten. Het is dan ook nog steeds voor het waterschap rendabel.

Om deze benchmark te kunnen gebruiken, zijn alle kosten en opbrengsten teruggerekend naar het resultaat per ton maaisel. Hierdoor is een financiële vergelijking met compostering mogelijk.

5.1 Analyse: raffinage en verwaarding tot minder zuivere vezels

In figuur 5.3 is een analyse opgenomen van de casus waarbij de maaisels van alle planten, behalve riet en lisdodde, van het Grassa procedé worden geraffineerd. De gebruikte rendementen en financiële kentallen zijn grijs gemarkeerd.

In deze analyse bestaat de input uit alle maaisels, die door elkaar als mengsel worden verwerkt in de Grassa installaties (bijna 190 kton nat maaisel, overeenkomend met ruim 20 kton droge stof) en het aanbod aan MillVision (bijna 180 kton nat maaisel, overeenkomend met bijna 75 kton ds). De vaste resten uit de Grassa installatie (ca 20 kton ds) worden verder verwerkt tot minder zuivere vezels, evenals lisdodde en riet. Totaal wordt dan verkregen:

- Ruim 75 kton minder zuivere vezel
- Ruim 0,1 kton calciumfosfaat
- Ruim 80 kton sap
- Bijna 2 kton eiwitten

Per product zijn de resultaten, uitgedrukt in €/ton ingaande nat maaisel:

- Papiervezel: € 5,22 +/-
- Sap en calciumfosfaat € 0,59 +/-

➤ Eiwitten € 12,78 -/-

Totaal komt dat neer op € -6,96/ton nat maaisel. Daar de benchmark (compostering) op ca € - 20/ton nat maaisel ligt, geeft deze vorm van raffineren en verwaarden dus een positief resultaat.

Figuur 5-3 Businesscase analyse: alle planten, laagwaardige raffinage

				In analyse
Raffinagekosten vezels, €/ton droge ingaande biomassa	€	100		
Raffinagekosten eiwit, €/ton natte ingaande biomassa	€	15		
Kosten fosfaatproductie, €/ton P	€	50		
Rendement raffinage vezels		90%		
Rendement raffinage eiwitten		40%		
Rendement persen water		50%		
Rendement P-verwijdering		50%		
Waarde vezels uit Grassa, €/ton ds		5		
Waarde vezels uit MillVision, €/ton ds	€	150		
Waarde eiwitten uit Grassa, €/ton ds	€	400		
Waarde perswater met mineralen uit Grassa, €/ton	€	2		
Waarde calciumfosfaat uit Grassa, €/ton ds	€	500		

Input MillVision			Input Grassa		
	Ton nat	Ton d.s.		Ton nat	Ton ds
Lisdodde	7.023	2.936	Fonteinkruid	11.570	1.001
Riet	170.869	71.423	(Lies)Gras	101.078	15.162
Totaal	177.893	74.359	Grote Waternavel	8.694	513
			Kroos	5.356	348
			Kroosvaren	1.117	70
			Parelvederkruid	6.572	519
			Waterpest	17.743	1.425
			Waterwaaier	164	12
			Grote Brandnetel	35.808	1.790
			Totaal	188.102	20.839

Product: vezels			Product: sap met mineralen en suikers			Product: eiwitten		
	Ton d.s.	€		€	Ton d.s.	€	€	€
Ton d.s.	75.623		Ton Ca3(PO4)2	111	Ton d.s.	1791		
Kosten		€ 9.336.222	Ton sap	83.631	Kosten	€ 5.489.917		
Opbrengsten		€ 11.343.510	Kosten	€ 5.571	Opbrengsten	€ 716.520		
Resultaat		€ 1.912.272	Opbrengsten	€ 222.977	Resultaat	€ -4.773.397		
Resultaat/ton input		5,22	Resultaat	€ 217.405	Resultaat/ton inç			-12,78
			Resultaat/ton inç	€ 0,59				

Resumé		
Totaal resultaat/ton natte biomassa input	€	-6,96 per ton
Kosten composteren	€	-20,00 per ton
Vershil	€	13,04 per ton

Tabel 5.4 geeft een overzicht van de bijdragen van de afzonderlijke maaisels aan dit resultaat. Per plant en techniek is getoetst aan het criterium van composteren (minder dan € -20/ton). Als voldaan wordt aan het criterium, is het betreffende veld groen. Als niet voldaan wordt, is het betreffende veld wit. Uit tabel 5.4 blijkt dat het voor alle maaisels rendabel is eiwitten met een relatief lage waarde en minder zuivere vezels te winnen uit de vaste resten van de eiwit- en fosfaatraffinage. Het winnen van eiwitten en fosfaat zelf heeft een negatief resultaat, dat echter minder kosten met zich meebrengt dan compostering. Het winnen van vezels is in absolute zin winstgevend. Wordt een mengsel van planten aangeboden voor raffinage, fosfaatverwijdering én vezelraffinage, dan zou de bijdrage van het waterschap minimaal € 7 per ton biomassa moeten zijn, wil de businesscase rendabel zijn voor uitvoerende bedrijven. Wanneer wordt overgegaan tot alleen vezelraffinage, dus geen eiwit- en fosfaatwinning, is er sprake van een in absolute zin positieve businesscase. Er is dan geen bijdrage van het waterschap nodig.

Tabel 5-4 Resultaten per type maaisel

Soort	Resultaat/ ton natte biomassa, eiwit, €/ton	Resultaat/ ton natte biomassa, fosfaat + sap, €/ton	Resultaat/ ton natte biomassa, vezel, €/ton	Resultaat/ ton natte biomassa totaal, €/ton
Fonteinkruid	€ -12	€ 1,27	€ 1	€ -9
(Lies)Gras	€ -10	€ 1,12	€ 2	€ -6
Grote Waternavel	€ -13	€ 1,43	€ 1	€ -10
Kroos	€ -10	€ 1,48	€ 1	€ -8
Kroosvaren	€ -13	€ 1,34	€ 1	€ -10
Lisdodde	€ -	€ -	€ 9	€ 9
Parelvederkruid	€ -13	€ 1,44	€ 1	€ -10
Riet	€ -	€ -	€ 9	€ 9
Waterpest	€ -12	€ 1,19	€ 1	€ -9
Waterwaaier	€ -13	€ 1,39	€ 1	€ -11
Grote Brandnetel	€ -12	€ 1,04	€ 1	€ -10
Totaal	€ -13	€ 0,59	€ 5	€ -7

5.2 Analyse: meer opbrengsten uit eiwitten en verwaarding tot zuivere vezels

In deze analyse bestaat de input uit alle maaisels, die (behalve riet en lisdodde) door elkaar als mengsel worden verwerkt in de Grassa installaties (bijna 190 kton nat maaisel, overeenkomend met ruim 20 kton droge stof). Riet en lisdodde en de vaste bestanddelen na raffinage en het aanbod aan MillVision (bijna 180 kton nat maaisel, overeenkomend met bijna 75 kton ds). De vaste resten uit de Grassa installatie (ca 20 kton ds) worden daar verder verwerkt tot zuivere vezels, evenals lisdodde en riet. Verder worden eiwitten verkregen, met een hogere prijs dan in paragraaf 5.1.

In figuur 5.4 is een analyse opgenomen van de casus waarbij alle planten, behalve riet en lisdodde, via het Grassa procedé worden geraffineerd. De gebruikte rendementen en financiële kentallen zijn grijs gemarkeerd.

Figuur 5-4 Businesscase analyse: alle planten, hoogwaardige raffinage

			In analyse
Raffinagekosten vezels, €/ton droge ingaande biomassa	€	850	
Raffinagekosten eiwit, €/ton natte ingaande biomassa	€	15	
Kosten fosfaatproductie, €/ton P	€	50	
Rendement raffinage vezels		80%	
Rendement raffinage eiwitten		40%	
Rendement persen water		50%	
Rendement P-verwijdering		50%	
Waarde vezels uit Grassa, €/ton ds		5	
Waarde vezels uit MillVision, €/ton ds	€	750	
Waarde eiwitten uit Grassa, €/ton ds	€	1.000	
Waarde perswater met mineralen uit Grassa, €/ton	€	2	
Waarde calciumfosfaat uit Grassa, €/ton ds	€	500	

	Ton nat	Ton d.s.
Input Grassa		
Fonteinkruid	11.570	1.001
(Lies)Gras	101.078	15.162
Grote Waternavel	8.694	513
Kroos	5.356	348
Kroosvaren	1.117	70
Parelvederkruid	6.572	519
Waterpest	17.743	1.425
Waterwaaier	164	12
Grote Brandnetel	35.808	1.790
Totaal	188.102	20.839

	Ton nat	Ton d.s.
MillVision	7.023	2.936
	170.869	71.423
Totaal	177.893	74.359

Product: vezels	
Ton d.s.	67.221
Kosten	€ 79.357.887
Opbrengsten	€ 50.415.599
Resultaat	€ -29.037.304
Resultaat/ton input	-79,34

Product: sap met mineralen en suikers	
Ton Ca3(PO4)2	111
Ton sap	83.631
Kosten	€ 5.571
Opbrengsten	€ 222.977
Resultaat	€ 217.405
Resultaat/ton input	€ 0,59

Product: eiwitten	
Ton d.s.	1791
Kosten	€ 5.489.917
Opbrengsten	€ 1.791.299
Resultaat	€ -3.698.618
Resultaat/ton input	-9,85

Resumé	
Totaal resultaat/ton natte biomassa input	€ -88,59 per ton
Kosten composteren	€ -20,00 per ton
Vershil	€ -68,59 per ton

Totaal wordt dan verkregen:

- Bijna 60 kton zuivere vezel
- Ruim 0,1 kton calciumfosfaat
- Ruim 80 kton sap
- Bijna 2 kton eiwitten

Per product zijn de resultaten, uitgedrukt in €/ton ingaande nat maaisel:

- Papiervezel: € 79,34 -/-
- Sap en calciumfosfaat € 0,59 +/-
- Eiwitten € 9,85 -/-

Totaal komt dat neer op € -88,59/ton nat maaisel. Daar de benchmark (compostering) op ca € - 20/ton nat maaisel ligt, leidt deze vorm van raffineren tot een negatief resultaat. De oorzaak zit in de aanzienlijk hogere kosten voor de vezelverwaarding, zie tabel 5.5.

Tabel 5-5 Bijdragen aan het resultaat van individuele maaisels bij raffinage tot eiwitten met hoge waarde en verwaarding van de vaste resten tot zuivere vezels

Soort	Resultaat/ ton natte biomassa, eiwit, €/ton	Resultaat/ ton natte biomassa, fosfaat + sap, €/ton	Resultaat/ ton natte biomassa, vezel, €/ton	Resultaat/ ton natte biomassa totaal, €/ton
Fonteinkruid	€ -8	€ 1,27	€ -25	€ -32
(Lies)Gras	€ -2	€ 1,12	€ -43	€ -45
Grote Waternavel	€ -10	€ 1,43	€ -17	€ -25
Kroos	€ -4	€ 1,48	€ -17	€ -20
Kroosvaren	€ -9	€ 1,34	€ -18	€ -26
Lisdodde	€ -	€ -	€ -130	€ -130
Parelvederkruid	€ -10	€ 1,44	€ -23	€ -31
Riet	€ -	€ -	€ -130	€ -130
Waterpest	€ -7	€ 1,19	€ -23	€ -29
Waterwaaier	€ -11	€ 1,39	€ -21	€ -30
Grote Brandnetel	€ -8	€ 1,04	€ -14	€ -21
Totaal	€ -10	€ 0,59	€ -79	€ -89

Wat vooral opvalt in tabel 5.5 zijn de hoge negatieve resultaten voor de vezelraffinage van riet en lisdodde. In paragraaf 5.3 wordt aandacht besteed aan een alternatief.

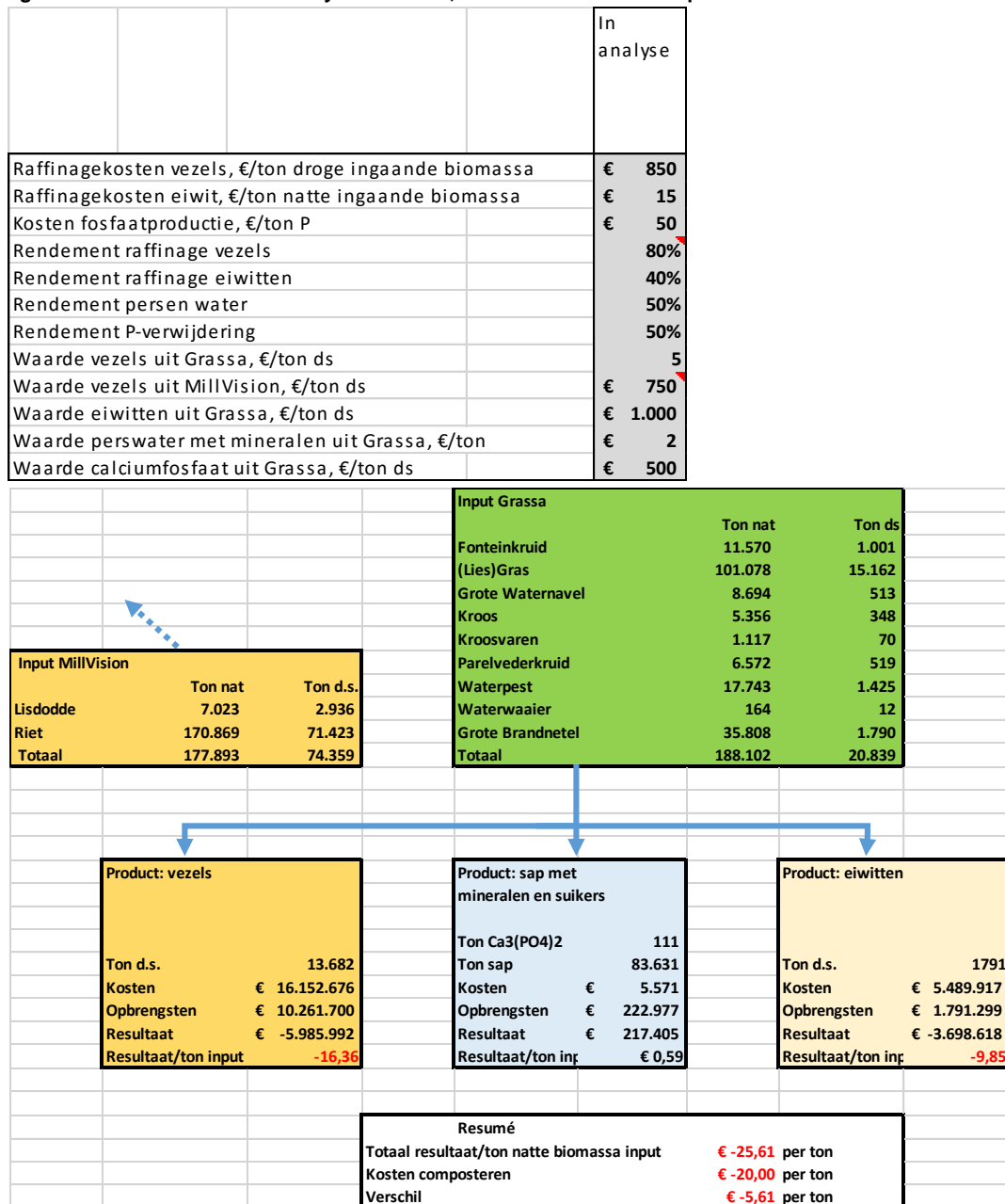
5.3 Analyse: idem 5.2, riet en lisdodde in schimmelteelt

Uit paragraaf 5.2 blijkt dat riet en lisdodde aanzienlijk bijdragen aan een negatieve businesscase in geval van verwaarding tot zuivere vezels. Een alternatief is riet en lisdodde te gebruiken als substraat in de schimmelteelt of als grondstof in de vezelplaatindustrie. Figuur 5.5 geeft een analyse weer waarbij lisdodde en riet direct worden afgevoerd voor kosten/opbrengsten € 0 naar de vezelplaatindustrie of de schimmelteelt. De overige maaisels worden geraffineerd volgens het Grassa-procedé tot eiwitten met een hoge waarde. De vaste resten uit het raffinageproces worden dan gebruikt voor verwaarding tot zuivere vezels. De gebruikte rendementen en financiële kentallen in figuur 5.5 zijn grijs gemarkeerd.

Totaal wordt dan verkregen:

- 14 kton minder zuivere vezel
- Ruim 0,1 kton calciumfosfaat
- Ruim 80 kton sap
- Bijna 2 kton eiwitten

Figuur 5-5 Businesscase analyse: idem 5.2, riet en lisdodde in vezelplaat



Per product zijn de resultaten, uitgedrukt in €/ton ingaande nat maaisel (inclusief riet en lisdodde):

- Papiervezel: € 16,36 -/-
- Sap en calciumfosfaat € 0,59 +/-
- Eiwitten € 9,85 -/-

Totaal komt dat neer op € -25,61/ton nat maaisel. Daar de benchmark (compostering) op ca € - 20/ton nat maaisel ligt, geeft deze vorm van raffineren en verwaarden dus een negatief resultaat, ondanks dat grote hoeveelheden riet en lisdodde buiten het proces zijn gehouden.

In dit geval zal een keuze gemaakt moeten worden uit óf alleen eiwitten raffineren óf alleen verwaarding tot zuivere vezels. Het laatste biedt slechts voor een deel van de planten perspectief. Het is dan beter terug te vallen op de verwaarding tot minder zuivere vezels.

Tabel 5-6 Bijdragen aan het resultaat van individuele maaisels, exclusief riet en lisdodde, bij raffinage tot eiwitten met hoge waarde en verwaarding van de vaste resten tot zuivere vezels.

Soort	Resultaat/ ton natte biomassa, eiwit, €/ton	Resultaat/ ton natte biomassa, fosfaat + sap, €/ton	Resultaat/ ton natte biomassa, vezel, €/ton	Resultaat/ ton natte biomassa totaal, €/ton
Fonteinkruid	€ -8	€ 1,27	€ -25	€ -32
(Lies)Gras	€ -2	€ 1,12	€ -43	€ -45
Grote Waternavel	€ -10	€ 1,43	€ -17	€ -25
Kroos	€ -4	€ 1,48	€ -17	€ -20
Kroosvaren	€ -9	€ 1,34	€ -18	€ -26
Lisdodde	€ -	€ -	€ -	€ -
Parelvederkruid	€ -10	€ 1,44	€ -23	€ -31
Riet	€ -	€ -	€ -	€ -
Waterpest	€ -7	€ 1,19	€ -23	€ -29
Waterwaaier	€ -11	€ 1,39	€ -21	€ -30
Grote Brandnetel	€ -8	€ 1,04	€ -14	€ -21
Totaal	€ -10	€ 0,59	€ -16	€ -26

5.4 Analyse alle planten, verwaarding tot vezels voor composieten

In figuur 5.6 is een analyse opgenomen van raffinage van alle beschouwde planten tot eiwitten met minder waarde en verwaarding van de vezels voor gebruik in composieten. De gebruikte rendementen en financiële kentallen zijn grijs gemarkeerd.

In deze analyse bestaat de input uit alle maaisels, die door elkaar als mengsel worden verwerkt in de Grassa installaties (bijna 190 kton nat maaisel, overeenkomend met ruim 20 kton droge stof) en het aanbod aan MillVision (bijna 180 kton nat maaisel, overeenkomend met bijna 75 kton ds). De vaste resten uit de Grassa installatie (ca 20 kton ds) worden verder verwaard tot vezels voor composieten, evenals lisdodde en riet.

Totaal wordt dan verkregen:

- Ruim 75 kton vezels voor composieten
- Ruim 0,1 kton calciumfosfaat
- Ruim 80 kton sap
- Bijna 2 kton eiwitten

Per product zijn de resultaten, uitgedrukt in €/ton ingaande nat maaisel:

- Vezel: € 19,56 -/-
- Sap en calciumfosfaat € 0,59 +/-
- Eiwitten € 12,78 -/-

Figuur 5-6 Businesscase analyse: alle planten, raffinage tot eiwitten en vezels voor composieten

	In analyse
Raffinagekosten vezels, €/ton droge ingaande biomassa	€ 400
Raffinagekosten eiwit, €/ton natte ingaande biomassa	€ 15
Kosten fosfaatproductie, €/ton P	€ 50
Rendement raffinage vezels	90%
Rendement raffinage eiwitten	40%
Rendement persen water	50%
Rendement P-verwijdering	50%
Waarde vezels uit Grassa, €/ton ds	5
Waarde vezels uit MillVision, €/ton ds	€ 400
Waarde eiwitten uit Grassa, €/ton ds	€ 400
Waarde perswater met mineralen uit Grassa, €/ton	€ 2
Waarde calciumfosfaat uit Grassa, €/ton ds	€ 500

Input MillVision		Input Grassa	
	Ton nat	Ton nat	Ton ds
Lisdodde	7.023	11.570	1.001
Riet	170.869	101.078	15.162
Totaal	177.893	177.448	16.163
		8.694	513
		5.356	348
		1.117	70
		6.572	519
		17.743	1.425
		164	12
		35.808	1.790
		188.102	20.839

Product: vezels		Product: sap met mineralen en suikers		Product: eiwitten	
	Ton d.s.		Ton d.s.		Ton d.s.
Ton d.s.	75.623	Ton Ca3(PO4)2	111	Ton d.s.	1791
Kosten	€ 37.344.888	Ton sap	83.631	Kosten	€ 5.489.917
Opbrengsten	€ 30.249.359	Kosten	€ 5.571	Opbrengsten	€ 716.520
Resultaat	€ -7.190.544	Opbrengsten	€ 222.977	Resultaat	€ -4.773.397
Resultaat/ton input	-19,65	Resultaat	€ 217.405	Resultaat/ton input	-12,78
		Resultaat/ton input	€ 0,59		

Resumé	
Totaal resultaat/ton natte biomassa input	€ -31,84 per ton
Kosten composteren	€ -20,00 per ton
Vershil	€ -11,84 per ton

Totaal komt dat neer op € -31,84/ton nat maaisel. Daar de benchmark (compostering) op ca € -20/ton nat maaisel ligt, leidt deze vorm van raffineren en verwaarden dus tot een negatief resultaat. Deze casus is echter minder verliesgevend dan hoogwaardige raffinage. De oorzaak zit in de lagere kosten voor de vezelraffinage, hoewel die voor riet en lisdodde nog steeds aanzienlijk zijn, zie tabel 5.7.

Tabel 5-7 Bijdragen aan het resultaat van individuele maaisels bij raffinage tot eiwitten met minder waarde en verwaarding tot vezels voor composieten.

Soort	Resultaat/ ton natte biomassa, eiwit, €/ton	Resultaat/ ton natte biomassa, fosfaat + sap, €/ton	Resultaat/ ton natte biomassa, vezel, €/ton	Resultaat/ ton natte biomassa totaal, €/ton
Fonteinkruid	€ -12	€ 1,27	€ -6	€ -17
(Lies)Gras	€ -10	€ 1,12	€ -11	€ -20
Grote Waternavel	€ -13	€ 1,43	€ -4	€ -16
Kroos	€ -10	€ 1,48	€ -4	€ -13
Kroosvaren	€ -13	€ 1,34	€ -5	€ -16
Lisdodde	€ -	€ -	€ -32	€ -32
Parelvederkruid	€ -13	€ 1,44	€ -6	€ -17
Riet	€ -	€ -	€ -32	€ -32
Waterpest	€ -12	€ 1,19	€ -6	€ -16
Waterwaaier	€ -13	€ 1,39	€ -5	€ -17
Grote Brandnetel	€ -12	€ 1,04	€ -4	€ -15
Totaal	€ -13	€ 0,59	€ -20	€ -32

Het zal duidelijk zijn dat, door riet en lisdodde af te voeren naar elders, in plaats van gebruik voor verwaarding van vezels, een aanzienlijk betere businesscase ontstaat (zie tabel 5.8). De reden is dat de grote negatieve kosten voor de vezelverwaarding wegvallen. In dat geval leidt de combinatie van raffinage en vezelverwaarding tot een resultaat dat concurrerend is met compostering.

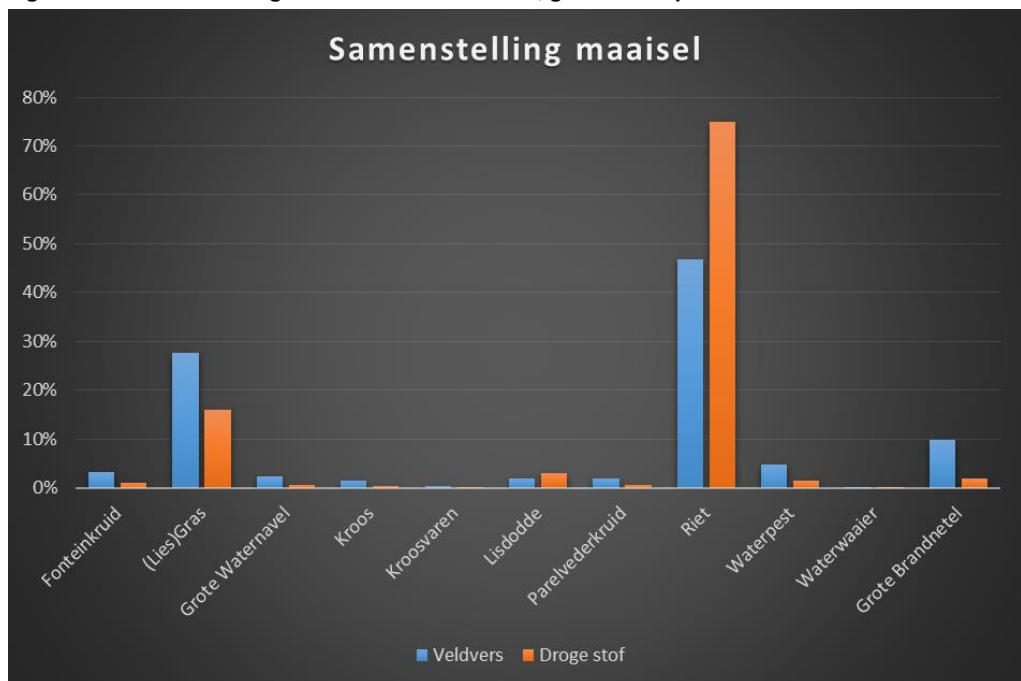
Tabel 5-8 Bijdragen aan het resultaat van individuele maaisels bij raffinage tot eiwitten en vezels voor composieten en afvoer van riet en lisdodde en de vaste grasfractie na het Grassa-proces.

Soort	Resultaat/ ton natte biomassa, eiwit, €/ton	Resultaat/ ton natte biomassa, fosfaat + sap, €/ton	Resultaat/ ton natte biomassa, vezel, €/ton	Resultaat/ ton natte biomassa totaal, €/ton
Fonteinkruid	€ -12	€ 1,27	€ -6	€ -17
(Lies)Gras	€ -10	€ 1,12	€ -11	€ -20
Grote Waternavel	€ -13	€ 1,43	€ -4	€ -16
Kroos	€ -10	€ 1,48	€ -4	€ -13
Kroosvaren	€ -13	€ 1,34	€ -5	€ -16
Lisdodde	€ -	€ -	€ -	€ -
Parelvederkruid	€ -13	€ 1,44	€ -6	€ -17
Riet	€ -	€ -	€ -	€ -
Waterpest	€ -12	€ 1,19	€ -6	€ -16
Waterwaaier	€ -13	€ 1,39	€ -5	€ -17
Grote Brandnetel	€ -12	€ 1,04	€ -4	€ -15
Mengsel	€ -13	€ 0,59	€ -4	€ -16

6 CONCLUSIES

1. Aan de hand van een enquête onder 8 waterschappen is geschat dat jaarlijks ca 500.000 ton water- en overplanten worden gemaaid. Dit zal eerder meer dan minder zijn. Geschat wordt dat 25%-50% van de maaisels wordt afgevoerd. Totaal is daardoor minimaal 125.000-250.000 ton maaisel beschikbaar voor raffinage en vezelverwaarding. De spreiding in deze getalen is groot, geschat wordt 50%.
2. Riet, (lies)gras, “andere veelvoorkomende planten”. en waterpest zijn de meest gemaaide planten. Grasachtigen, zegge, biezen, brandnetel, zuringsoorten, distel, pitrus, grote berenklaauw en lisdodde vallen onder de “andere veelvoorkomende planten”. Brandnetel wordt daarbij het vaakst genoemd. Figuur 6.1 geeft weer wat de gemiddelde samenstelling is van de maaisels, gebaseerd op de inventarisatie en literatuuronderzoek, zowel als veldvers materiaal als op droge stof basis. Deze gemiddelde samenstelling, en de individuele planten daarin, zijn gebruikt voor de businesscase analyses.

Figuur 6-1 Samenstelling van het “model maaisel”, gebaseerd op de inventarisatie

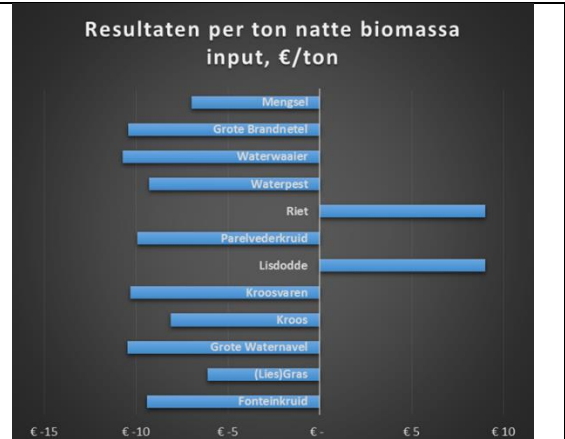


Hieruit blijkt riet en gras het grootste aandeel vormen in de maaisels, gevolgd door brandnetel, waterpest en fonteinkruid. Lokaal kan dit sterk verschillen.

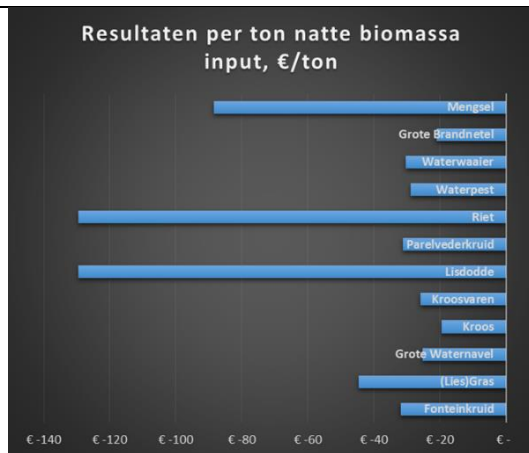
3. Het meeste maaiwerk wordt in oktober-november gedaan. Dit is voor bioraffinage en vezelverwaarding te laat. Daarvoor moet het maaiwerk in het voorjaar of de vroege zomer gedaan worden.
4. Waterplanten bevatten gemiddeld 90-95% water. Dit is aanzienlijk meer dan landplanten (60-80%). aanzienlijk meer water dan landplanten.
5. De samenstelling van de droge stof verschilt per plant aanzienlijk. Riet en brandnetel hebben de hoogste lignocellulosegehalten, klein kroos en brandnetel de hoogste eiwitgehalten, klein kroos en Grote waternavel de hoogste fosfaatgehalten.

6. Voor bioraffinage en vezelverwaarding komen in principe de combinatie van de technologieën van Grassa (eiwitten, fosfaat, ruwe vezels, veevoer, substraten schimmelteelt, energie) en MillVision (vezels van diverse kwaliteiten uit de ruwe vezels of directe verwaarding van maaisels) het meest in aanmerking. Andere technologieën zijn vooralsnog gericht op alleen vezelverwaarding en energie. De technische en financiële haalbaarheid moeten nog onderbouwd worden aan de hand van praktijktesten en wetgeving over het gebruik van producten voor dierlijke consumptie.
7. De maaisels van riet en lisdodde zijn niet verwerkbaar in de installatie van Grassa. Wel is het mogelijk deze maaisels, in tegenstelling tot vroeger, tot vezels voor papier en composieten te gebruiken.
8. Uit het voorliggende onderzoek blijkt dat bioraffinage en vezelverwaarding tot financieel betere resultaten kan leiden dan compostering. Dit betekent dat het voor de waterbeheerders aantrekkelijker is de maaisels via raffinage en vezelverwaarding te laten verwerken. Deze werkwijze leidt ook tot besparing van (industriële) grondstoffen en draagt daarmee bij aan de verduurzaming van het waterbeheer. Deze werkwijze past daardoor goed bij het beleid van de Energie- en Grondstoffenfabriek.
9. Technisch en financieel biedt de combinatie van raffinage van de maaisels tot eiwitten, fosfaat, sap als cosubstraat voor vergisters en vezels/ruw voer en directe verwaarding van riet en lisdodde tot minder zuivere vezels (bevatten nog veel lignine e.d.) de beste kansen. Totaal, voor alle maaisels als mengsel samen, bedragen de kosten per ton maaisel dan ca € 7 -/-. Dit is aanzienlijk minder dan de kosten voor compostering (ca € 20 -/- per ton maaisel). Voor de individuele planten in dit mengsel, als daarop gestuurd zou worden, zijn de kosten hoger of lager. Zie figuur 6.2 (volgende pagina).
10. In geval gestuurd wordt op raffinage in combinatie met verwaarding tot zuivere vezels, wordt de businesscase aanzienlijk slechter tot niet haalbaar. De reden zijn de hoge kosten van vezelverwaarding in vergelijking tot de opbrengsten. In dat geval moeten keuzes gemaakt worden tussen óf raffinage óf vezelverwaarding. Zie figuur 6.2.
11. In dit onderzoek is de logistiek buiten beschouwing gelaten. Deze is zowel technisch als financieel van invloed, daar de eisen die het raffinageproces en de vezelverwaarding stellen, bepalen hoe het maaien, transport, eventuele tussenopslag, buffering/conservering georganiseerd en uitgevoerd moeten worden. Het zou kunnen zijn dat voor het logistieke proces andere werkmethoden en/of andere installaties nodig zijn, met financiële gevolgen. Aanbevolen wordt dit nog uit te werken en te verwerken in de businesscase.
12. Het is zeer de moeite waard enkele praktijkproeven uit te voeren. Deze zou dan gericht moeten zijn op:
 - a. Eiwitaffinage van mengsels waterplanten
 - b. Eiwitaffinage van mengsels overplanten
 - c. Vezelaffinage van de restanten van het Grassa-procedé
 - d. Vezelaffinage van riet en lisdodde.
 - e. Methode van maaien om vervuiling met grond, plastic, etc. te verminderen
 - f. Logistieke proces om kosten te minimaliseren en de kwaliteit te maximaliseren
13. Ter voorbereiding van de praktijkproeven is het belangrijk de wet- en regelgeving verder te onderzoeken. Belangrijke punten zijn:
 - a. De benodigde wachttijd om fauna in maaisels van waterplanten vluchtgelegenheid te geven. Deze wachttijd conflicteert met de noodzaak tot raffinage van eiwitten
 - b. De eisen die gesteld worden aan de dierlijke consumptie van eiwitten uit niet-gecontroleerde teelten.

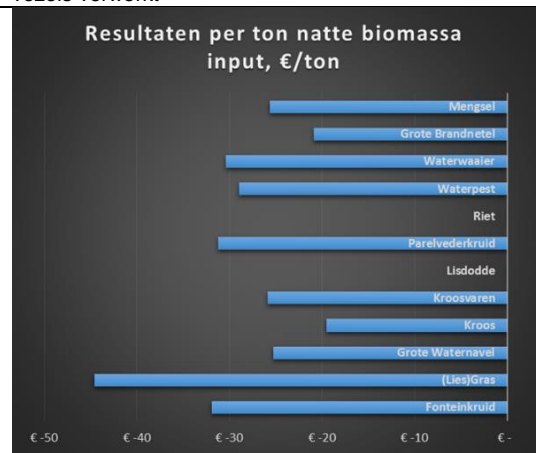
Figuur 6-2.
Resultaten van de businesscase analyses, verschillende scenario's. A scoort het beste, B het slechtste/



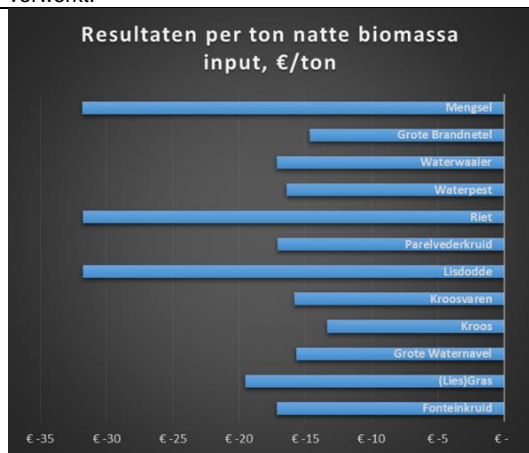
A Raffinage van maaisels tot eiwitten met lage waarde, fosfaat en sap. Verwaarding vaste resten tot onzuivere vezels. Riet en lisdodde worden direct tot onzuivere vezels verwerkt



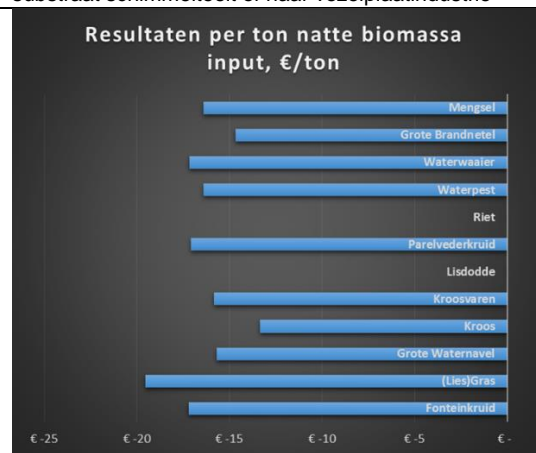
B Raffinage van maaisels tot eiwitten met hoge waarde, fosfaat en sap. Verwaarding vaste resten tot zuivere vezels. Riet en lisdodde worden direct tot zuivere vezels verwerkt.



C Raffinage van maaisels tot eiwitten met hoge waarde, fosfaat en sap. Verwaarding vaste resten tot zuivere vezels. Riet en lisdodde worden direct afgevoerd voor substraat schimmelteelt of naar vezelplaatindustrie



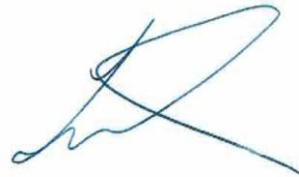
D Raffinage van maaisels tot eiwitten met lage waarde, fosfaat en sap. Verwaarding vaste resten tot vezels voor composieten. Riet en lisdodde worden direct tot vezels voor composieten verwerkt.



E Raffinage van maaisels tot eiwitten met lage waarde, fosfaat en sap. Verwaarding vaste resten tot vezels voor composieten. Riet en lisdodde worden direct afgevoerd voor substraat schimmelteelt of naar vezelplaatindustrie.

7 COLOFON

Opdrachtgever	: Primair Air Consult
Project	: Groenresten uit het waterbeheer
Dossier	: P2015005
Omvang rapport	: 36 pagina's
Auteur	: Aldert van der Kooij
Bijdrage	: Jan van Dam (WUR), Leon Joore (MillVision bv), Martijn Wagenaar (Grassa bv)
Interne controle	: Wim van Doorn
Projectmanager	: Aldert van der Kooij
Datum	: 15 april 2016
Naam/Paraaf	: Aldert van der Kooij



Van der Kooij Clean Technologies

Brederodelaan 68

3906 EJ Veenendaal

M (06) 2909 8245

T (0318) 785 700

E aldert@vanderkooijct.nl

W www.vanderkooijct.nl

0 BIJLAGE 1. SAMENVATTINGEN LITERATUURONDERZOEK

1 ALGEMEEN

Planten groeien en sterven weer af. Dit geldt ook voor waterplanten. Het is dan ook vrijwel onmogelijk een opgave te doen van de massa's (tonnen) of volumes (m³) waterplanten die vóórkomen. Per maand is dit anders, met een hoogtepunt in de zomer.

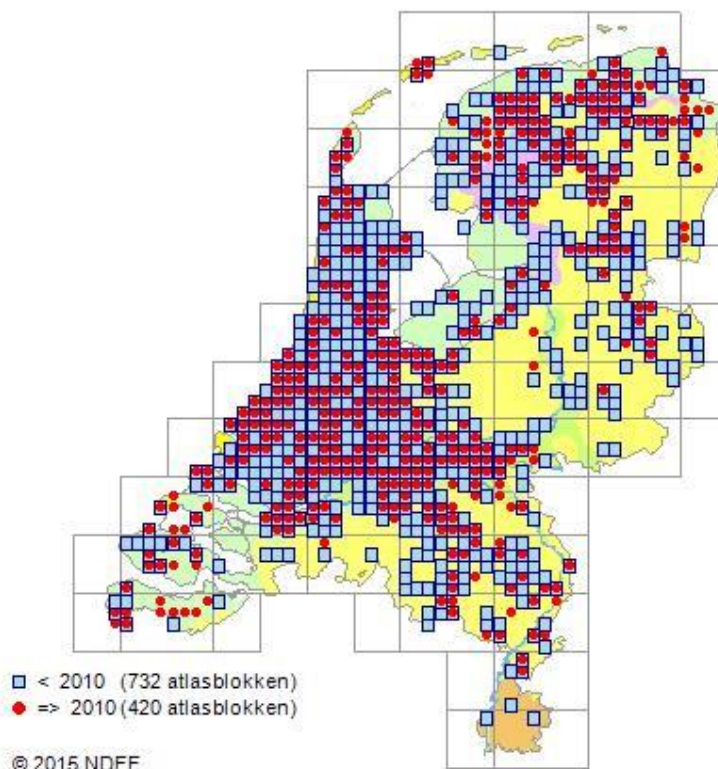
Wel wordt bijgehouden waar de planten voorkomen. Daarvoor is van de volgende bronnen gebruik gemaakt:

1. Enquête onder waterschappen, uitgevoerd in het kader van dit project. Daarbij is onder de deelnemende waterschappen geïnventariseerd welke hoeveelheden maaisel vrijkomen ieder jaar, en wat de soortensamenstelling van dit materiaal is.
2. Stichting Natuurinformatie ontwikkelt websites over natuur, en helpt natuurorganisaties op het internet. Vogelwerkgroepen, IVN-afdelingen, maar ook landelijke organisaties als de Faunabescherming maken gebruik van onze diensten. De Stichting bevordert de ontwikkeling en toepassing van informatie- en communicatietechnologie rond het thema natuur. Hierbij streeft zij naar openbaarheid van natuurdata waar dit mogelijk en verantwoord is. Een voorbeeld hiervan is www.waarneming.nl, de centrale en openbare website voor alle natuurwaarnemingen in Nederland. Voor een aantal waterplanten is hier informatie van gebruikt over de locaties van vóórkomen:
3. FLORON Verspreidingsatlas planten, onderdeel van de Nationale Databank Flora en Fauna (NDFF). De NDFF Verspreidingsatlas, zie www.verspreidingsatlas.nl, maakt sinds eind 2015 integraal onderdeel uit van de Nationale Databank Flora en Fauna en geeft informatie over het voorkomen van alle groepen planten en enkele diergroepen in Nederland. Verspreidingsgegevens zijn gebaseerd op gevalideerde waarnemingen uit de NDFF. De inhoud van de atlas wordt mede verzorgd door de Nederlandse Mycologische Vereniging (NMV), FLORON, het Landelijk Informatiecentrum Kranswieren (LIK) en Stichting ANEMOON. Zij coördineren het projectmatig inventariseren van flora en fauna in Nederland. Dat gebeurt regionaal in natuurwerkgroepen, maar ook landelijk. De belangrijkste bronnen zijn (in volgorde van bijdrage in aantallen actuele en historische waarnemingen): de soortenorganisaties (13 miljoen waarnemingen), provincies (8 miljoen), Waarneming.nl (5 miljoen), Landelijke Vegetatie Databank (2 miljoen), waterschappen (1 miljoen) en Rijkswaterstaat (1 miljoen). Samen zitten er voor de getoonde soortengroepen zo'n 30 miljoen waarnemingen in de databank. Elk jaar komen er ruim 1 miljoen waarnemingen bij.
4. Informatie via gesprekken met de coöperatie Gastvrije Randmeren en beheerders van jachthavens langs de Veluwe randmeren. De coöperatie heeft als doel de kwaliteit van het natuur- en recreatiegebied Randmeren te verhogen en de robuustheid van het gebied te versterken. Het werkgebied van de coöperatie Gastvrije Randmeren strekt zich uit van Hollandse Brug tot Ketelbrug, een langgerekte merenreeks van ruim tachtig kilometer. De Stichting Maaien waterplanten Randmeren verzorgt sinds 2014 de maaiwerkzaamheden voor de watersportsector (bron: *Rapportage door Gastvrije Randmeren, HISWA, Watersportverbond en Stichting Maaien Waterplanten Randmeren, oktober 2014*).

2 AZOLLA FILICULOIDES, GROTE KROOSVAREN

2.1 Voorkomen

Grote kroosvaren drijft op open, ondiep, voedselrijk tot zeer voedselrijk, neutraal tot licht alkalisch, zoet of zwak brak, stilstaand of zeer zwak stromend water boven een bodem van klei of laagveen. Ze groeit in sloten en kanalen en profiteert van een zekere waterverontreiniging. De plant stamt oorspronkelijk uit de warmere delen van Amerika en komt tegenwoordig in bijna alle werelddelen voor. De soort is vrij algemeen in het westen en het rivierengebied en is elders zeldzaam tot zeer zeldzaam. De horizontale stengels zijn vertakt, dragen wortels en bladen die kroesig boven het water uitsteken, slechts ééncellige papillen dragen, eerst blauwachtig groen zijn en pas later roodachtig worden en zo in herfst hele oppervlakten steenrood kunnen kleuren. Bij de ontwikkeling van de microsporangia en de megasporangia worden er in de microsporangia weefselklompjes (massulae) gevormd waarin de microsporen zijn ingebed. Tevens worden er ankervormige uitsteeksels (glochidia) zonder tussenschotten gevormd waarmee de massulae de drijvende megasporen kunnen enteren (Bron: <http://www.verspreidingsatlas.nl/%5C0128#> , René van Moorsel, 2014)

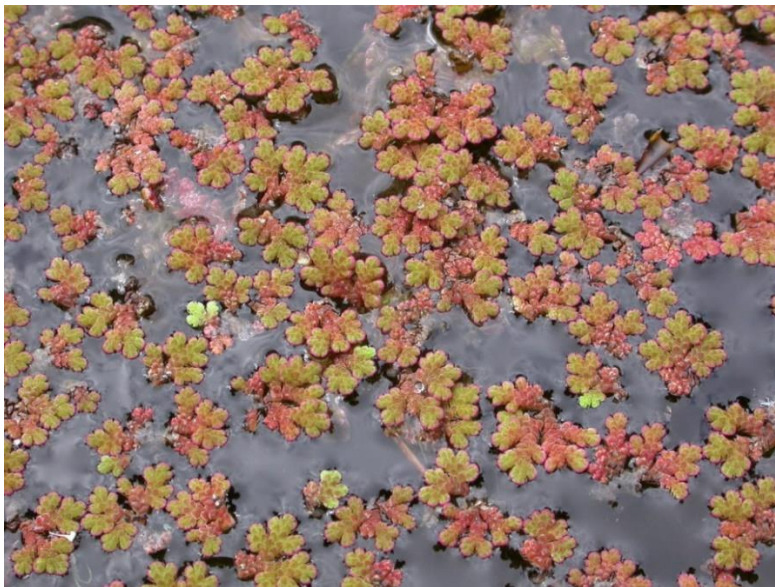


Drijvende waterplanten hebben onder nutriëntenrijke een hoge productiviteit, met vaak hoge concentraties aan stikstof (eiwit) en fosfor (Ziegler et al. 2015 en referenties daarin). Dit maakt dit soort type waterplanten uitermate geschikt als zuiveraar van oppervlaktewater. In deze factsheet komen 2 typen waterplanten aan de orde, te weten kroosvarens (Azolla soorten) en eendenkroos (Lemna soorten). De kroosvarens zijn sporenvormers, terwijl eendenkroos zaden maakt. Daarnaast is er nog zeer karakteristiek verschil tussen beide soorten: kroosvarens leven samen met bacteriën die stikstof uit de lucht fixeren en omzetten in een voor de plant opneembare vorm. Eendenkroos daarentegen neemt stikstof rechtstreeks op uit

het water. Gezien deze verschillen kunnen kroosvarens ingezet worden om stikstofarme, maar fosforrijke wateren te zuiveren. Op dit type wateren zou eendenkroos minder geschikt zijn aangezien de lage stikstofconcentraties de groei zullen remmen, en daarmee de opname van fosfor. Op stikstof- en fosforrijke wateren is eendenkroos een juiste keuze. (Bron: *Adrie van der Werf, Alterra, juni 2015. Deltafact Natte teelten. Alterra.* http://www.deltaproof.nl/Publicaties/deltafactframe/Natte_teelten.aspx?rld=85)



Azolla filiculoides Lam. Grote kroosvaren. © Willem Braam - Locatie: Rottige Meenthe, Friesland - Habitus



Azolla filiculoides Lam. Grote kroosvaren © Peter Meininger - Locatie: Aardenburg - Habitus

2.2 Samenstelling

Bron: Kent W. Buckingham, Stephen W. Ela, James G. Morris, and Charles R. Goldman. *Nutritive Value of the Nitrogen-Fixing Aquatic Fern Azolla filiculoides*. In: *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 26, No. 5, 1978

	% of dry matter ^a	Minerals ^{b,c}			
		mg/g		µg/g	
ash	15.54 ± 2.51	Na	15.25 ± 1.21	Cu	28.05 ± 2.89
acid detergent fiber (ADF)	26.58 ± 2.23	K	20.13 ± 1.44	Mn	771
neutral detergent fiber (NDF)	39.16 ± 1.56	P	4.87 ± 0.58	Co	4.6
		Ca	9.73 ± 0.26	Zn	54.7
cellulose	15.19 ± 1.35	Fe	1.00 ± 0.25	Pb	25.0
lignin	9.27 ± 1.19	Cl	10.7	Mo	7.0
nitrogen	4.47 ± 0.03			Sr	64.4
ether extract	5.05 ± 0.05				

^a Values represent mean and standard deviation for three samples of freeze-dried *Azolla*. ^b Values with standard deviation represent mean-values for three samples of freeze-dried *Azolla* (92.27 ± 1.26% dry matter). ^c Values without standard deviation represent one determination by X-ray fluorescence.

Table IV. Amino Acid Composition of *Azolla*^a Compared to Alfalfa,^b Soybean,^c and Corn^c

amino acid	g/100 g of protein ^d				% dry matter			
	<i>Azolla</i>	alfalfa	soybean	corn	<i>Azolla</i>	alfalfa	soybean	corn
threonine	4.70	5.11	3.91	3.71	1.10	1.05	1.74	0.39
valine	6.75	6.91	4.88	4.94	1.58	1.42	2.17	0.52
methionine	1.88	1.85	1.28	2.00	0.44	0.38	0.57	0.21
isoleucine	5.38	5.64	4.61	3.80	1.26	1.16	2.05	0.40
leucine	9.05	8.95	7.88	12.83	2.12	1.84	3.51	1.35
phenylalanine	5.64	6.13	5.01	5.04	1.32	1.26	2.23	0.53
lysine	6.45	5.01	6.47	2.76	1.51	1.03	2.88	0.29
histidine	2.31	2.28	2.56	2.76	0.54	0.47	1.14	0.29
arginine	6.62	4.91	7.35	4.28	1.55	1.01	3.27	0.45
tryptophan	2.01	2.68	1.30	0.76	0.47	0.55	0.58	0.08
aspartic acid	9.39	11.67	11.86	6.46	2.20	2.40	5.28	0.68
glutamic acid	12.72	11.82	18.98	19.39	2.98	2.43	8.45	2.04
serine	4.10	5.01	5.19	5.13	0.96	1.03	2.31	0.54
proline	4.48	5.11	5.57	9.12	1.05	1.05	2.48	0.96
glycine	5.72	5.88	4.25	3.80	1.34	1.21	1.89	0.40
alanine	6.45	6.52	4.31	7.70	1.51	1.34	1.92	0.81
cystine	2.26	1.17	1.35	1.62	0.53	0.24	0.60	0.17
tyrosine	4.10	3.36	3.19	3.90	0.96	0.69	1.42	0.41
Met + Cys	4.14	3.02	2.63	3.52	0.97	0.62	1.17	0.37
Phe + Tyr	9.74	9.48	8.20	8.94	2.28	1.95	3.65	0.94
protein ^d					23.42	20.56	44.51	10.52

^a Amino acid values for *Azolla* represent the mean of four amino acid analyses, except for tryptophan which represents one analysis. ^b Data determined for 22% protein grade alfalfa; American Dehydrators Association (1969). ^c FAO (1970).

Table V. Purines in *Azolla* Compared to Selected Legumes

	adenine, mg/100 g	guanine, mg/100 g	hypoxan- thine, mg/100 g	xan- thine, mg/100 g	total purines, mg/100 g	% nitrogen recovery as purines
<i>Azolla</i> ^a	240 ± 19	265 ± 14			492 ± 11	5.54 ± 0.34
lentils ^b	104	82	20	16	222	
blackeye peas ^b	77	80	32	41	230	
alfalfa ^c	374 ± 17	503 ± 12				

^a Values represent mean and standard deviation for three samples of freeze-dried *Azolla*. ^b Clifford and Story (1976). ^c Clifford et al. (1975).

Bron: M. Lourdes Costa, M. Conceição Santos & Francisco Carrapiço. . Biomass characterization of *Azolla filiculoides* grown in natural ecosystems and wastewater. In: *Hydrobiologia* 415: 323–327, 1999.

Table 1. Growth parameters, phosphorus and nitrogen uptake of *Azolla*

Variables	Samora	Correia	Guadiana river	Alverca lagoon	Pig waste	Maturation pond effluent
	Confined	Field				
Growth rate (d^{-1})	0.106±0.020 (n=2)	–	–	–	0.054±0.012 (n=14)	0.107±0.037 (n=7)
Density ($g\ dw\ m^{-2}$)	66.4	243±10 (n=3)	175	258	46.4±11.3 (n=14)	54.2±19.7 (n=7)
Productivity ($g\ dw\ m^{-2}d^{-1}$)	7.04	25.8	18.6	27.4	2.55	5.80
Phosphorus uptake ($mgP\ m^{-2}d^{-1}$)	23.9	87.7	46.9	119	12.2	80.0
Phosphorus Yield ($mgP\ (g\ dw)^{-1}$)	3.40	3.40	2.51	4.34	4.80	13.8
Nitrogen uptake ($mgN\ m^{-2}d^{-1}$)	227	831	584	718	71.7	242

Table 2. Composition of *Azolla* biomass

Variables	Samora Correia channels (n=8)	Guadiana river (n= 3)	Alverca lagoon	Diluted pig waste (n=10)	Maturation pond effluent (n=7)
Dry matter (%)	6.83±1.50	7.41±1.31	4.69	6.80±1.50	5.43±0.24
Organic matter(%)	90.01±1.5	87.97±0.51	91.29	84.15	85.65
Ash (%)	9.99±1.67	12.21±0.51	8.71	16.85±0.07	14.35
Phosphorus(%)	0.34±0.09	0.25±0.01	0.434	0.48±0.03	1.38±0.20
Nitrogen (%)	3.22±0.55	3.14	2.62	2.81±0.02	4.31±0.65
K (%)	1.97±2.97	1.38	1.25	1.91±0.53	3.17±0.79
Protein (%)	20.49±3.45	19.36±1.31	16.38	17.56±2.00	26.96±4.04
Crude fat (%)	3.60±1.64	5.34±0.82	3.25	5.82±0.10	4.04±0.81
Crude fiber (%)	13.99±1.40	–	16.55	13.35±4.30	12.53±0.83
Cellulose (%)	19.87±3.92	22.48±1.79	22.72	–	11.03±2.05
Hemicellulose (%)	15.05±4.66	10.75±0.65	14.82	–	18.05±7.90
Lignin (%)	35.51±4.39	39.12±1.73	40.99	–	19.52±1.74

– Not determined.

3 HYDROCOTYLE RANUNCULOIDES, GROTE WATERNAVEL

3.1 Voorkomen

Grote waternavel is een overblijvende oeverplant die in de oeverzone wortelt en vanuit de oever lange over het wateroppervlak groeiende stolonen vormt, waaraan drijvende en ondergedoken bladen worden gevormd. De soort is afkomstig uit Noord-Amerika en door de handel in vijver- en aquariumplanten over de wereld verspreid. Watergangen groeien in een hoog tempo dicht door deze plant, waardoor de doorstroming van water niet meer mogelijk is en het water een zuurstofgebrek krijgt. De plant is op jonge leeftijd vaak moeilijk te onderscheiden van de gewone waternavel (*Hydrocotyle vulgaris*) en komt daarom soms ongemerkt mee met de handel en verkokop in tuincentra.

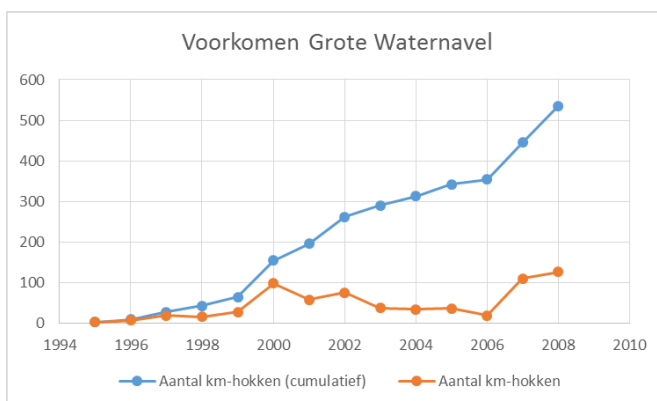
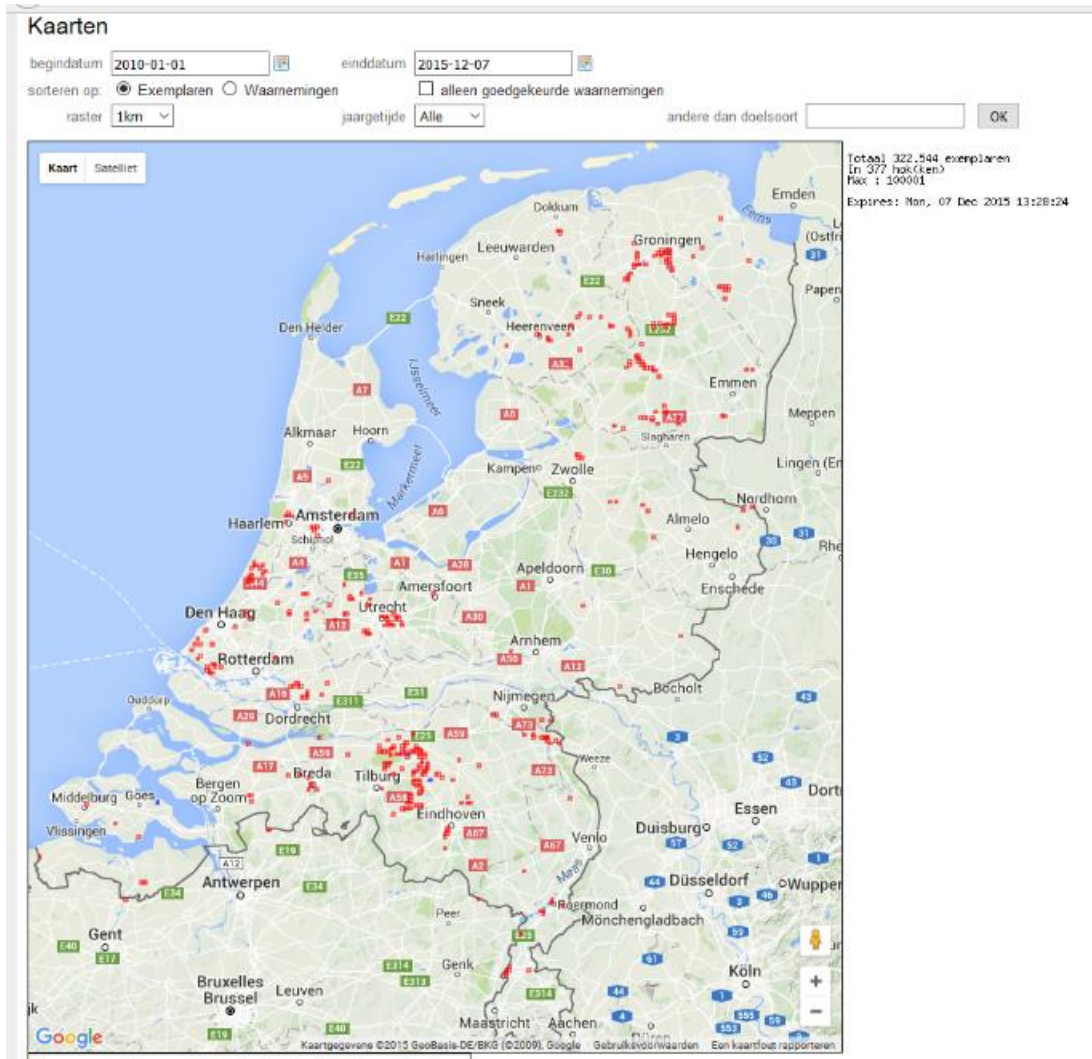
De eerste waarneming van verwildering binnen Nederland dateert uit 1994 (België 1999) toen de soort werd aangetroffen langs de oever van een watergang in de Utrechtse wijk Rijnsweerd. De jaren daarop dook de plant op verschillende plaatsen verspreid door het land op. De plant kwam op enkele locaties zo massaal voor dat de doorstroming van de watergangen werd belemmerd en deze hun functie voor de waterafvoer niet meer konden vervullen. Sinds die tijd wordt de plant in veel waterlopen door de waterschappen bestreden. Aanvankelijk werd nog gedacht dat de plant niet bestand zou zijn tegen strenge winters, maar in 1997 bleek dat de planten op sommige groeiplaatsen de strenge winters van 1995/96 en 1996/97 hadden overleefd. Zowel de handel in als het in bezit hebben van de plant is sinds 2001 wettelijk verboden. Grote waternavel komt voor in zoet, zwak stromend tot stilstaand water, zoals kanalen, vaarten, sloten, vijvers, singels en beken. De soort gedijt het beste bij hoge concentraties nitraat, fosfaat en opgelost organisch koolstof. Het gebruik van meststoffen in de landbouw draagt bij aan de eutrofiëring van het oppervlaktewater en scheidt daardoor gunstige omstandigheden voor de soort. (Bron: <http://www.verspreidingsatlas.nl/%5C2490#>, Ruud Beringen, 2014)

Hydrocotyle ranunculoides groeit in stilstaand of langzaam stromend zoet water. De plant koloniseert de ondiepe delen en de oevers van rivieren, stromen, sloten, dammen, vijvers, meren, groeven, kanalen en zoetwatermoerassen. De plant verdraagt getijden en heel onregelmatige waterpeilschommelingen en groeit op alle grondsoorten, ook op veengrond. Ze groeit ook op goed gedraineerde bodem.

Doordat grote waternavel zich in een hoog tempo ontwikkelt en grote oppervlakken kan innemen, verdringt de soort de meeste inheemse waterplanten en tal van oeversoorten. De drijvende, monospecifieke matten tasten de doordringbaarheid van de waterkolom voor licht aan (belangrijk voor de fotosynthese) en doen het zuurstofgehalte in de waterkolom dalen, wat op zijn beurt kan leiden tot vissterfte en het leven van ongewervelden beïnvloedt. De plantenmatten kunnen de stroming van het water belemmeren waardoor er verzilting en wijziging van de stroomsnelheid optreedt. Bovendien treedt verlies van open water aan de rand op voor dieren en brengt dit een verhoogd risico op overstrooming met zich. Bron: Robert, H., Lafontaine, R.-M., Beudels-Jamar, R.C., Delsinne, T. (2013). *Risk analysis of the Water Pennywort Hydrocotyle ranunculoides* (L.F., 1781). - Risk analysis report of non-native organisms in Belgium from the Royal Belgian Institute of Natural Sciences for the Federal Public Service Health, Food chain safety and Environment. 59 p.

De kaart hieronder geeft met rode vlekken aan waar Grote watervlavel voorkomt.

Bron kaart: www.waarneming.nl



Voorkomen grote watervlavel. Bron:

<http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl1540-Grote-watervlavel.html?i=2-41>

Foto:

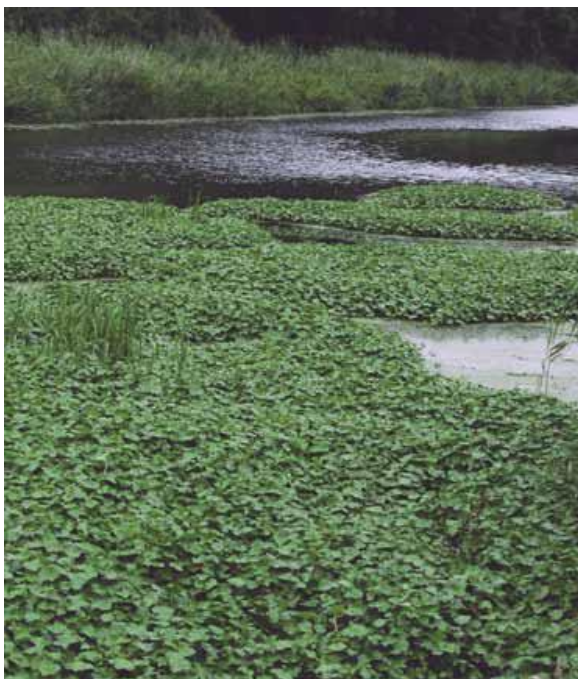
Hydrocotyle ranunculoides, Grote waternavel

Bron: © Peter Meininger - Locatie: Baarland,
<http://www.verspreidingsatlas.nl/foto/15062>



Foto:

Hydrocotyle ranunculoides (Bron: Robert, H., Lafontaine, R.-M., Beudels-Jamar, R.C., Delsinne, T. (2013). Risk analysis of the Water Pennywort *Hydrocotyle ranunculoides* (L.F., 1781). - Risk analysis report of non-native organisms in Belgium from the Royal Belgian Institute of Natural Sciences for the Federal Public Service Health, Food chain safety and Environment. 59 p.)



Bron: Plantenziektenkundige Dienst, Wageningen; Bureau Waardenburg, Culemborg ; Communicatiebureau de Lynx, Wagenimngen. *Invasieve waterplanten in Nederland Veldgids. Plantenziektenkundige Dienst van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit februari 2010*

3.2 Samenstelling

Bron: Claude E. Boyd. *Fresh-water Plants: a Potential Source of Protein. In: ECONOMIC BOTANY, VOL 22, No. 4, October-December, 1968*

TABLE I
LEAF PROTEIN EXTRACTION DATA AND PROTEIN YIELDS FOR AQUATIC PLANTS

Species	ni	Pulp		Extractability (%)		N in dry leaf protein (%)	Yield (kg/ha)		Comments
		D.M. (%) ²	N in D.M. (%)	Total N ¹	Protein N ⁴		D.M.	Crude protein	
<i>Justicia americana</i>									A
Stand 1	May 19	2	13.1	3.64	76.2	53.6	8.82	5030	590
	June 5	2	13.0	2.86	80.3	54.4	8.83	5570	576
	July 1	2	16.4	2.40	72.6	48.6	6.70	6950	499
	Aug. 3	5	17.5	2.23	72.4	43.1	6.25	7100	427
	Sept. 1	~	20.6	2.03	55.8	29.5	5.32	3740	141
Stand 2	July 14	1	24.6	2.14	62.8	38.7	7.39	4760	247
Stand 3	Aug. 1	1	18.5	2.50	56.2	37.0	7.64		—
<i>Sagittaria latifolia</i>									A
Stand 1	June 6	1	11.8	2.91	47.7	26.1	7.28	7280	362
	July 11	1	12.6	2.04	50.8	25.2	5.19	6560	211
Stand 2	June 9	1	14.1	3.35	38.3	27.4	4.66		—
<i>Alternanthera philoxeroides</i>									B
Stand 1	May 17	1	11.7	2.41	78.2	42.6	4.04	7420	478
	Aug. 3	2	19.8	1.36	56.0	38.0	4.12	7400	234
Stand 2	June 6	1	14.5	1.54	59.9	35.8	5.34		—
<i>Nymphaea odorata</i>									B
Stand 1	June 15	1	14.5	2.50	65.9	61.0	5.75		
	Aug. 31	1	10.2	3.45	52.4	50.8	6.80		
Stand 2	July 5	1	10.6	2.55	39.3	36.2	6.02	1800	197
Stand 3	Aug. 28	2	13.9	2.66	61.9	45.2	5.65	1620	121
<i>Orontium aquaticum</i>									A
	June 9	1	11.0	3.35	59.5	41.9	8.53		
	Aug. 28	3	9.9	3.66	61.6	43.8	7.89		—
<i>Jussiaea decurrens</i>									C
	2	9.3	3.54	46.8	34.2	6.15	2350	177	
<i>Jussiaea peruriana</i>									C
	1	20.2	1.16	50.2	35.0	2.42	5050	128	
<i>Brasenia schreberi</i>									C
	1	6.8	2.53	40.0	35.8	4.93	790	45	
<i>Elodea densa</i>									A
	3	7.3	3.02	50.7	33.6	3.83			
<i>Nuphar advena</i>									C
	1	10.6	2.98	32.5	21.8	5.47			
<i>Polygonum sp.</i>									C
	1	14.8	1.82	31.5	20.3	3.50	7780	180	
<i>Nymphoides aquaticum</i>									B
	1	9.9	1.54	28.9	16.1	5.08	1800	29	
<i>Nelumbo lutea</i>									A
	1	17.0	1.92	24.8	13.9	3.98	990	17	
<i>Hydrocotyle sp.</i>									A
	1	6.8	3.11	66.2	28.1	4.62		—	
<i>Ceratophyllum demersum</i>									A
	2	4.9	3.39	53.0	32.2	3.81			
<i>Myriophyllum brasiliense</i>									A
	3	7.9	3.66	31.4	14.5	4.16			
<i>Najas quadrilopensis</i>									A
	2	6.4	3.52	60.8	39.4	2.58			
<i>Hydrodictyon reticulatum</i>									A
	2	3.4	4.40	50.6	27.4	4.92			
<i>Spirogyra sp.</i>									A
	2	4.2	3.85	41.7	20.4	—			
<i>Pithophora sp.</i>									A
	2	18.1	1.79	30.0	15.2	1.42			

¹ Number of samples.

² Dry matter.

³ Percentage of pulp nitrogen extracted.

⁴ Percentage of pulp nitrogen extracted as protein nitrogen.

A - No difficulty in grinding or making extract.

B - No difficulty in grinding. Contained slight mucilage but extracted well.

C - Contained excessive mucilage. Difficult to grind and extract.

Bron: Pattanee Jantrarat. Nutritional composition and digestibility of water hyacinth and Water pennywort. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 27: 532-535 (2536), Kasetsart University, Bangkok, Thailand

Table 1 Amino acid composition (percentage of crude protein) of water hyacinth and water pennywort grown in poultry wastewater lagoon effluent, compared to soybean meal.

Amino acid	Water hyacinth ¹	Water pennywort ²	Alfalfa ³
Tryptophan	10.9	0.59	2.50
Aspartic acid	18.59	16.07	-
Threonine	4.85	2.38	4.16
Serine	5.51	2.48	-
Hydroxyproline	0.06	0.04	-
Glutamic acid	29.92	6.81	-
Proline	4.97	2.73	-
Glycine	6.48	2.78	4.72
Alanine	10.05	3.20	-
Cystine	1.09	0.50	0.94
Valine	5.68	2.82	5.24
Methionine	1.64	0.72	1.39
Isoleucine	4.42	2.19	1.94
Leucine	8.12	4.19	7.20
Tyrosine	1.82	1.35	3.06
Phenylalanine	5.51	2.65	5.28
Hydroxylysine	0.06	0.04	-
Histidine	3.27	2.27	1.94
Lysine	5.21	2.61	4.19
Arginine	5.57	2.48	4.17

¹ Crude peotein (Percentage of dry matter) of water hyacinth = 16.51.

² Crude peotein (Percentage of dry matter) of water pennywort = 23.77.

³ Crude peotein (Percentage of dry matter) of alfalfa = 18 (Church and Pond, 1978).

Table 2 Average nutritional composition of water hyacinth and water pennywort grown in poultry wastewater lagoon effluent relative to that of some conventional animal feedstuffs.

Plant	H ₂ O	Crude Protein	Fat	ADF	Ash	Rumen digestibility
Water hyacinth	95.0	17.8	1.1	33.4	16.8	47.9
Water pennywort	95.0	24.2	1.7	29.4	18.3	69.3
Alfalfa ¹	76.1	18.3	2.6	35.0	8.7	55.4
Bermuda grass ²	63.5	13.5	3.4	34.5	7.8	56.7

¹ Alfalfa (*Medicago sativa*), fresh midbloom (NRC, 1984).

² Kentucky bermuda grass (*Poa pratensis*), average early and mature vegetative (NCR, 1984).

Mean acid detergent fiber of water pennywort was highest (36%) in the first month of the experiment and seemed to vary little after that (Figure 2). It is uncommon for younger plants to have the highest fiber content; however, this was probably resulted from much of stalk of water pennywort made up a large portion of samples collected in May. In older plants, fiber ranged from 25 to 29%.

4 KLEIN KROOS/ EENDENKROOS - LEMNA MINOR

4.1 Voorkomen

We kennen allemaal wel de sloten en vaarten met een soort groene soep . Zeer gevaarlijk voor kinderen die het water onder de begroeiing niet zien. Heel vaak is dat een massa van drijvende waterplanten, dat kunnen Sterrenkroos soorten zijn (Callitriche-soorten) maar heel vaak ook soorten van het geslacht Eendenkroos (Lemna). Meestal drijven een paar Eendenkroos- en Sterrenkroos-soorten vriendelijk naast elkaar. Hier stellen we Klein kroos voor, een monocotyle soort uit de Aronskelkfamilie. De soort is zeer algemeen in Nederland. De plant is minutieus, met bladeren van slechts enkele mm lengte, maximaal 5 mm, alleenstaand of vaker met 2 of 3 blaadjes bij elkaar. Deze staan min of meer dakpansgewijs geplaatst. Aan de onderkant draagt ieder bladschijfje slechts één wortel. Aan die enkele wortel en het heldergroene uiterlijk van de soort is deze goed te herkennen.

Bloei treedt maar sporadisch op. Bloemen zijn vaak niet te onderscheiden, maar soms in het voorjaar zichtbaar als kleine structuren langs de rand van het blad. Ook het aantal nerven is niet altijd duidelijk, maar bij doorschijnend licht en met een loep, zijn er wel tot drie ook wel tot vier of vijf te vinden.

Klein kroos, Lemna minor L., is een plant uit de grote groep monocotyle families die een relatie met water hebben. De soort wordt ingedeeld in de Aronskelkfamilie of de Araceae, wat wellicht niet meteen voor de hand ligt. De plant bestaat uit één of enkele drijvende blaadjes die elkaar enigszins dakpansgewijs bedekken, met onder ieder schijfje steeds één wortel. Deze dient niet alleen voor de opname van voedingsstoffen, maar ook voor de horizontale stabilisatie van het drijvende blad. De lengte van de wortel kan wel 6 cm worden, soms zelfs langer.

De eironde bladschijfjes worden niet groter dan 3 of 4 x 5 mm, ze zijn stomp, de kleur is helder groen, en er zijn 3, soms 4 of 5 nerven in aanwezig. Wanneer meerdere schijfjes zijn gevormd splitsen enkele van de moederplant af en gaan als aparte delen verder. Klein kroos kan zo snel een watergebied koloniseren.

De bloemen zijn zeer klein en meestal niet te vinden, omdat de plant zelden tot bloei komt. Wanneer, in het voorjaar, langs de rand van een bladschijfje bloemen worden gevonden zijn deze tweeslachtig. Binnen een schutblad, ook wel opgevat als een bloemschede (spatha), staan twee meeldraden en een éénhokkig flesvormig vruchtbeginsel. Het geheel ziet men ook wel als één bloeiwijze van twee mannelijke en één vrouwelijke bloem. Dat alles binnen een afmeting van 0,5 tot 1 mm! Vruchtzetting wordt nauwelijks waargenomen.

Enige verwisseling met vergelijkbare soorten is mogelijk, de verschillen met Bultkroos, Dwergkroos en Veelwortelig kroos zijn echter met enige oefening wel duidelijk. Bultkroos is duidelijk gewelfd aan de onderzijde, Dwergkroos heeft spitse bladschijfjes, is kleiner en meer donker van kleur, en de wortel is korter. Veelwortelig kroos is vaak groter, donkergroen van boven, purperrood van onderen en draagt meerdere, vijf of meer, wortels. (Bron: http://www.floravannederland.nl/planten/klein_kroos/)

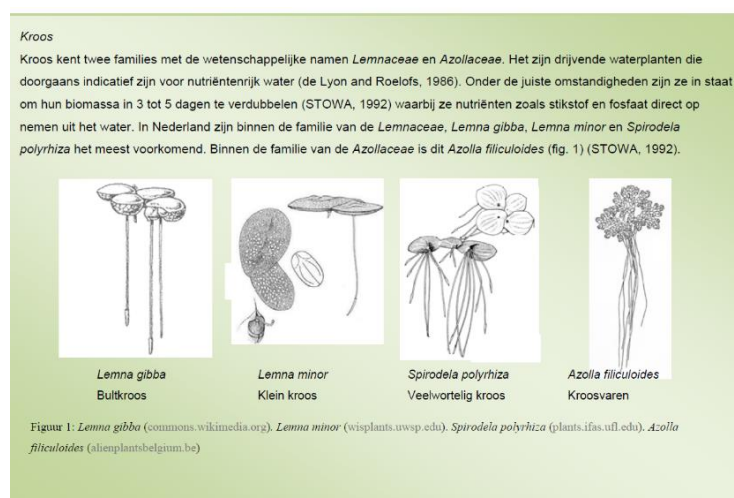
Door de kleine afmetingen en grote aantallen individuen is meestal hooguit symptomatische bestrijding mogelijk. Verschillende methoden kunnen worden aangewend voor het ruimen van een kroosdek. Afscheppen (machinaal of handmatig) verdient de voorkeur, indien mogelijk gecombineerd met het voldoende lang droog leggen van de waterbodem. Ook waterpeilverhoging en doorgedreven beschaduwning kunnen in combinatie met afscheppen bijdragen tot het verminderen van de kroosgroei. Er bestaat geen methode die op alle locaties toegepast kan worden. Het lijkt er eerder op dat iedere locatie maatwerk en een eigen aanpak vereist.

Voor grote kroosvaren is biologische bestrijding een goede optie. Volledige verwijdering is meestal slechts mogelijk mits beduidende verbetering van de water- (en waterbodem)kwaliteit. (Bron: http://www.ecopedia.be/3067/planten/Krozen_en_kroosvarens)

Hoofdgroep: Water- en moerasplanten
Plantenfamilie: Aronskelkfamilie - Araceae
Plantengeslacht: Lemna Eendenkroos - Lemna Eendenkroos
Plantvorm: waterplant
Plantgrootte: 0.00 - 0.01 meter
Bloeiperiodes: April - Juni, September - Oktober
Bloemkleur: -
Bloeiwijze: nvt
Bloemvorm: bloemdek
Bloemtype: eenslachtig en/of tweeslachtig
Bloembladen: -
Meeldraden: 2 meeldraden
Vruchtbeginsel: -
Stijlen: 1
Stempels: 1
Vrucht: -
Zaden: -
Stengel: -
Schors: -
Bladstand: dakpansgewijs
Bladvormen: eirond, stomp
Bladrand: gaaf
Ondergronds delen: primaire wortel
Plantengemeenschappen: Water, Bron,
Moeras, Pionier, Grasland, Kwelder, Ruigte,
Struweel, Loofbossen

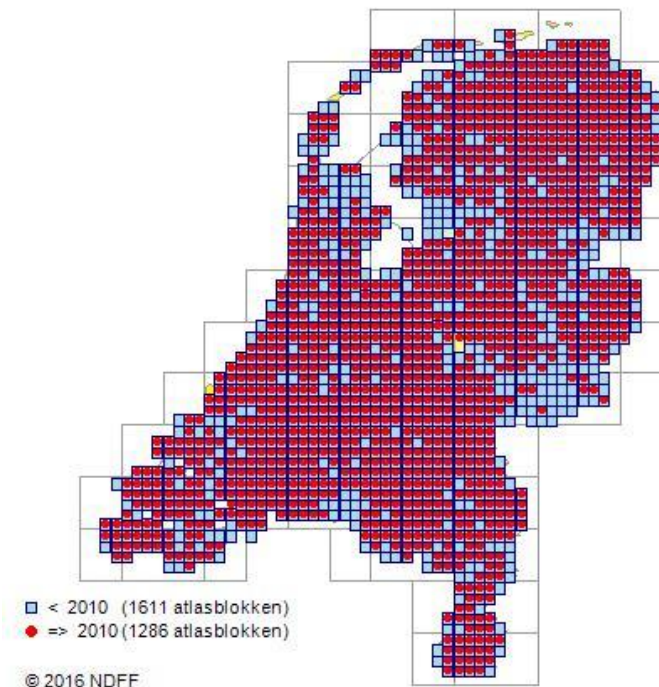


Foto: Bron: http://www.ecopedia.be/3067/planten/Krozen_en_kroosvarens)



Bron groene figuur: Hoving, I.E. & Holshof, G. , 1 juli 2012. Effluentpolishing met kroos. Deelrapport 3: Effluentpolishing met kroos. Kroos als product. WUR Livestock Research. Projectnummer 4716656

Kaart: Lemna minor, Klein kroos. Bron: <http://www.verspreidingsatlas.nl/%5C0723>



Eendenkroos is het snelst groeiende plantje ter wereld. Het is het snelst groeiende plantje ter wereld dat iedere 2 à 3 dagen verdubbelt. Onder gunstige omstandigheden groeit de hoeveelheid eendenkroos in snel tempo (tot circa 50% toename per dag Bron: <http://www.grootzevert.nl/kroos>). Met één hectare eendenkroos kan net zo veel eiwit worden geproduceerd als met 7 hectare soja. Dat eiwit kan in veel producten toegepast worden. Maar voor een goede opbrengst moet wel onder ideale omstandigheden geteeld worden, en een hoogwaardige verwerking is kostbaar.

De groei van kroos is afhankelijk van onder andere de bemesting, pH, temperatuur, licht en biotische factoren. Een limiterende factor is de dichtheid. Bij

een hoge plantdichtheid zullen er minder licht en nutriënten per plant beschikbaar zijn. Eendenkroos groeit het best bij een temperatuur van 26 tot 28 graden, een CO₂-concentratie van maximaal 1500 ppm, tussen de 10 en 50 mg stikstof per liter en een lichtintensiteit van tot 300 pmol/m². Bron: <http://www.biobasedeconomy.nl/2014/06/16/eindeloze-mogelijkheden-met-eendenkroos/#sthash.7SJVSzRk.dpuf>

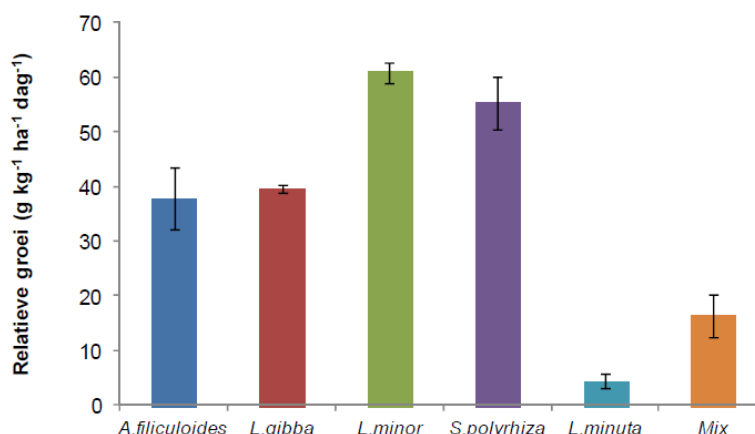


Fig. 2.8. Bron: Van Kempen, M.M.L., Verhofstad, M.J.J.M., Smolders, A.J.P. 1 juli 2012. Effluentpolishing met kroos. Radboud Universiteit Nijmegen Projectnummer 4716656

Figuur 2.8: Groeisnelheid van de verschillende planten (g kg⁻¹ drooggewicht ha⁻¹ dag⁻¹ ± SE)

4.2 Samenstelling

Onder Nederlandse omstandigheden kan kroos ongeveer 10 tot 30 ton droge stof per hectare oplevert. Onder natuurlijke, arme, omstandigheden bevat kroos tussen de 15 en 25% eiwit en 15 tot 30% ruwe vezel. Onder ideale omstandigheden kan dit oplopen tot 35-43% eiwit en 5-15% ruwe vezel.

Het vet in kroos bestaat voor 30 tot 35% uit omega 3-vetzuren. Dit zorgt voor een betere vruchtbaarheid bij melkvee en zeugen. Het heeft een ontstekingsremmend effect bij jonge dieren. Bij zeugen leidde met 10-20% eendenkroos verrijkt voer tot meer levend geboren biggen. Eieren van legkippen die eendenkroos kregen gevoerd bevatten een opvallend hoog gehalte aan omega 3-vetzuren.

Ook de hoge concentraties antioxidanten, die een belangrijke rol spelen in de gezondheid en weerstand, en carotenoïden (gehalten van 70-10 mg/kg) maakt het gewas interessant voor (dier)voeding. Wel trekt kroos makkelijk zware metalen aan. Bron: <http://www.biobasedeconomy.nl/2014/06/16/eindeloze-mogelijkheden-met-eendenkroos/#sthash.7SJVSzRk.dpuf>

Lemna bevat een groot aantal voedingsstoffen als vitamines, alle essentiële aminozuren en mineralen en sporenelementen. Daarnaast bevat Lemna tal van antioxidanten zoals flavonoïden en enzymen die betrokken zijn bij normale verbrandingsprocessen (zie "Antioxidanten"). Bovendien zijn sommige van deze enzymen, zoals superoxide dismutase ook betrokken bij ziekteprocessen waarbij zuurstofradicaalvorming een rol speelt zoals bijvoorbeeld hersen- en hartinfarcten. Superoxide dismutase (in het vervolg SOD genoemd) vangt de vrije radicalen weg die bij een hartinfarct in grote hoeveelheden ontstaan waardoor de hartspierschade beperkt en het herstel mogelijk wordt bevorderd wordt. SOD en andere antioxidatieve enzymen worden derhalve verondersteld een gezondheidsbevorderende werking te hebben en sommige van deze enzymen, waaronder SOD worden al toegepast in voedingssupplementen bijvoorbeeld antioxidantenpreparaten en in cosmetica, bijvoorbeeld in verjongingscrèmes en preparaten tegen kaalheid. (Bron: *Hoving, I.E. & Holshof, G. , 1 juli 2012. Effluentpolishing met kroos. Deelrapport 3: Effluentpolishing met kroos. Kroos als product. WUR Livestock Research. Projectnummer 4716656*)

Op basis van de chemische samenstelling en de vc-os werd met de formule voor vers gras de VoederEenheid Melk (VEM), de DarmVerteerbaarheid (DVE) en de Onbestendig EiwitBalans (OEB) berekend volgens de voorschriften van het Centraal Veevoederbureau (CVB, 1999). In tabel 4.1 staan de voederwaardegegevens van eendenkroos en de macro mineralen welke zijn bepaald ten opzichte van de hoeveelheid lucht droge stof (Lds). Dit is het aan de lucht gedroogde materiaal waarvan het watergehalte nagenoeg in evenwicht is met dat van de omringende lucht

Bron table 4.1 - 4.4: *Hoving, I.E. & Holshof, G. , 1 juli 2012. Effluentpolishing met kroos. Deelrapport 3: Effluentpolishing met kroos. Kroos als product. WUR Livestock Research. Projectnummer 4716656*

Tabel 4.1 Voederwaardegegevens en macro mineralen van vers eendenkroos geoogst uit oppervlaktewater bij zorgvuldige oogst te Stolwijk (Holshof et al, 2009). In vitro verteerbaarheid van de organische stof volgens Tilley & Terry.

Analyse		Oogst 1 (september)	Oogst 2 (oktober)
Lucht droge stof (Lds)	(g/kg)	887	948
Ruw as	(g/kg Lds)	173	157
Calcium (Ca)	(g/kg Lds)	15,2	18,5
Magnesium (Mg)	(g/kg Lds)	3,24	3,31
Forfor (P)	(g/kg Lds)	8,42	9,89
Natrium (Na)	(g/kg Lds)	4,46	4,16
Kalium (K)	(g/kg Lds)	45,2	40,2
Bruto energie	(KJ/g)	15	16,5
N Kjeldahl	(g/kg Lds)	43	45,1
Ruw vet	(g/kg Lds)	28,9	19,6
Ruwe celstof	(g/kg Lds)	105	125 geschat
Ruwe eiwit	(g/kg Lds)	269	282
VC Os (% T&T)	(%)	63,4	59,8
VEM ¹⁾	/KG DS	724	700
DVE ¹⁾	/KG DS	72	70
OEB ¹⁾	/KG DS	152	148

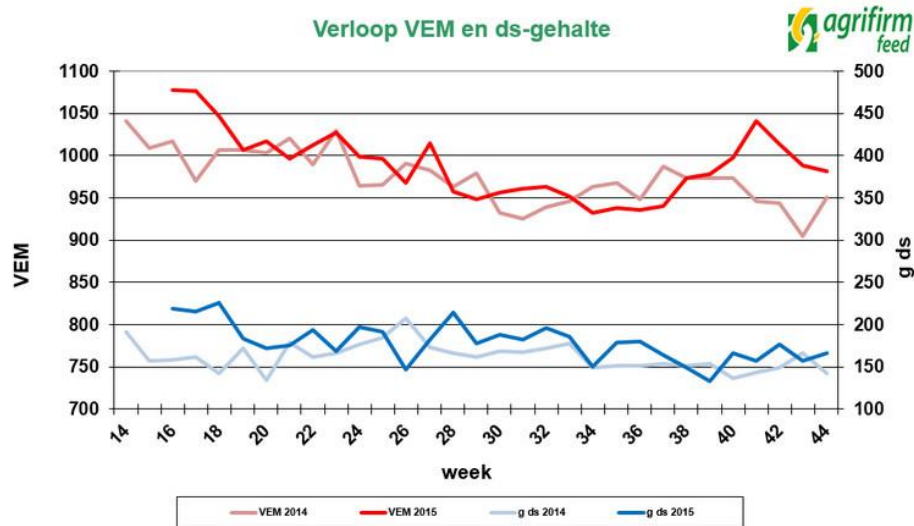
¹ Berekend op basis van CVB-formule voor vers gras

Tabel 4.2 Samenstelling en voederwaarde van kroosmengsels met onbekende soortensamenstelling (in g/kg drogestof, tenzij anders vermeld) van twee oogsten (Hoving et al., 2011). In vitro verteerbaarheid van de organische stof volgens Tilley & Terry.

Variabele	Oogst 1 (juli)	Oogst 2 (augustus)
Drogestof (g/kg)	55	75
Ruw eiwit	190	284
Ruwe celstof	149	130
Ruw as	125	154
Ruw vet	54	38
Suiker	16	12
VC Os (% T&T)	55,9	55,5
N-totaal	31,8	48,7
P	3,3	8,1
VEM ¹⁾	630	653
DVE ¹⁾	57	60
OEB ¹⁾	63	153

¹ Berekend op basis van CVB-formule voor vers gras

Ter vergelijking is het VEM voor gras weergegeven in onderstaand figuur (bron: <http://www.agrifirm.com/agrifirm-feed/melkvee/thema/www.grasmonitor.com> ,



Tabel 4.3 Vergelijk gehalten aminozuren Lemna soorten (Rusoff et al., 1980) en Azolla (Alalade et al., 2006 en Ali and Leeson, 1995) in g/100g ruw eiwit

	Rusoff et al (1980)				Alalade et al. (2006)	Ali and Leeson (1995)
	<i>Lemma giba</i>	<i>Spirodella polyrhiza</i>	<i>Spirodella punctata</i>	<i>Wolffia columbiana</i>	<i>Azolla pinnata</i>	<i>Azolla pinnata</i>
Alanine	4,59	4,48	4,79	3,75		5,29
Arginine	4,29	5,25	4,86	3,78	5,37	4,56
Aspartic	7,12	7,55	7,38	5,63		7,62
Glutamic	7,60	8,00	7,60	5,76		8,85
Glycine	3,79	3,95	3,93	3,04	4,60	4,79
Histidine	1,89	2,15	1,90	1,18		
Isoleucine	3,87	3,75	3,76	3,06	4,35	3,84
Leucine	7,15	6,85	6,88	5,83	7,71	7,12
Lysine	4,13	4,30	4,26	3,37	4,58	3,45
Methionine	0,83	0,83	1,07	0,87	1,59	1,39
Phenylalanine	4,45	4,20	4,38	3,60	4,72	4,29
Proline	2,93	3,28	2,95	2,41		3,73
Serine	2,61	2,80	2,83	2,28	4,21	3,67
Threonine	3,20	3,45	3,31	2,55	4,07	3,67
Tyrosine	2,91	3,05	3,14	2,17	3,18	2,73
Valine	4,96	4,40	4,71	3,49	5,51	4,68
Cystine					0,84	0,83
Tryptophan					1,82	0,45
Histidine						1,45
Werkelijk eiwit	66,32	68,29	67,75	52,77	52,55	72,41

Tabel 4.4 Gehalten zware metalen en dioxinen en PCB's van gedroogd kroos geoogst uit oppervlaktewater (Holshof et al, 2009). De gehalten zijn herleid tot een vochtgehalte van 12 %

Analyse	uitslag	Eenheid
Totaal dioxinen (UB)	1,6	ng WHO-PCDD/F-TEQ/kg ds (12% vocht)
Totaal DL PCB's ¹⁾ (UB)	0,46	ng WHO-PCB/F-TEQ/kg ds (12% vocht)
Totaal Dioxinen en DL PCB's (UB)	2,0	ng WHO-PCDD/F-PCB-TEQ/kg ds (12% vocht)
Totaal indicator PCB's (UB)	3400	ng/kg ds (12% vocht)
Cadmium	0,12	mg/kg ds (12% vocht)
Lood	14	mg/kg ds (12% vocht)
Arseen	2,1	mg/kg ds (12% vocht)
Kwik	0,032	mg/kg ds (12% vocht)

¹⁾DL-PCB's = dioxine achtige PCB's

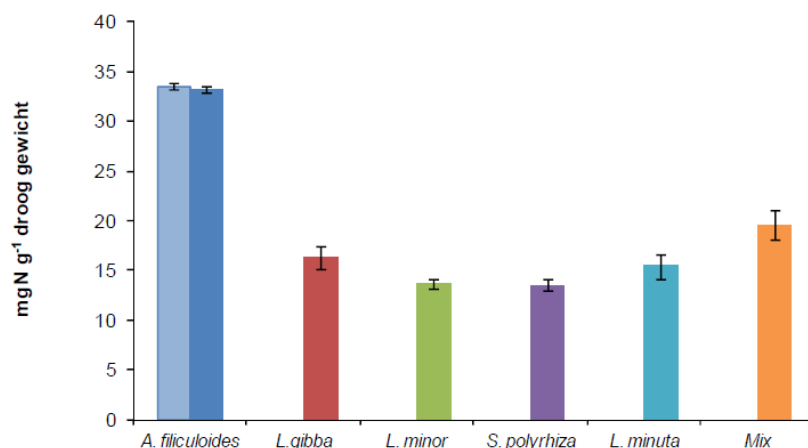
Table 2. Composition of *L. punctata*.

Component	% w/w DM
Extractives	13.04 ± 1.98
Crude protein	16.27 ± 0.12
Starch	24.59 ± 0.67
Cellulose	13.31 ± 0.41
Xylose	1.61 ± 0.01
Galactose	3.46 ± 0.32
Arabinose	1.32 ± 0.02
Acid insoluble lignin	5.55 ± 0.36
Ash	3.48 ± 1.0

Samenstelling van Lemna Punctata, een andere kroossoort (bron: Qian Chen, Yanling Jin, Guohua Zhang, Yang Fang, Yao Xiao and Hai Zhao, Improving Production of Bioethanol from Duckweed (*Landoltia punctata*) by Pectinase

Pretreatment. In: *Energies* 2012, 5, 3019-3032; ISSN 1996-1073, www.mdpi.com/journal/energies)

Bron fig. 2.9: Van Kempen, M.M.L., Verhofstad, M.J.J.M., Smolders, A.J.P. 1 juli 2012. Effluentpolishing met kroos. Radboud Universiteit Nijmegen. Projectnummer 4716656



Figuur 2.9 N concentraties (mg g⁻¹ drooggewicht ± SE) in de planten aan het einde van het experiment. Voor *Azolla* staat de concentratie aan het begin van het experiment weergegeven in het eerste staafdiagram

Bron bijlage 2.2: Van Kempen, M.M.L., Verhofstad, M.J.J.M., Smolders, A.J.P. 1 juli 2012. *Effluentpolishing met kroos*. Radboud Universiteit Nijmegen. Projectnummer 4716656

Bijlage 2.2 Elementen concentraties in de plant biomassa

Elementen concentraties in de plant biomassa in mg of $\mu\text{g g}^{-1}$ drooggewicht (dw) \pm SE.

Biomassa	Tijdstip (uur)	<i>A. filiculoides</i>	<i>S. polyrhiza</i>	<i>L. gibba</i>	<i>L. minor</i>	<i>L. minuta</i>	Mix
Carbon (mg g^{-1})	0	411.2 \pm 1.3					
	92.5	414.3 \pm 1.8	362.2 \pm 0.9	348.1 \pm 2.3	351.0 \pm 0.4	347.6 \pm 0.9	368.2 \pm 1.6
Kalium (mg g^{-1})	0	34.1 \pm 0.7					
	92.5	32.8 \pm 0.8	37.8 \pm 0.5	51.8 \pm 1.0	47.0 \pm 0.7	46.1 \pm 0.6	45.4 \pm 0.7
Calcium (mg g^{-1})	0	9.9 \pm 0.2					
	92.5	9.7 \pm 0.2	13.1 \pm 0.3	9.9 \pm 0.1	11.4 \pm 0.2	27.9 \pm 1.4	13.7 \pm 0.4
Natrium (mg g^{-1})	0	4.0 \pm 0.1					
	92.5	5.1 \pm 0.1	6.3 \pm 0.1	11.9 \pm 0.1	8.2 \pm 0.1	1.1 \pm 0.0	6.9 \pm 0.1
Fosfaat (mg g^{-1})	0	3.8 \pm 0.1					
	92.5	3.3 \pm 0.0	3.8 \pm 0.1	3.3 \pm 0.1	4.2 \pm 0.1	4.0 \pm 0.1	4.0 \pm 0.1
Magnesium (mg g^{-1})	0	2.6 \pm 0.0					
	92.5	2.4 \pm 0.1	3.3 \pm 0.0	3.9 \pm 0.1	3.2 \pm 0.1	4.7 \pm 0.1	3.7 \pm 0.1
Zwavel (mg g^{-1})	0	3.3 \pm 0.1					
	92.5	3.3 \pm 0.1	3.8 \pm 0.1	4.0 \pm 0.1	3.8 \pm 0.1	2.9 \pm 0.1	3.8 \pm 0.1
Mangaan (mg g^{-1})	0	1.3 \pm 0.1					
	92.5	1.0 \pm 0.1	1.0 \pm 0.1	0.8 \pm 0.0	1.4 \pm 0.0	2.1 \pm 0.1	1.3 \pm 0.1
Ijzer ($\mu\text{g g}^{-1}$)	0	681.2 \pm 25.4					
	92.5	569.9 \pm 22.9	136.2 \pm 2.0	356.5 \pm 84.4	260.8 \pm 7.1	472.5 \pm 3.7	296.4 \pm 6.0
Silicium ($\mu\text{g g}^{-1}$)	0	178.2 \pm 4.1					
	92.5	249.6 \pm 8.3	108.0 \pm 3.6	113.3 \pm 6.8	119.0 \pm 1.8	153.1 \pm 5.9	128.7 \pm 2.9
Zink ($\mu\text{g g}^{-1}$)	0	341.0 \pm 6.7					
	92.5	258.2 \pm 3.1	293.9 \pm 2.7	73.6 \pm 9.0	256.1 \pm 4.2	488.6 \pm 5.1	342.8 \pm 27.3
Aluminium ($\mu\text{g g}^{-1}$)	0	120.5 \pm 3.3					
	92.5	151.0 \pm 2.8	32.9 \pm 1.9	29.0 \pm 2.3	35.4 \pm 1.1	70.4 \pm 2.9	76.4 \pm 4.6

Vers kroos heeft een relatief hoog vochtgehalte en bevat bij oogst bovendien veel aanhangend vocht. Dit aanhangende vocht is na oogst bij los storten of verzameling in een container echter snel minimaal, wanneer dit vocht tenminste gemakkelijk afgevoerd kan worden. Persen van kroos levert nauwelijks een verhoging van het droge stofpercentage op en geeft bovendien verlies van inhoudstoffen. Dit verlies is nadelig omdat het (zonder maatregelen) verontreiniging veroorzaakt en het waardeverlies geeft van het product. Vers voeren van kroos vereist een goede afstemming tussen de productie van kroos en de voerbehoefte, om schommelingen in het voerrantsoen te voorkomen. Bron: *Hoving, I.E. & Holshof, G. , 1 juli 2012. Effluentpolishing met kroos. Deelrapport 3: Effluentpolishing met kroos. Kroos als product. WUR Livestock Research. Projectnummer 4716656*

Waarde van kroos.

Tabel 5.1: Bron *Hoving, I.E. & Holshof, G. , 1 juli 2012. Effluentpolishing met kroos. Deelrapport 3: Effluentpolishing met kroos. Kroos als product. WUR Livestock Research. Projectnummer 4716656*

Tabel 5.2 Voederwaardeprijs berekend voor kroos uit Holshof et al, 2009 (Stolwijk, september 2007), vers en gedroogd, op basis van normprijzen voor respectievelijk de middellange termijn (ca. komende vijf jaar) en begin mei 2012 (www.voederwaardeprijzen.nl). Daarbij de voederwaardeprijzen en marktprijzen (www.boerderij.nl) begin mei 2012 voor eiwitrijke veevoeders sojaschroot, raapschroot en bierbostel.

Opbrengstprijis	Eenheid	Kroos vers (7,5% ds)	Kroos droog (90% ds)	Soja- schroot	Raap- schroot	Bier- bostel
<i>Middellange termijn</i>						
Voederwaardeprijs ¹⁾	EUR/ton	11	129	-	-	-
<i>Begin 2012</i>						
Voederwaardeprijs ²⁾	EUR/ton	14	163	347	239	55
Marktprijs	EUR/ton	-	-	410	291	49
Voederwaarde- vs. marktprijs	%	-	-	118	122	90

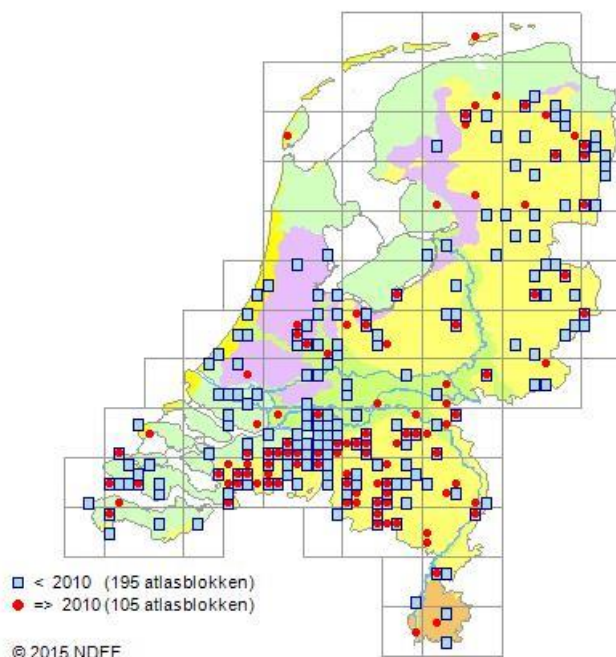
¹ kVEM prijs EUR 0,12 kg DVE toeslag EUR 0,78 (normprijzen middellange termijn)

² kVEM prijs EUR 0,16 kg DVE toeslag EUR 0,88 (normprijzen per 1 mei 2012)

5 MYRIOPHYLLUM AQUATICUM, PARELVEDERKRUID

5.1 Voorkomen

Parelvederkruid is een in de bodem wortelende waterplant, waarvan de stengels tot enkele decimeters boven het wateroppervlak uit kunnen groeien. De plant is inheems in de subtropische en tropische delen van Zuid-Amerika. Door de handel in vijver-en aquariumplanten is de plant over de hele wereld verspreid. Rond 1880 werd ze voor het eerst waargenomen in zuid Europa. Sinds de jaren zeventig van de vorige eeuw is ook in Nederland sprake van verwildering op enige schaal. Voor die tijd is er slechts sprake van incidentele vondsten. Zo werd ze in 1898 al aangetroffen in de singel naast de Hortus Botanicus in Leiden, alwaar zij in een kas gekweekt werd. Tegenwoordig is Parelvederkruid in alle provincies waargenomen en vooral in Noord-Brabant is de soort plaatselijk algemeen. Parelvederkruid groeit in zoete, stilstaande of langzaam stromende wateren. Vooral in ondiepe, warme en voedselrijke wateren vertoont de plant zijn grootste groei­kracht, waarbij inheemse soorten kunnen worden verdrongen. Meestal groeit de plant in ondiepe oeverzones, maar onder voedselrijke omstandigheden kunnen vrij zwevende (niet wortelende) stengels ook in diepe wateren overleven. Door de grote hoeveelheden gevormde biomassa kan Parelvederkruid de doorstroming van watergangen belemmeren. Parelvederkruid is opgenomen in Bijlage 1 van het Convenant waterplanten wat inhoudt dat afgesproken is deze plant in Nederland niet meer ter verkoop aan te bieden. (Bron: <http://www.verspreidingsatlas.nl/%5C2497#>, Ruud Beringen, 2014)



In de nevenstaande kaart zijn de zandgronden geel, de veengronden paars en de kleigronden groen weergegeven. Dit geldt ook voor de nog volgende kaarten.



Myriophyllum aquaticum (Vell.) Verdc., Parelvederkruid
© Willem Braam - Locatie: Zwartemeer, Drenthe - Bloeiwijze + bladeren



Myriophyllum aquaticum (Vell.) Verdc.,
Parelvederkruid
© Adrie van Heerden - Locatie: Walcheren -
Habitus vegetatief

RESULTS AND DISCUSSION

Total parrotfeather biomass in the primary sampling site ranged from $234 \pm 74 \text{ g m}^{-2}$ (± 1 standard error) in February 1989 in the deep plots to $1001 \pm 84 \text{ g m}^{-2}$ in September 1990 in the shallow site (Figure 1). Year-to-year differences in total September biomass in the deep and shallow plots were not significant. Shibayama (1988) reported total parrotfeather fresh weight of 13.3 kg m^{-2} in drainage ditches in Japan, and Monteiro and Moreira (1990) found total fresh weights of 22 to 26 kg m^{-2} in Portugal. Assuming a dry weight: fresh weight ratio of 0.21 (Sytsma unpublished data), maximum total parrotfeather biomass in Park's Lake was about one-fifth of that reported in Japan and Portugal.

Biomass turnover was high in Park's Lake. There were no significant changes in biomass between June and September 1989 in any of the sampling areas. Emergent stems exhibited no obvious herbivory or senescence, and there was no change in area of the parrotfeather stand during the growing season. Although not measured, biomass loss

Bron: Sytsma, MD and Anderson, L.W.J. Biomass Nitrogen and Phosphorus Allocation in Parrotfeather (*Myriophyllum aquaticum*) In *J. Aquat. Plant Management*, 31: 244-248, 1993.

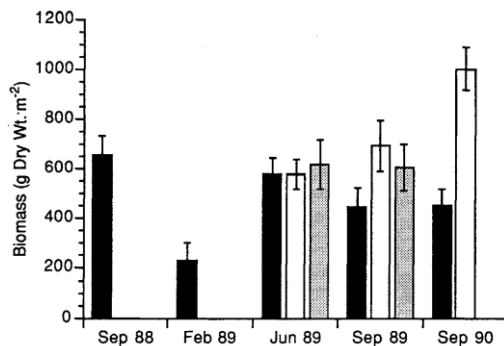


Figure 1. Total dry weight biomass of parrotfeather collected in deep (black) and shallow (open) plots in the southern basin and shallow plots in the northern basin (stippled) of Park's Lake (Mean ± 1 SE, n=6 in September 1988 and February 1989, n=5 on all other sampling dates).

5.2 Samenstelling

Bron: Harifara Rabemanolontsoa and Shiro Saka. Comparative study on chemical composition of various biomass species. *RSC Advances*, 2013, 3, 3946.

Table 2 Chemical composition and calorific value of the various biomass samples studied

Family	Sample No.	Biomass	Chemical composition (g kg ⁻¹ of the oven-dried biomass basis)								Calorific value (MJ kg ⁻¹)	
			Cellulose ^a	Hemi-cellulose ^b	Lignin		Protein	Extractives	Starch	Ash		Total
					Klason	Acid-soluble						
Cupressaceae (softwood)	1	Japanese cedar	379	227	328	3	5	34	1	3	980	19.35
Fagaceae (hardwood)	2	Japanese beech	439	284	210	30	6	19	5	6	999	20.62
Haloragaceae	3	Parrot feather (aquatic plant)	263	194	146	29	162	53	2	112	961	18.28

Informatie over *Myriophyllum aquaticum* is niet te vinden, wel voor *Myriophyllum Brasiliense*

Bron: Claude E. Boyd. *Fresh-water Plants: a Potential Source of Protein. In: ECONOMIC BOTANY, VOL 22, No. 4, October-December, 1968*

TABLE I
LEAF PROTEIN EXTRACTION DATA AND PROTEIN YIELDS FOR AQUATIC PLANTS

Species	ni	Pulp		Extractability (%)		N in dry leaf (%)	Yield (kg/ha)		Comments
		D.M. (%) ²	N in D.M. (%)	Total N ¹	Protein N ⁴		D.M.	Crude protein	
<i>Justicia americana</i>									A
Stand 1	May 19	2	13.1	3.64	76.2	53.6	8.82	5030	590
	June 5	2	13.0	2.86	80.3	54.4	8.83	5570	576
	July 1	2	16.4	2.40	72.6	48.6	6.70	6950	499
	Aug. 3	5	17.5	2.23	72.4	43.1	6.25	7100	427
	Sept. 1	~	20.6	2.03	55.8	29.5	5.32	3740	141
Stand 2	July 14	1	24.6	2.14	62.8	38.7	7.39	4760	247
Stand 3	Aug. 1	1	18.5	2.50	56.2	37.0	7.64	—	—
<i>Sagittaria latifolia</i>									A
Stand 1	June 6	1	11.8	2.91	47.7	26.1	7.28	7280	362
	July 11	1	12.6	2.04	50.8	25.2	5.19	6560	211
Stand 2	June 9	1	14.1	3.35	38.3	27.4	4.66	—	—
<i>Alternanthera philoxeroides</i>									B
Stand 1	May 17	1	11.7	2.41	78.2	42.6	4.04	7420	478
	Aug. 3	2	19.8	1.36	56.0	38.0	4.12	7400	234
Stand 2	June 6	1	14.5	1.54	59.9	35.8	5.34	—	—
<i>Nymphaea odorata</i>									B
Stand 1	June 15	1	14.5	2.50	65.9	61.0	5.75	—	—
	Aug. 31	1	10.2	3.45	52.4	50.8	6.80	—	—
Stand 2	July 5	1	10.6	2.55	39.3	36.2	6.02	1800	197
Stand 3	Aug. 28	2	13.9	2.66	61.9	45.2	5.65	1620	121
<i>Orontium aquaticum</i>									A
	June 9	1	11.0	3.35	59.5	41.9	8.53	—	—
	Aug. 28	3	9.9	3.66	61.6	43.8	7.89	—	—
<i>Jussiaea decurrens</i>	2	9.3	3.54	46.8	34.2	6.15	2350	177	C
<i>Jussiaea peruriana</i>	1	20.2	1.16	50.2	35.0	2.42	5050	128	C
<i>Brasenia schreberi</i>	1	6.8	2.53	40.0	35.8	4.93	790	45	C
<i>Elodea densa</i>	3	7.3	3.02	50.7	33.6	3.83	—	—	A
<i>Nuphar advena</i>	1	10.6	2.98	32.5	21.8	5.47	—	—	C
<i>Polygonum</i> sp.	1	14.8	1.82	31.5	20.3	3.50	7780	180	C
<i>Nymphoides aquaticum</i>	1	9.9	1.54	28.9	16.1	5.08	1800	29	B
<i>Nelumbo lutea</i>	1	17.0	1.92	24.8	13.9	3.98	990	17	A
<i>Hydrocotyle</i> sp.	1	6.8	3.11	66.2	28.1	4.62	—	—	A
<i>Ceratophyllum demersum</i>	2	4.9	3.39	53.0	32.2	3.81	—	—	A
<i>Myriophyllum brasiliense</i>	3	7.9	3.66	31.4	14.5	4.16	—	—	A
<i>Najas quadrata pensis</i>	2	6.4	3.52	60.8	39.4	2.58	—	—	A
<i>Hydrodictyon reticulatum</i>	2	3.4	4.40	50.6	27.4	4.92	—	—	A
<i>Spirogyra</i> sp.	2	4.2	3.85	41.7	20.4	—	—	—	A
<i>Pithophora</i> sp.	2	18.1	1.79	30.0	15.2	1.42	—	—	A

¹ Number of samples.

² Dry matter.

³ Percentage of pulp nitrogen extracted.

⁴ Percentage of pulp nitrogen extracted as protein nitrogen.

⁵ A - No difficulty in grinding or making extract.

B - No difficulty in grinding. Contained slight mucilage but extracted well.

C - Contained excessive mucilage. Difficult to grind and extract.

Bron: J. G. Lilm, R. D. Goodrich and J. C. Meiske. WRRC Bulletin 56. Aquatic Plants from Minnesota. Part 4 -Nutrient Composition. Department of Animal Science, and E. John Staba, Department of Pharmacognosy University of Minnesota. WATER RESOURCES RESEARCH CENTER UNIVERSITY OF MINNESOTA. GRADUATE SCHOOL. April 1973 Minneapolis, Minnesota

Table 3. Chemical Composition of Aquatic Plants From Lake Mendota and Green Lake, Wisconsin.^{a/}

Analyses ^d	Clado- phora ^b	Myrio- phyllum ^b	Vallis- neria ^b	Potamo- geton ^b	Castalia ^b	Najas ^b	Chara ^c
Ash, %	26.53	20.72	25.18	11.42	11.21	19.16	41.22
Crude protein, %	18.19	18.75	11.80	8.02	17.38	11.62	4.50
Ether extract, %	2.00	2.44	0.73	0.91	2.54	1.63	0.76
Crude fiber, %	17.33	15.01	14.00	18.85	19.70	18.41	9.32
Pentosans, %	9.10	7.70	6.88	10.50	11.95	8.45	4.70
N-free extract, %	26.85	35.38	41.41	50.30	37.22	40.23	39.50
SiO ₂ , %	7.08	1.96	5.45	0.78	0.32	1.89	0.83
Fe ₂ O ₃ , %	0.49	0.08	0.81	0.11	0.09	0.40	0.06
Al ₂ O ₃ , %	1.30	4.25	0.57	0.23	0.08	0.25	0.81
Mn ₂ O ₄ , %	0.75	trace	0.52	0.08	0.09	0.05	0.08
CaO, %	3.25	4.28	8.16	3.38	1.89	8.56	3.78
MgO, %	1.62	1.34	1.87	1.38	0.75	1.61	1.19
Na ₂ O, %	--	--	0.81	0.26	1.20	1.05	0.35
K ₂ O, %	--	--	5.48	2.08	2.72	2.19	0.58
Cl, %	0.14	1.62	1.32	0.56	0.40	0.51	0.29
S, %	0.64 ^e	1.32 ^e	0.85	0.82	0.37	0.48	0.27
P, %	0.32 ^f	1.17 ^f	0.23	0.13	0.27	0.30	0.06

a Results tabulated from data presented by Schuette, et al (20, 21, 22, 23)

b Plants from Lake Mendota

c Plants from Green Lake

d All analyses presented on an air dry basis

e Values reported as percent SO₄

f Values reported as percent P₂O₅

TABLE 2. Protein (sum of amino acids) and caloric content of plants from Par Pond

Species	Protein (g/ 100g dry wt)	Calories/g
<i>Typha latifolia</i>	4.0	4,262
<i>Hydrotrida carolinensis</i>	10.5	4,058
<i>Brasenia schreberi</i>	10.9	4,026
<i>Utricularia inflata</i>	11.4	4,023
<i>Nelumbo lutea</i>	12.1	4,227
<i>Myriophyllum heterophyllum</i>	13.5	3,961
<i>Eleocharis acicularis</i>	14.1	4,256
<i>Najas guadalupensis</i>	14.4	3,918
<i>Nymphaea odorata</i>	14.6	4,180
<i>Ceratophyllum demersum</i>	17.1	3,906
<i>Nuphar advena</i>	21.6	4,315
Mean ± S.E.	13.1 ± 1.3	4,103 ± 45
Coefficient of variation	33.39	3.62

Bron: Claude E. Boyd. Amino Acid, Protein, and Caloric Content of Vascular Aquatic Macrophytes. In Ecology, Vol. 51, No. 5 (Sep., 1970), pp. 902-906. Published by: Ecological Society of America. <http://www.jstor.org/stable/1933986>

Bron: FAO, HANDBOOK OF UTILIZATION OF AQUATIC PLANTS. FAO Fisheries Technical Paper No. 187. A Review of World Literature. E. C. S. Little, Kerikeri, Bay of Islands, New Zealand. <http://www.fao.org/docrep/003/x6862e/X6862E00.htm#TOC>

– Analyses (% Dry weight)

Species	Ash	Crude protein	Ether extract	Cellulose	Standing crop DM t/ha
<u>Submerged plants</u>					
<u>Nymphaeodes aquaticum</u>	7.6	9.3	3.3	37.4	1.8
<u>Potamogeton diversifolius</u>	22.7	17.3	2.8	30.9	-
<u>Najas guadalupensis</u>	18.7	22.8	3.8	35.6	1.1
<u>Ceratophyllum demersum</u>	20.6	21.7	6.0	27.9	6.8
<u>Hydrilla verticillata</u>	27.1	18.0	3.5	32.1	-
<u>Egeria densa</u>	22.1	20.5	3.3	29.2	-
<u>Floating-leaved plants</u>					
<u>Nelumbo lutea</u>	10.4	13.7	5.2	23.6	1.0
<u>Nuphar advena</u>	6.5	20.6	6.2	23.9	0.8
<u>Myriophyllum verticillatum</u>	-	-	-	-	2.4
<u>Floating plants</u>					
<u>Eichhornia crassipes</u>	18.0	17.1	3.6	28.2	12.8
<u>Pistia stratiotes</u>	21.1	13.1	3.7	26.1	4.6
<u>Emergent plants</u>					
<u>Typha latifolia</u>	6.9	10.3	3.9	33.2	15.3
<u>Justicia americana</u>	17.4	22.9	3.4	25.9	7.1
<u>Sagittaria latifolia</u>	10.3	17.1	6.7	27.6	7.3
<u>Alternanthera philoxeroides</u>	13.9	15.6	2.7	21.3	7.4
<u>Orontium aquaticum</u>	14.1	19.8	7.8	23.9	2.4
<u>Eleocharis quadrangulata</u>	-	-	-	-	7.2
<u>Pontederia cordata</u>	-	-	-	-	7.2
<u>Crop</u>					
Alfalfa (lucerne) hay	8.6	18.6			

6 LUDWIGIA GRANDIFLORA, WATERTEUNISBLOEM

6.1 Voorkomen

Waterteunisbloem, vaak ook ter onderscheiding van de Kleine waterteunisbloem Grote waterteunisbloem genoemd, hoort tot de Teunisbloemfamilie, de Onagraceae. De wetenschappelijke naam is *Ludwigia grandiflora* (Michaux) Greuter & Burdet. Het is een invasieve exotische meerjarige oever- en waterplant, die in onze natuur tegenwoordig steeds meer te vinden is. Waarschijnlijk zijn de planten in de natuur afkomstig van in de natuur weggegooid vijverplanten. Als zodanig werd deze van oorsprong uit Zuid-Amerika afkomstige soort tot voor enige jaren verkocht in tuincentra, maar vanwege de grote problemen die de plantensoort veroorzaakt door dichtgroeïende waterwegen en afwateringssloten is de verkoop tegenwoordig verboden. Niettemin vind je de soort tegenwoordig in onze natuur.

De planten vallen tijdens de bloeiperiode, die in zomer loopt van juni tot in september, op door hun goudgele bloemen en bieden dan ogenschijnlijk een heel fraai aanzien aan de oever en wateroppervlakte waar ze te vinden is. De planten wortelen in de oeverzone, maar breiden zich uit over het wateroppervlak, waar ze dichte pakketten of drijvende matten vormt, die zich heel snel kunnen uitbreiden. Losse stukken van de plant drijven met het water mee en kunnen na elders in de oeverzone terecht gekomen te zijn en daar te wortelen opnieuw voor een haard zorgen.

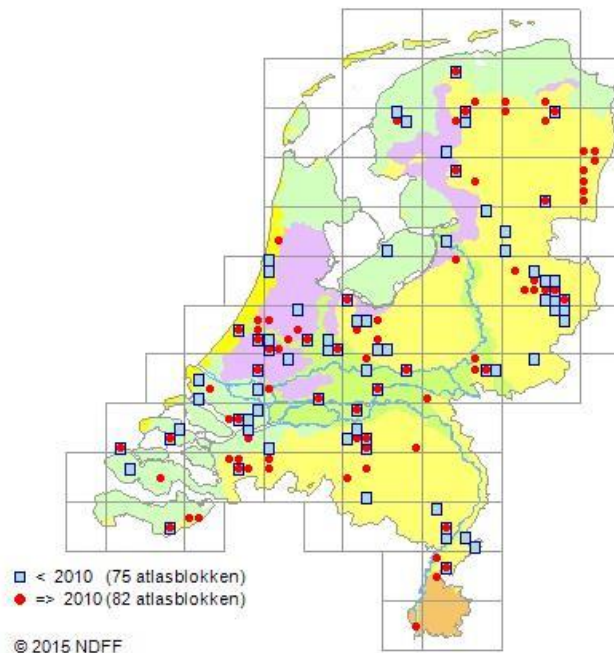
De drijvende stengels van de planten groeien uit tot lengtes van 3 m, zijn groen en de opstijgende stengels waaraan de bloemen staan, kleuren naar rood; de Kleine waterteunisbloem heeft stengels die alle vuurrood van kleur zijn. Aan dit verschil in kleuring van de stengels zijn beide soorten al uit elkaar te houden.

Er zijn twee typen bladeren aan de planten te onderscheiden. De drijvende bladeren zijn rond met een wigvormig langs de steel aflopende voet. De bladeren aan de bloeistengels, die boven het wateroppervlak uitsteken zijn smal langwerpig tot lancetvormig met een gave, behaarde rand. Ook aan deze 6-12 cm lange bladeren is de wigvormig langs de steel aflopende voet een onderscheidend kenmerk ten opzichte van de Kleine waterteunisbloem die een duidelijke bladsteel heeft zonder bladschijf erlangs. De twee kleine steunblaadjes zijn bij de (Grote) Waterteunisbloem driehoekig, dun en plat. Dit is een helder onderscheid met de Kleine waterteunisbloem, die steunblaadjes heeft die rond tot ovaal van vorm zijn en opgezwollen, meer vlezig zijn. De bladeren staan verspreid aan de stengels.

De fraaie opvallende bloemen zijn groot met vijf niet vergroeide kroonbladen. Deze zijn 15-25 mm lang, waardoor de openstaande regelmatige bloem wel 4 tot bijna 5 cm in doorsnee kan zijn. De kelkbladen zijn priemvormig en kunnen in de vruchttijd tot wel 18 mm lang zijn. Zowel de kelkbladen, het onderstandig vruchtbeginsel en de bloemstelen zijn bezet met tot 2 mm lange haren; deze zijn langer dan de tot maximaal 1 mm lange haren van de Kleine waterteunisbloem. In de bloem van beide soorten Waterteunisbloem zijn 10 meeldraden te vinden. De vijftaligheid onderscheidt de Waterteunisbloem van het zeldzaam wordende Waterlepelkje, dat viertallige bloemen heeft waarin de kroonbladen overigens ontbreken.

De planten zijn te vinden in stilstaand tot langzaam stromend water, bijvoorbeeld in de bochten van oevers. De oeverbodem dient redelijk voedselrijk te zijn, wat door tijdelijke overstroming met de daarmee gepaard gaande slibafzetting wordt bevorderd.

Door kruisbestuiving kan er zaad gevormd worden, maar dat is nog niet waargenomen in Nederland en België. De verspreiding vindt voornamelijk plaats door afbrekende delen van de plant, die gemakkelijk kunnen wortelen. (bron: <http://www.floravannederland.nl/planten/waterleunisbloem/>)



Bron

<http://www.verspreidingsatlas.nl/%5C5335#>

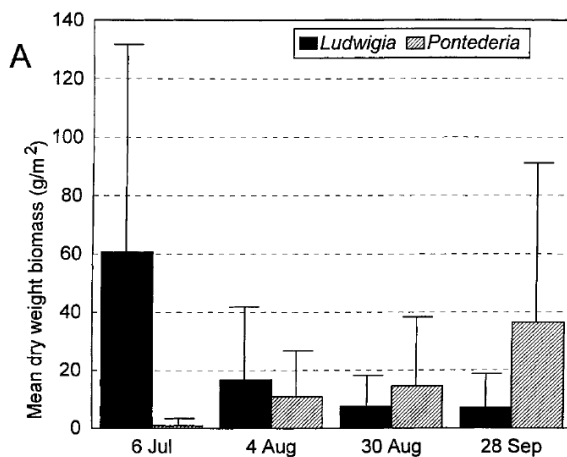
Plantengroep: Geranium- en Violachtigen
Plantenfamilie: Teunisbloemfamilie - Onagraceae
Plantengeslacht: Ludwigia - Ludwigia
Plantvorm: waterplant
Plantgrootte: 0.25 - 3.00 meter
Bloeiperiode: Juni - September
Bloemkleur: geel
Bloeiwijze: alleenstaande bloem
Bloemvormen: vijftalig, regelmatig
Bloemtype: tweeslachtig
Bloembladen: 5 kelkbladen, 5 kroonbladen
Meeldraden: 10 meeldraden
Vruchtbeginsel: onderstandig
Stijlen: 1
Stempels: 1
Vrucht: doosvrucht
Zaden: -
Stengels: drijvend, liggend tot rechtopstaand
Schors: -
Bladstanden: rozet, verspreid

Bladvormen: rond, langwerpig, lancetvormig
Bladrand: gaaf
Ondergronds delen: rhizoom/ wortelstok



Ludwigia grandiflora,
Waterteunisbloem
Piet Bremer - Locatie: Hengelo

Ludwigia grandiflora, Waterteunisbloem
P.F. Stolwijk - Locatie: Hengelo Slangenbeek



Bron: MONTE A. MCGREGOR, D. R. BAYNE, J. G. STEEGER, E. C. WEBBER AND E. REUTEBUCH. *The Potential for Biological Control of Water Primrose (Ludwigia grandiflora) by the Water Primrose Flea Beetle (Lysathia ludoviciana) in the Southeastern United States.* . *Aquat. Plant Manage.* 34: 74-76, 1996

Water primrose dry weight biomass declined from 61 g/m² on 6 July to a low of 7 g/m² on 28 September.

6.2 Samenstelling

Samenstelling waterteunisbloem, % d.w. Bron: *Muhammad Akmal, Muhammad Hafeez-ur-Rehman, Sana Ullah, Naima Younus, Karim Johar Khan, Muhammad Qayyum. Nutritive value of aquatic plants of Head Baloki on Ravi River, Pakistan. International Journal of Biosciences, 2222-5234, <http://www.innspub.net> , Vol. 4, No. 10, p. 115-122, 2014*

Table 4. Proximate analysis of Water primrose.

Water primrose	Leaf	Stem	Root	Whole
Protein	4.5	6.9	4.6	12.11
Ash	3.9	4.9	3.2	6.4
Fiber	4.3	6.3	2.3	11.13
Fat	0.21	0.19	0.12	0.39
Moisture	2.1	2.6	4.3	2.4

7 POTAMOGETON PERFOLIATUS L., DOORGROEID FONTEINKRUID

7.1 Voorkomen

Doorgroeid fonteinkruid is vrij algemeen in meren, kanalen, rivieren en tochtsloten. De plant groeit in matig voedselarm tot voedselrijk, meestal helder water op (venig) zand en rivierklei. Zij is zeldzaam op zeeklei en op veengrond is zij in de laatste decennia minder algemeen geworden door eutrofiëring en watervervuiling. Doorgroeid fonteinkruid is zeer goed bestand tegen waterbeweging zoals golfslag en stroming en dat laatste is er de oorzaak van dat er enige uitbreiding heeft plaats gevonden in aan- en afvoerkanaaltjes naar en op de hogere zandgronden. Over het gehele land gezien is er een duidelijke achteruitgang. De uitgebreide, dichte vegetaties ('wiervelden) welke in het zoetwatergebied, in de Friese meren en in de Utrechts-Hollandse plassen werden aangetroffen, zijn grotendeels weer verdwenen. Maar in recenter ontstane grote zoete wateren zoals de randmeren en het Oldambtmeer in Groningen geven de Doorgroeid fonteinkruid velden nog wel eens overlast voor de pleziervaart. (Bron: <http://www.verspreidingsatlas.nl/%5C0999#>, Bert Lanjouw, 2014)

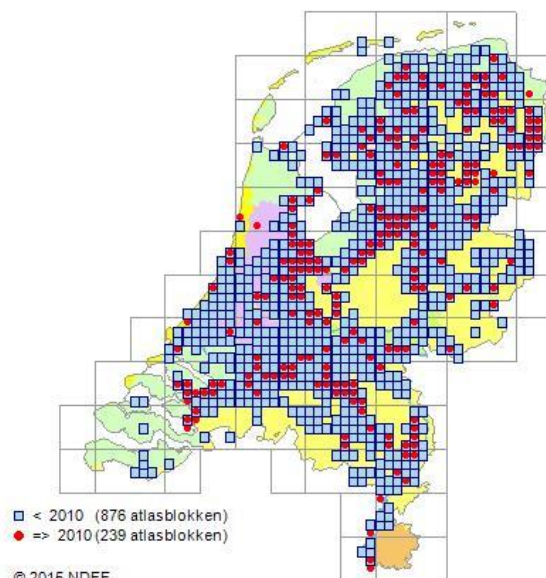


Foto: Bron

<http://www.verspreidingsatlas.nl/mobiel/soortbeschrijving.aspx?soortnummer=999>

Bron: *Thijs Wassink, CAH Vientum. Analyserapport Waterplanten Veluwerandmeren. Januari 2014*

Op 18 juli 2013 is op de Lorentzkade in Harderwijk een monster van ongeveer 50 kg (nat gewicht) genomen van de die dag gemaaide waterplanten. Dit maaisel bestaat voornamelijk uit Fonteinkruid en is afkomstig uit het Veluwemeer. Gelijk viel op dat er veel zand in het maaisel aanwezig was.

Een deel van het maaisel is door middel van een schroefpers gescheiden in een dikke en een dunne fractie, respectievelijk perskoek en perssap. De scheiding resulteerde in een verhouding van grofweg 1 kg Perskoek en 9 kg Perssap uit 10 kg "Vers" maaisel. Scheiding door middel van een schroefpers is een praktijk die ook regelmatig toegepast wordt bij bijvoorbeeld het scheiden van dierlijke mest in een dikke en een dunne fractie.

Van de drie fracties (“vers”, “perskoek” en “perssap”) zijn monsters geanalyseerd, zie tabel 5.

Tabel 5: overzicht inhoudsstoffen.

	“Vers” maaisel in gram per kilogram product	Perskoek in gram per kilogram product	Perssap in gram per kilogram product	Vers gras ¹ in gram per kilogram product
Drogestof	134	754	54	180
Ruw As	58	561	6	16
Ruw Eiwit	15	172	5	35
Ruw Vet	8	22	4	8
Ruwe Celstof	13	21	2	38
Zetmeel	13	17	6	-
Suikers	5	4	8	29

Aanbevelingen

1. Achterlaten is gezien hergroei van de waterplanten niet gewenst, maar gedeeltelijk achterlaten lijkt een goede mogelijkheid wanneer er bij het maaien direct gescheiden kan worden in een Perssap (achterlaten) en Perskoek (aan land brengen).
2. Voeder voor vee lijkt door het hoge Ruw Asgehalte niet gunstig. Daarnaast is dit wettelijk niet toegestaan. Natuurlijke “begrazing” is in dit project niet onderzocht.
3. Zowel het “verse” maaisel als de Perskoek lijken geschikt als bodemverbeteraar, eventueel na een composteringsstap.
4. Thermische conversie vraagt door het hoge vocht en Ruw As gehalte veel energie en lijkt niet haalbaar.
5. Vergisting van elke van de drie stromen is mogelijk, het hoge Ruw As gehalte in het “Verse” maaisel en de perskoek zou op termijn een bezinklaag kunnen gaan vormen op de bodem van een vergister. De concentratie vergistbare bestanddelen in het Perssap is per kg Perssap gering.
6. Verdere Bioraffinage (het scheiden in verschillende waardevolle grondstoffen) van de drie stromen en het winnen van hoogwaardige plantinhoudstoffen lijkt niet bijzonder perspectiefrijk en is niet nader onderzocht.
7. Toepassing van de Perskoek als bed- en strooiselmateriaal in de veehouderij lijkt goed mogelijk, mits het materiaal droog genoeg is en vrij is van schadelijke organismen. Met name E. Coli en Klebsiella zijn beruchte ziektekiemen in bed- en strooiselmateriaal.
8. Concluderend lijken er kansen te zijn voor direct scheiden bij de bron in een perssap en perskoek, waarbij de perskoek geschikt lijkt als bodemverbeteraar en/of bed- c.q. strooisel materiaal in de veehouderij

Onderstaande tabellen zijn schattingen van aangelande hoeveelheden. In 2013 is in totaal 196 ha gemaaid, dat is op 3 locaties aan de wal gezet. Natgewicht is de schatting direct na lossen, uitgelekt natgewicht is na 24h op de wal. Als het materiaal geperst zou zijn, zou de hoeveelheid perskoek (zie rapport CAH) overgebleven zijn. Op basis van een groter areaal in 2014 is op basis van interpolatie berekend wat de hoeveelheid zou zijn, bij dezelfde dichtheid van waterplanten.

2013	aangeland	Natgewicht (m3)		uitgelekt natgewicht (m3)		perskoek (m3)		
		min	max	min	max	min	max	
gemaaid (ha)								
59	Harderwijk	200	240	67	80	20	24	vervalt aan maaier
63	Nijkerk	212	255	71	85	21	26	vervalt aan maaier
74	Huizen	250	300	83	100	25	30	proef Waternet
Totaal	196	662	795	221	265	66	80	

Schatting

2014	aangeland	perskoek (m3)	
		min	max
gemaaid (ha)			
	Harderwijk	29	35
	Bunschoten?	31	38
	Huizen?	37	44
Totaal	289	97	117

7.2 Samenstelling

Informatie over POTAMOGETON PERFOLIATUS L., DOORGROEID FONTEINKRUID is niet te vinden, wel van een paar andere soorten (o.a. Potamogeton nodosus, Rivierfonteinkruid)

Bron: *Claude E. Boyd. Fresh-water Plants: a Potential Source of Protein. In: ECONOMIC BOTANY, VOL 22, No. 4, October-December, 1968*

TABLE V
 DRY MATTER (D.M.) AND PROXIMATE NUTRITIONAL ANALYSES OF AQUATIC PLANTS

Species	n ^a	D.M. (%)	Dry weight basis					Caloric content (Kcal/g)
			Ash (%)	Crude protein (%)	Crude fat (%)	Cellu- lose (%)	Tannin (%)	
Submersed vascular plants								
<i>Myriophyllum brasiliense</i>	4	13.7	11.2	14.1	3.78	20.6	11.9	3.69
<i>M. spicatum</i>	2	12.8	40.6	9.8	1.81	18.8	3.2	2.47
<i>M. heterophyllum</i>	1	10.0	15.5	8.5	2.67	32.7	3.2	3.35
<i>Potamogeton diversifolius</i>	1	9.8	22.7	17.3	2.87	30.9	3.11	3.40
<i>P. crispus</i>	2	11.8	16.0	10.9	2.85	37.2	7.2	3.61
<i>P. nodosus</i>	1	15.8	10.9	11.2	3.62	21.7	3.4	3.77
<i>Elodea densa</i>	3	9.8	22.1	20.5	3.27	29.2	0.8	3.35
<i>Ceratophyllum demersum</i>	2	5.2	20.6	21.7	5.97	27.9	1.9	3.71
<i>Najas guadalupensis</i>	1	7.3	18.7	22.8	3.75	35.6	1.4	3.55
<i>Hydrotrida caroliniana</i>	2	6.4	22.7	9.7	3.85	29.5	2.5	3.32
<i>Cabomba caroliniana</i>	1	7.0	9.6	13.1	5.42	26.8	15.6	3.78
<i>Eleocharis acicularis</i>	3	11.1	9.9	12.5	3.59	27.9	2.0	3.91

TABLE VI
 CRUDE PROTEIN CONTENT OF SOME
 VASCULAR AQUATIC PLANTS

Species	n ¹	Crude protein (%)
<i>Elodea canadensis</i>	3	26.8
<i>Myriophyllum spicatum</i>	3	25.8
<i>Vallisneria spiralis</i> ²	3	15.2
<i>Ceratophyllum demersum</i> ³	3	16.6
<i>Najas flexilis</i>	5	13.6
<i>Potamogeton</i> spp. ⁴	5	13.4
<i>Heteranthera dubia</i> ³	1	13.3
<i>Nymphaea advena</i> ³	1	17.0
<i>Typha latifolia</i> ⁴	5	12.9
<i>Nelumbo lutea</i> ¹	2	13.1
<i>Lemna minor</i> ⁵	1	15.9
<i>Salvinia rotundifolia</i> ⁵	1	25.3
<i>Alternanthera philoxeroides</i> ⁵	14	19.0
<i>Justicia americana</i> ⁵	5	24.7

¹ Number of samples.

² Nelson and Palmer (19).

³ Gortner (12).

⁴ Harper and Daniel (13).

⁵ Denton, J. B. 1966. Relationships between the chemical composition of aquatic plants and water quality. M.S. Thesis, Auburn Univ., Auburn, Ala.

Bron: Harifara Rabemanolontsoa and Shiro Saka. Comparative study on chemical composition of various biomass species. RSC Advances, 2013, 3, 3946.

Table 3 Monosaccharides composition of the biomass samples studied (g kg⁻¹ of the original oven-dried biomass basis)^a

Family	Sample No.	Biomass	Hexoses					Pentoses		Uronic acid
			Glc	Man	Gal	Rhm	Fru	Xyl	Ara	
Cupressaceae (softwood)	1	Japanese cedar	447	57	12	2	0	64	6	9
Fagaceae (hardwood)	2	Japanese beech	417	14	36	23	0	213	9	20
Haloragaceae	3	Parrot feather (aquatic plant)	289	41	24	13	22	32	37	16
Poaceae (Gramineae)	4	Bamboo	402	5	32	3	0	234	42	9
	5	Rice straw	355	3	12	3	0	216	30	7
	6	Rice husk	349	2	17	3	0	178	21	4
	7	Wheat straw	406	1	7	2	0	179	25	27
	8	Corn leaves	268	1	8	5	0	169	27	8
	9	Corn cob	344	1	14	2	0	312	54	13
	10	Erianthus	411	1	5	1	0	177	20	3
	11	Miscanthus	382	1	6	2	0	190	29	4
	12	Bagasse	407	0	5	1	0	260	15	13
	13	Sugarcane leaves	335	3	7	1	0	210	23	9
	14	Common reed	360	0	4	2	0	244	24	6
	15	Giant reed	417	0	2	1	0	226	16	5
Aracaceae (Palmae)	16	Oil palm trunk	338	11	8	4	0	220	38	17
	17	Nipa frond	392	10	19	2	0	175	27	33
	18	Sugar palm frond	392	1	6	3	0	182	23	14
Pontederiaceae (aquatic plants)	19	Water hyacinth	163	0	98	13	0	44	40	131
Potamogetonaceae (aquatic plants)	20	Sennin-mo	343	6	5	8	3	58	26	19

Table 2 Chemical composition and calorific value of the various biomass samples studied

Family	Sample No.	Biomass	Chemical composition (g kg ⁻¹ of the oven-dried biomass basis)									Calorific value (MJ kg ⁻¹)
			Cellulose ^a	Hemi-cellulose ^b	Lignin			Extractives	Starch	Ash	Total	
					Klason	Acid-soluble	Protein					
Cupressaceae (softwood)	1	Japanese cedar	379	227	328	3	5	34	1	3	980	19.35
Fagaceae (hardwood)	2	Japanese beech	439	284	210	30	6	19	5	6	999	20.62
Haloragaceae	3	Parrot feather (aquatic plant)	263	194	146	29	162	53	2	112	961	18.28
Poaceae (Gramineae)	4	Bamboo	394	311	193	13	18	38	11	12	990	20.32
	5	Rice straw	345	218	184	18	47	45	9	133	999	16.74
	6	Rice husk	360	173	228	13	16	13	2	168	973	17.44
	7	Wheat straw	371	340	180	20	13	22	5	37	988	18.86
	8	Corn leaves	268	248	132	19	165	51	3	109	995	20.07
	9	Corn cob	343	328	151	29	58	28	19	35	991	19.10
	10	Erianthus	378	252	234	20	12	27	4	39	966	18.79
	11	Miscanthus	337	248	183	40	83	28	5	54	978	20.03
	12	Bagasse	383	309	209	15	17	35	2	20	990	—
	13	Sugarcane leaves	331	265	179	18	34	75	12	50	964	—
	14	Common reed	344	284	185	17	26	26	3	86	971	19.32
	15	Giant reed	416	242	225	24	11	33	4	32	987	20.06
Aracaceae (Palmae)	16	Oil palm trunk	306	284	243	39	6	36	29	41	984	19.11
	17	Nipa frond	324	291	179	17	23	19	8	105	966	19.79
	18	Sugar palm frond	317	313	191	18	30	45	10	50	974	18.27
Pontederiaceae (aquatic plants)	19	Water hyacinth	185	293	84	17	210	24	12	174	999	16.44
Potamogetonaceae (aquatic plants)	20	Sennin-mo	347	88	131	18	229	40	20	105	978	18.65

Table 4 Molar ratio of syringaldehyde and *p*-hydroxybenzaldehyde to vanillin in the biomass samples studied as determined by alkaline nitrobenzene oxidation

Family	Sample number	Species	Lignin (g kg ⁻¹)	Vanillin	Syringaldehyde	<i>p</i> -Hydroxybenzaldehyde
Cupressaceae (softwood)	1	Japanese cedar	331	1	0	0.05
Fagaceae (hardwood)	2	Japanese beech	240	1	2.00	0
Haloragaceae	3	Parrot feather (aquatic plant)	175	1	1.00	0.76
Poaceae (Gramineae)	4	Bamboo	206	1	1.28	0.45
	5	Rice straw	202	1	0.67	0.52
	6	Rice husk	241	1	0.15	0.23
	7	Wheat straw	200	1	0.49	0.11
	8	Corn leaves	151	1	0.65	0.56
	9	Corn cob	180	1	0.64	0.77
	10	Erianthus	254	1	0.66	0.13
	11	Miscanthus	223	1	0.63	0.42
	12	Bagasse	224	1	0.80	0.19
	13	Sugarcane leaves	197	1	0.74	0.09
	14	Common reed	202	1	1.03	0.14
	15	Giant reed	249	1	1.09	0.23
Aracaceae (Palmae)	16	Oil palm trunk	282	1	3.50	0.00
	17	Nipa frond	196	1	1.20	0.03
	18	Sugar palm frond	209	1	1.56	0.13
Pontederiaceae (aquatic plants)	19	Water Hyacinth	101	1	0.84	0.67
Potamogetonaceae (aquatic plants)	20	Sennin-mo	149	1	1.43	2.47

Bron: J. G. Lilm, R. D. Goodrich and J. C. Meiske. *WRRC Bulletin 56. Aquatic Plants from Minnesota. Part 4 -Nutrient Composition. Department of Animal Science, and E. John Staba, Department of Pharmacognosy University of Minnesota. WATER RESOURCES RESEARCH CENTER UNIVERSITY OF MINNESOTA. GRADUATE SCHOOL. April 1973 Minneapolis, Minnesota*

Table 3. Chemical Composition of Aquatic Plants From Lake Mendota and Green Lake, Wisconsin.^{a/}

Analyses ^d	Clado- phora ^b	Myrio- phyllum ^b	Vallis- neria ^b	Potamo- geton ^b	Castalia ^b	Najas ^b	Chara ^c
Ash, %	26.53	20.72	25.18	11.42	11.21	19.16	41.22
Crude protein, %	18.19	18.75	11.80	8.02	17.38	11.62	4.50
Ether extract, %	2.00	2.44	0.73	0.91	2.54	1.63	0.76
Crude fiber, %	17.33	15.01	14.00	18.85	19.70	18.41	9.32
Pentosans, %	9.10	7.70	6.88	10.50	11.95	8.45	4.70
N-free extract, %	26.85	35.38	41.41	50.30	37.22	40.23	39.50
SiO ₂ , %	7.08	1.96	5.45	0.78	0.32	1.89	0.83
Fe ₂ O ₃ , %	0.49	0.08	0.81	0.11	0.09	0.40	0.06
Al ₂ O ₃ , %	1.30	4.25	0.57	0.23	0.08	0.25	0.81
Mn ₂ O ₄ , %	0.75	trace	0.52	0.08	0.09	0.05	0.08
CaO, %	3.25	4.28	8.16	3.38	1.89	8.56	3.78
MgO, %	1.62	1.34	1.87	1.38	0.75	1.61	1.19
Na ₂ O, %	--	--	0.81	0.26	1.20	1.05	0.35
K ₂ O, %	--	--	5.48	2.08	2.72	2.19	0.58
Cl, %	0.14	1.62	1.32	0.56	0.40	0.51	0.29
S, %	0.64 ^e	1.32 ^e	0.85	0.82	0.37	0.48	0.27
P, %	0.32 ^f	1.17 ^f	0.23	0.13	0.27	0.30	0.06

a Results tabulated from data presented by Schuette, et al (20, 21, 22, 23)

b Plants from Lake Mendota

c Plants from Green Lake

d All analyses presented on an air dry basis

e Values reported as percent SO₄

f Values reported as percent P₂O₅

Bron: *Mitsuhiko Koyamaa, Shuichi Yamamotoa, Kanako Ishikawab, Syuhei Banc, Tatsuki Todaa. Anaerobic digestion of submerged macrophytes: Chemical composition and anaerobic digestibility. In: Ecological Engineering 69 (2014) 304–309*

Table 2
Chemical composition of submerged macrophytes used in the experiment.

Parameter	Unit	<i>Ceratophyllum demersum</i>	<i>Elodea nuttallii</i>	<i>Egeria densa</i>	<i>Potamogeton maackianus</i>	<i>Potamogeton malaianus</i>
Total solids (TS)	%-wwt	6.4	7.0	4.9	9.7	9.1
Volatile solids (VS)	%-wwt	4.9	5.8	4.0	8.2	5.1
VS/TS	%	76.6	82.9	81.6	84.5	56.0
Total COD	g kg ⁻¹ -wwt ⁻¹	90.8	116.7	50.4	110.3	113.9
Cellulose	%-TS	22.3	35.9	36.2	36.2	22.3
Hemicellulose	%-TS	6.9	N.D.	1.9	11.4	0.4
Lignin	%-TS	15.8	3.2	4.4	20.7	12.2

N.D., not detected.

Table 3
Lignin phenol composition of submerged macrophytes.

Lignin phenol (lignin type)	Unit	<i>Ceratophyllum demersum</i>	<i>Egeria densa</i>	<i>Elodea nuttallii</i>	<i>Potamogeton maackianus</i>	<i>Potamogeton malacianus</i>
Vanillin (G)	%-lignin	6.2	1.7	2.6	1.9	5.5
Acetovanillin (G)	%-lignin	4.1	2.9	5.0	2.6	2.7
Vanillic acid (G)	%-lignin	10.6	6.2	6.6	5.3	13.6
Syringaldehyde (S)	%-lignin	2.2	0.0	0.9	0.8	1.4
Acetosyringone (S)	%-lignin	4.7	2.3	1.1	4.1	0.9
Syringic acid (S)	%-lignin	8.5	3.0	1.8	3.7	3.0
<i>p</i> -hydroxybenzaldehyde (H)	%-lignin	13.9	12.7	10.8	3.8	16.4
<i>p</i> -hydroxy acetophenone (H)	%-lignin	0.9	0.9	0.7	0.3	0.9
<i>p</i> -hydroxybenzoic acid (H)	%-lignin	20.4	25.6	11.0	50.3	14.7
<i>p</i> -coumaric acid (hydroxycinnamic)	%-lignin	15.4	25.0	17.5	5.7	16.4
Ferulic acid (hydroxycinnamic)	%-lignin	13.1	19.8	41.9	21.5	24.4
G total		20.9	10.8	14.2	9.8	21.9
S total		15.5	5.2	3.9	8.6	5.4
H total		35.2	39.2	22.5	54.4	32.0
Hydroxycinnamic total		28.5	44.8	59.4	27.2	40.8
S/G ratio		0.7	0.5	0.3	0.9	0.2

Bron: Gerard ter Heerdt. *Waterplanten maaien, conserveren en verwerken, Waternet, 20 november 2014*

Op basis van de chemische samenstelling en de vc-os zijn, met de formule voor vers gras, de voedereenheid melk (VEM), de darmverteerbaar eiwit (DVE) en de onbestendig-eiwitbalans (OEB) berekend volgens de voorschriften van het Centraal Veevoederbureau. Het overgrote deel (geschat op 99%) van de onderzochte waterplanten bestond uit doorgroeid fonteinkruid (*Potamogeton perfoliatus*) en een geringe hoeveelheid aarvederkruid (*Myriophyllum spicatum*).

Verse waterplanten hebben een lage voederwaarde (VEM, DVE en OEB). Opvallend is de lage hoeveelheid verteerbare organische stof (VOS), veroorzaakt door het hoge ruw-asgehalte, en het lage ruw-eiwitgehalte (Tabel 21). De gehalten calcium (Ca) en mangaan (Mn) liggen duidelijk hoger dan de streefwaarden. De kwaliteit van een kuil van vers of voorgedroogd materiaal is niet beter dan die van de verse planten, al neemt het drogestofgehalte toe. De toevoeging van melasse of Ecosyl leidt tot een duidelijke verhoging van de voederwaarde, al blijft deze fors beneden het streeftraject (Tabel 21).

Tabel 21

Voederkwaliteit aanvullende kuilproeven										
	vers	vers ingekuild		voorgedroogd		gedroogd + Melasse		gedroogd + Ecosyl		streeftraject
		A	B	A	B	A	B	A	B	
droge stof	167	202	192	292	295	317	278	306	253	300-500
VEM	387	353	360	387	391	474	438	453	406	880-940
VEVI	379	352	359	378	383	479	432	452	400	900-980
Dve+	-5	1	14	17	23	26	22	23	25	60-80
Oeb+	21	4	-7	9	-1	8	-4	7	0	40-80
Vos	298	277	284	311	315	372	353	361	325	680-720
Fosp+	214	168	258	206	269	230	263	227	272	525-600
OEB+ 2 uur	13	8	8	12	11	13	9	13	12	40-95
FOSp+ 2 uur	49	33	46	42	50	46	48	45	51	225-300
StrWrd	1	0.8	0.9	1	1.2	0.9	1.4	1.1	1	2.6-3.0
verzadigingswaarde	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	0.95-1.1
Ruw as	549	607	599	535	541	486	487	489	526	90-120
Vcos T&T	66	70.6	70.8	66.9	68.7	72.4	68.9	70.7	68.5	76-80
Re	95	76	84	100	99	105	91	102	102	160-190
Ruw celstof	144	123	127	141	160	128	175	154	140	230-280
Suiker	16	2	2	2	2	4	2	2	2	40-100
NDF	240	200		260		259		264		420-500
ADF	x	274		305		276		283		240-290
ADL	45	27		38		37		48		20-30
Na	3.8		3.6		5.1		4.4		5.2	2.0-3.0
K	16.3		13.4		18.9		20.6		19.8	25-35
Mg	6.7		6.1		6.8		7.8		6.9	2.0-3.5
Ca	68.7		73.4		85.8		80.5		83	4.5-6.5
P	2.1		2		2.2		2.3		2.1	3.0-4.5
S	5.2		4.4		5.8		7.2		6	2.0-4.0
Mn	517		458		477		443		508	40-125
Zn	19		24		21		32		21	25-50
Fe	485		600		519		462		547	100-500
Cu	6.2		6.6		6.7		0.2		7.4	12.0-15.0
Mo	0.2		0.2		0.2		0.2		0.3	1.0-2.5
J	3.3		5.8		7		6.8		7.7	0.5-2.5
Co	373		341		426		403		476	100-500
Se	125		133		137		155		150	90-250

Bron: FAO, HANDBOOK OF UTILIZATION OF AQUATIC PLANTS. FAO Fisheries Technical Paper No. 187. A Review of World Literature. E. C. S. Little, Kerikeri, Bay of Islands, New Zealand. <http://www.fao.org/docrep/003/x6862e/X6862E00.htm#TOC>

– Analyses (% Dry weight)

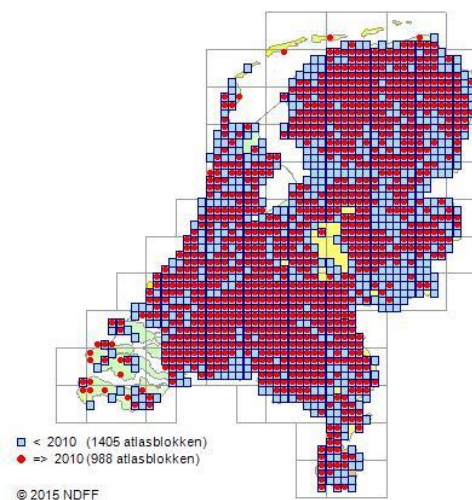
Species	Ash	Crude protein	Ether extract	Cellulose	Standing crop DM t/ha
<u>Submerged plants</u>					
<u>Nymphaeoides aquaticum</u>	7.6	9.3	3.3	37.4	1.8
<u>Potamogeton diversifolius</u>	22.7	17.3	2.8	30.9	-
<u>Najas guadalupensis</u>	18.7	22.8	3.8	35.6	1.1
<u>Ceratophyllum demersum</u>	20.6	21.7	6.0	27.9	6.8
<u>Hydrilla verticillata</u>	27.1	18.0	3.5	32.1	-
<u>Egeria densa</u>	22.1	20.5	3.3	29.2	-
<u>Floating-leaved plants</u>					
<u>Nelumbo lutea</u>	10.4	13.7	5.2	23.6	1.0
<u>Nuphar advena</u>	6.5	20.6	6.2	23.9	0.8
<u>Myriophyllum verticillatum</u>	-	-	-	-	2.4
<u>Floating plants</u>					
<u>Eichhornia crassipes</u>	18.0	17.1	3.6	28.2	12.8
<u>Pistia stratiotes</u>	21.1	13.1	3.7	26.1	4.6
<u>Emergent plants</u>					
<u>Typha latifolia</u>	6.9	10.3	3.9	33.2	15.3
<u>Justicia americana</u>	17.4	22.9	3.4	25.9	7.1
<u>Sagittaria latifolia</u>	10.3	17.1	6.7	27.6	7.3
<u>Alternanthera philoxeroides</u>	13.9	15.6	2.7	21.3	7.4
<u>Orontium aquaticum</u>	14.1	19.8	7.8	23.9	2.4
<u>Eleocharis quadrangulata</u>	-	-	-	-	7.2
<u>Pontederia cordata</u>	-	-	-	-	7.2
<u>Crop</u>					
Alfalfa (lucerne) hay	8.6	18.6			

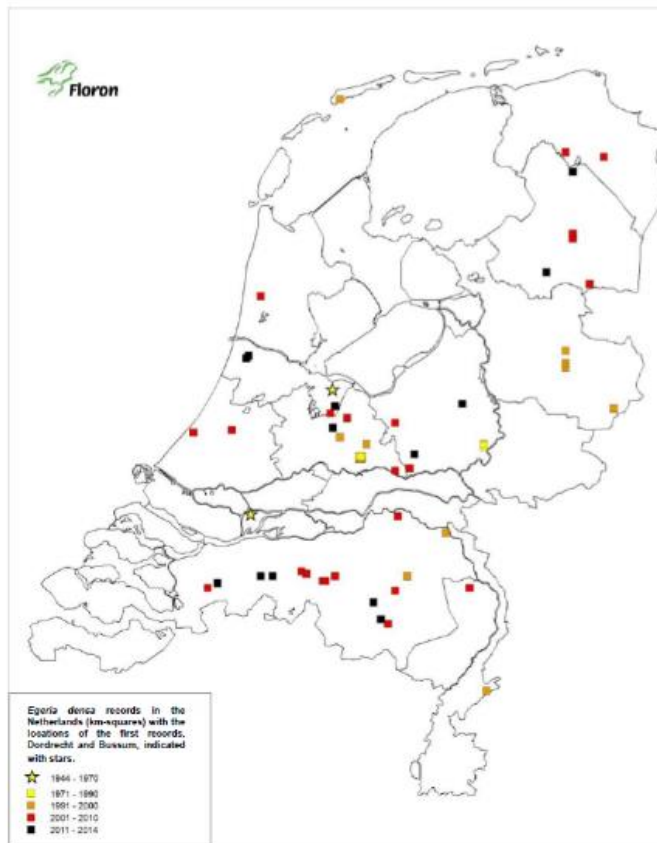
8 ELODEA NUTTALLII, SMALLE WATERPEST

8.1 Voorkomen

De uit Noord Amerika afkomstige Smalle waterpest is omstreeks 1940 voor het eerst in Nederland aangetroffen. De soort heeft zich in de tweede helft van de 20e eeuw over vrijwel het gehele land verspreid en is nu zeer algemeen in allerlei voedselrijke, zoete tot zwak brakke, ondiepe wateren. Ook in enigszins vervuild water, zoals dat wat ingelaten wordt uit de grote rivieren. In grote, diepe wateren wordt het alleen gevonden aan randen waar minder waterbeweging is. Smalle waterpest heeft in de meeste waterplantenvegetaties een plaats verworven; alleen in zeer voedselarm en sterk brak milieu ontbreekt het. Smalle waterpest is een zeer snelle groeier die sloten, kleine kanalen of vijvers geheel kan opvullen. Hierbij kan overlast ontstaan doordat smalle doorgangen, zoals duikers, verstopt raken. Voor de scheepvaart, die doorgaans niet van dergelijke kleine wateren gebruik maakt, levert het geen problemen op. In ons land komen alleen vrouwelijke planten voor, waardoor de soort afhankelijk is van vegetatieve vermeerdering. (Bron: <http://www.verspreidingsatlas.nl/%5C0442#>, Bert Lanjouw, 2015)

Egeria (*Egeria densa* Planchon, 1849) (Familie Hydrocharitaceae) is een soort van een geslacht dat inheems is in Zuid-Amerika. *E. densa* is een populaire koudwater aquariumplant in Nederland en wordt vaak samen met goudvissen (*Carassius auratus* L., 1758) of in bundels van zuurstofplanten verkocht. Sinds de eerste waarneming van *E. densa* in het wild nabij Dordrecht in 1944 wordt de soort in Nederland in toenemende mate aangetroffen, maar meestal op wisselende en geïsoleerde plekken. Synoniemen: *Anacharis densa*, *Elodea densa*).





Bron figuur 3.2 en tabel 3.2: K.R. Koopman, J. Matthews, R. Beringen, B. Odé, R. Pot, G. van der Velde, J.L.C.H. van Valkenburg & R.S.E.W. Leuven. *Risicoanalyse van de uitheemse Egeria (Egeria densa) in Nederland, 16 oktober 2014.* Radboud Universiteit Nijmegen, Instituut voor Water en Wetland Research, Afdeling Milieukunde, FLORON & Roelf Pot Onderzoek- en Adviesbureau

Figuur 3.2: Verspreiding van *Egeria densa* in Nederland in verschillende perioden op het schaalniveau van kilometerhokken (vierkante symbolen met verschillende kleurcodes). De locaties van eerste waarneming (Dordrecht en Bussum) zijn met een ster aangegeven (Databronnen: zie paragraaf 2.2 in appendix 1).

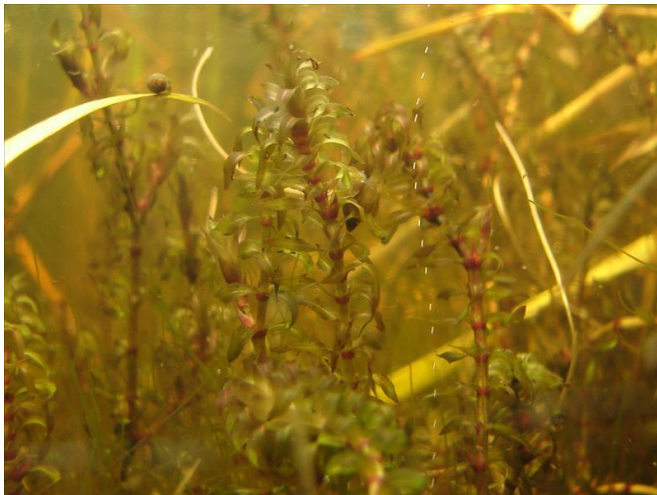
Tabel 3.2: Mogelijke vectoren / mechanismen voor de verspreiding van *Egeria densa* in Nederland.

Vector / mechanisme	Wijze van vervoer	Voorbeelden en relevante informatie	Referenties
Handel	Over land (nationaal / internationaal)	E-commerce, planten verzonden via de post, bulk transport	Champion & Clayton (2000); De Winton <i>et al.</i> (2009); Brunel (2009); Meacham (2001); Yarrow <i>et al.</i> (2009); Lafontaine <i>et al.</i> (2013)
Hobbyisten	Over land	Het weggooien van ongewenste planten	Wilson <i>et al.</i> (2007); Lafontaine <i>et al.</i> (2013)
Boten / trailers (o.a. romp, ankerlijn, motor)	Stroomopwaarts/ stroomafwaarts, over land	Gebeurt als gevolg van slecht schoonmaken en verplaatsing tussen wateren	Westerdahl & Getsinger (1988); Meacham (2001); Washington State Department of Ecology(2014); Lafontaine <i>et al.</i> (2013)
Overstroming	Stroomafwaarts, over land	Het ontsnappen van plantenfragmenten bij het overstromen van vijvers	Darrin (2009)
Oogst machines	Stroomopwaarts/ stroomafwaarts, over land	Machines worden niet goed gereinigd en verplaatst tussen wateren	De Winton <i>et al.</i> (2009); Lafontaine <i>et al.</i> (2013)
Stroming van water	Stroomafwaarts	Plantenfragmenten worden meegevoerd in het stromende water	De Winton <i>et al.</i> (2009); Csurhes <i>et al.</i> (2008)
Kleding en schoenen	Over land		Lafontaine <i>et al.</i> (2013)
Visgerei	Stroomopwaarts/ stroomafwaarts, over land	Als gevolg van slecht schoonmaken en verplaatsing tussen wateren	Lafontaine <i>et al.</i> (2013)
Waterdieren	Over land / via water	Zaden en plantenfragmenten aan poten of veren van watervogels (zoals eenden)*	Brochet <i>et al.</i> (2009)

*: Geen expliciete meldingen voor *Egeria densa*, maar in potentie mogelijk geacht op basis van informatie over vergelijkbare soorten (bijvoorbeeld *Elodea canadensis*).



Elodea nuttallii, Smalle waterpest
© Adrie van Heerden - Locatie: Zevenhuizer plas onderwateropname - Habitus met bloeistengels



Elodea nuttallii Smalle waterpest
© Adrie van Heerden - Locatie: (onbekend)

Bron: <http://wilde-planten.nl/smalle%20waterpest.htm>

Beschrijving

Afmeting: 50 cm tot 3 meter.

Levensduur: Overblijvend. Hydrofyte (waterplant).

Bloeimaanden: Mei, juni, juli en augustus.

Stengels: De lichtgroene stengels zijn tengerder dan die van Brede waterpest. Ze groeien zowel in verticale als in horizontale richting. Ze overwinteren met op de bodem kruipende bebladerde stengels. Vaak vormen ze massavegetaties.

Bladeren: De bladeren zitten in kransen van 3 of 4. De onderste staan tegenover elkaar. Een deel van de bladeren is achterovergekromd. Ze zijn maximaal 2 mm breed en 2½ cm lang. Verder zijn ze spits. De zijranden zijn vaak iets naar beneden gebogen. Aan elke kant zitten 27 tot 29 zeer kleine, moeilijk zichtbare tandjes. Als de bladeren uit het water worden gehaald vallen ze samen als een penseel.

Bloemen: Eenslachtig (een bloem met alleen mannelijke of alleen vrouwelijke geslachtsorganen).

Tweehuizig (mannelijke en vrouwelijke bloemen op verschillende planten). De vrouwelijke bloemen zijn wit en 2 tot 3½ mm groot. Mannelijke planten komen in bij ons niet voor. De mannelijke bloemen laten al in knop los, stijgen naar het wateroppervlak en gaan daar open, waarna ze vrijzwemmend voor bestuiving zorgen.

Vruchten: Een bes. Tweezaadlobbig (kiemend met twee kiemblaadjes). In onze omgeving ontstaan echter geen vruchten. Verspreiding gebeurt door afgebroken stengeldelen, die wortelen.

Biotoop

Bodem: Zonnige plaatsen in ondiep, stilstaand of stromend, voedselrijk, zwak zuur tot kalkrijk, bij voorkeur hard, soms vervuild, zoet, soms zwak brak water (alle grondsoorten, organisch of mineraal).

Groeiplaatsen: Water (sloten, kanalen, vaarten, plassen, afwateringskanaaltjes en aan de randen van groter water).

In 2010 kwam in de Loenderveensche Plas Oost minimaal 7.500 tot mogelijk 25.000 m3 waterpest vrij. Om die hoeveelheid af te voeren zouden minimaal 375 ritten van € 100 à 200 nodig zijn geweest. Bron: Gerard ter Heerdt. *Waterplanten maaien, conserveren en verwerken, Waternet, 20 november 2014*

8.2 Samenstelling

Informatie over de samenstelling van de *Elodea nuttallii* Smalle waterpest is niet gevonden. Wel over de brede waterpest, *Elodea Densa* of *Elodea Candensis*

Bron: Claude E. Boyd. *Fresh-water Plants: a Potential Source of Protein. In: ECONOMIC BOTANY, VOL 22, No. 4, October-December, 1968*

TABLE I
LEAF PROTEIN EXTRACTION DATA AND PROTEIN YIELDS FOR AQUATIC PLANTS

Species	n ¹	Pulp		Extractability (%)		N in dry leaf (%)	Yield (kg/ha)		Comments
		D.M. (%) ²	N in D.M. (%)	Total N ³	Protein N ⁴		D.M.	Crude protein	
<i>Justicia americana</i>									A
Stand 1									
May 19	2	13.1	3.64	76.2	53.6	8.82	5030	590	
June 5	2	13.0	2.86	80.3	54.4	8.83	5570	576	
July 1	2	16.4	2.40	72.6	48.6	6.70	6950	499	
Aug. 3	5	17.5	2.23	72.4	43.1	6.25	7100	427	
Sept. 1	~	20.6	2.03	55.8	29.5	5.32	3740	141	
Stand 2									
July 14	1	24.6	2.14	62.8	38.7	7.39	4760	247	
Stand 3									
Aug. 1	1	18.5	2.50	56.2	37.0	7.64		—	
<i>Sagittaria latifolia</i>									A
Stand 1									
June 6	1	11.8	2.91	47.7	26.1	7.28	2280	362	
July 11	1	12.6	2.04	50.8	25.2	5.19	6560	211	
Stand 2									
June 9	1	14.1	3.35	38.3	27.4	4.66		—	
<i>Alternanthera philoxeroides</i>									B
Stand 1									
May 17	1	11.7	2.41	78.2	42.6	4.04	7420	478	
Aug. 3	2	19.8	1.36	56.0	38.0	4.12	7400	234	
Stand 2									
June 6	1	14.5	1.54	59.9	35.8	5.34		—	
<i>Nymphaea odorata</i>									B
Stand 1									
June 15	1	14.5	2.50	65.9	61.0	5.75			
Aug. 31	1	10.2	3.45	52.4	50.8	6.80			
Stand 2									
July 5	1	10.6	2.55	39.3	36.2	6.02	1800	197	
Stand 3									
Aug. 28	2	13.9	2.66	61.9	45.2	5.65	1620	121	
<i>Orontium aquaticum</i>									A
Stand 1									
June 9	1	11.0	3.35	59.5	41.9	8.53			
Aug. 28	3	9.9	3.66	61.6	43.8	7.89			
<i>Jussiaea decurrens</i>									C
Stand 1									
July 5	2	9.3	3.54	46.8	34.2	6.15	2350	177	
<i>Jussiaea peruriana</i>									C
Stand 1									
July 5	1	20.2	1.16	50.2	35.0	2.42	5050	128	
<i>Brasenia schreberi</i>									C
Stand 1									
Aug. 28	1	6.8	2.53	40.0	35.8	4.93	790	45	
<i>Elodea densa</i>									A
Stand 1									
Aug. 28	3	7.3	3.02	50.7	33.6	3.83			

7.

TABLE V
DRY MATTER (D.M.) AND PROXIMATE NUTRITIONAL ANALYSES OF AQUATIC PLANTS

Species	n ¹	Dry weight basis						
		D.M. (%)	Ash (%)	Crude protein (%)	Crude fat (%)	Cellulose (%)	Tannin (%)	Caloric content (Kcal/g)
Submersed vascular plants								
<i>Myriophyllum brasiliense</i>	4	13.7	11.2	14.1	3.78	20.6	11.9	3.69
<i>M. spicatum</i>	2	12.8	40.6	9.8	1.81	18.8	3.2	2.47
<i>M. heterophyllum</i>	1	10.0	15.5	8.5	2.67	32.7	3.2	3.35
<i>Potamogeton diversifolius</i>	1	9.8	22.7	17.3	2.87	30.9	~.11	3.40
<i>P. crispus</i>	2	11.8	16.0	10.9	2.85	37.2	7.2	3.61
<i>P. nodosus</i>	1	15.8	10.9	11.2	3.62	21.7	3.4	3.77
<i>Elodea densa</i>	3	9.8	22.1	20.5	3.27	29.2	0.8	3.35

TABLE VI
CRUDE PROTEIN CONTENT OF SOME
VASCULAR AQUATIC PLANTS

Species	n ¹	Crude protein (%)
<i>Elodea canadensis</i>	3	26.8

Bron: Nelson, W.J. and L.S. Palmer, 1938. Nutritive value and general chemical composition of *Elodea Myriophyllum, Vallisneria* and other aquatic plants. Minn. Agr. Exp. Stat., Tech. Bull. 136, 1-34.

The author points out the similarity of analyses of the different parts of the plant except for the higher ash content of the roots.

Average yield was 310 tonnes/ha.

Nelson, W.J. and L.S. Palmer, 1938 Nutritive value and chemical composition of certain fresh-water plants of Minnesota. Tech. Bull. Min. Agric. Exp. Stn., (1938) 1-34

The authors review the literature on analyses of *Elodea, Myriophyllum, Vallisneria* and other species since 1904 and point out the variability of analyses recorded. They indicate the large quantities of potential forage represented by the water weeds in the lakes of Minnesota, which cover 5 600 sq. miles (1.45 million ha) with an estimated annual yield of over 860 000 t of dry matter, containing at least 124 000 t of protein; this yield is independent of droughts which may be experienced by dry-land farming nearby.

A summary is given below of some of their analyses of three species compared with earlier work on the same species in a similar locality. This illustrates the variations that may be observed. The figures are also compared with analyses made for a common fodder crop, alfalfa (lucerne).

	%Dry weight							
	Elodea		Myriophyllum sp.		Vallisneria sp.		Alfalfa	
	1	1	2	1	3	4		
Ash	21.9	13.8	20.7	15.6	25.2	7.7		
Crude protein	26.8	25.8	18.8	15.2	11.8	17.3		
Crude fibre	15.4	14.1	15.0	15.8	14.0	35.6		
SiO ₂	6.3	2.9	2.0	1.1	5.5	0.1		
P	0.6	0.4	0.6	0.2	0.2	0.2		
S	0.3	0.4	-	0.4	-	0.8		
Cl	0.6	1.3	1.6	2.0	1.3	0.6		
Na	0.5	0.8	-	2.4	0.6	0.04		
Mg	0.7	0.7	0.8	0.8	1.1	0.3		
K	3.7	1.9	-	6.8	4.6	2.4		
Ca	2.8	2.8	3.1	1.6	5.8	1.4		
Mn	0.3	0.5	-	0.04	0.4	-		
Fe	0.4	0.1	0.1	0.05	0.6	-		
Dry matter % fresh	7.5	13.3	9.8	5.2	7.1	29.4		

¹ W.J. Nelson and L.S. Palmer, 1938

² H.A. Scheutte and A.E. Hoffman, 1921

³ H.A. Scheutte and H. Alder, 1924

⁴ H.E. Woodman et al., 1933

Parra, J.V. and C.C. Hortenstine, 1974 Plant nutritional content of some Florida water hyacinths and response by pearl millet to incorporation of water hyacinths in three soil types. *Hyacinth Control J.*, 12:85-90

The means of analyses of water hyacinth from 19 different locations are given below.

Bron: J. G. Lilm, R. D. Goodrich and J. C. Meiske. WRRRC Bulletin 56. Aquatic Plants from Minnesota. Part 4 -Nutrient Composition. Department of Animal Science, and E. John Staba, Department of Pharmacognosy University of Minnesota. WATER RESOURCES RESEARCH CENTER UNIVERSITY OF MINNESOTA. GRADUATE SCHOOL. April 1973 Minneapolis, Minnesota

Table 2. Chemical Composition of *Elodea canadensis*, *Myriophyllum spicatum* and *Vallisneria spiralis*.^{a/}

Item	<i>Elodea canadensis</i>	<i>Myriophyllum spicatum</i>	<i>Vallisneria spiralis</i>
Dry matter, %	7.52	13.32	5.15
		Dry basis	
Ash, %	21.87	13.83	15.64
Crude protein, %	26.81	25.83	15.15
Ether extract, %	3.53	2.47	4.28
Crude fiber, %	15.39	14.13	15.82
N-free extract, %	32.40	43.74	49.11
P, %	0.57	0.42	0.21
Na, %	0.50	0.75	2.39
Mg, %	0.65	0.74	0.76
K, %	3.65	1.87	6.77
Ca, %	2.80	2.77	1.55
Mn, %	0.331	0.513	0.039
Fe, %	0.408	0.066	0.045
B-carotene, mg%	22.2	21.4	17.5
Vitamin A, IU/gm	370.1	356.6	291.7
Vitamin B, Chase Sherman units/gm	3.76	2.61	1.83
Ascorbic acid, mg%	10.5	24.8	75.7
Vitamin C, IU/gm	2.1	5.0	15.1
Vitamin D, IU/gm	0.0	0.0	trace
Vitamin E,	0.0	0.0	present
Vitamin B ₁₂ , Borguin-Sherman units/gm	8.68	7.60	5.73
Biological value of protein, %	42.71	0.0	0.0
Coefficient of apparent protein digestibility, %	70.28	27.44	28.60

^{a/} Data from Nelson and Palmer (17)

Bron: Mitsuhiro Koyamaa, Shuichi Yamamotoa, Kanako Ishikawab, Syuhei Banc, Tatsuki Todaa. Anaerobic digestion of submerged macrophytes: Chemical composition and anaerobic digestibility. In: Ecological Engineering 69 (2014) 304–309

Table 2
Chemical composition of submerged macrophytes used in the experiment.

Parameter	Unit	<i>Ceratophyllum demersum</i>	<i>Elodea nuttallii</i>	<i>Egeria densa</i>	<i>Potamogeton maackianus</i>	<i>Potamogeton malaianus</i>
Total solids (TS)	%-wwt	6.4	7.0	4.9	9.7	9.1
Volatile solids (VS)	%-wwt	4.9	5.8	4.0	8.2	5.1
VS/TS	%	76.6	82.9	81.6	84.5	56.0
Total COD	g kg ⁻¹ ww ⁻¹	90.8	116.7	50.4	110.3	113.9
Cellulose	%-TS	22.3	35.9	36.2	36.2	22.3
Hemicellulose	%-TS	6.9	N.D.	1.9	11.4	0.4
Lignin	%-TS	15.8	3.2	4.4	20.7	12.2

N.D., not detected.

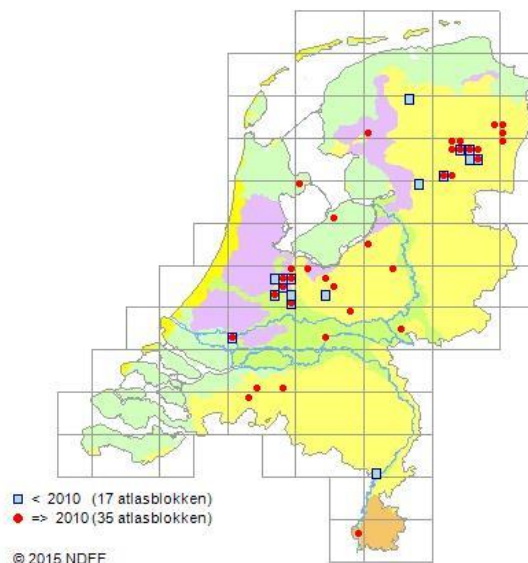
Table 3
Lignin phenol composition of submerged macrophytes.

Lignin phenol (lignin type)	Unit	<i>Ceratophyllum demersum</i>	<i>Egeria densa</i>	<i>Elodea nuttallii</i>	<i>Potamogeton maackianus</i>	<i>Potamogeton malaianus</i>
Vanillin (G)	%-lignin	6.2	1.7	2.6	1.9	5.5
Acetovanillin (G)	%-lignin	4.1	2.9	5.0	2.6	2.7
Vanillic acid (G)	%-lignin	10.6	6.2	6.6	5.3	13.6
Syringaldehyde (S)	%-lignin	2.2	0.0	0.9	0.8	1.4
Acetosyringone (S)	%-lignin	4.7	2.3	1.1	4.1	0.9
Syringic acid (S)	%-lignin	8.5	3.0	1.8	3.7	3.0
<i>p</i> -hydroxybenzaldehyde (H)	%-lignin	13.9	12.7	10.8	3.8	16.4
<i>p</i> -hydroxy acetophenone (H)	%-lignin	0.9	0.9	0.7	0.3	0.9
<i>p</i> -hydroxybenzoic acid (H)	%-lignin	20.4	25.6	11.0	50.3	14.7
<i>p</i> -coumaric acid (hydroxycinnamic)	%-lignin	15.4	25.0	17.5	5.7	16.4
Ferulic acid (hydroxycinnamic)	%-lignin	13.1	19.8	41.9	21.5	24.4
G total		20.9	10.8	14.2	9.8	21.9
S total		15.5	5.2	3.9	8.6	5.4
H total		35.2	39.2	22.5	54.4	32.0
Hydroxycinnamic total		28.5	44.8	59.4	27.2	40.8
S/G ratio		0.7	0.5	0.3	0.9	0.2

9 CABOMBA CAROLINIANA, WATERWAAIER

9.1 Voorkomen

Waterwaaier is een in de bodem wortelende, ondergedoken waterplant, waarvan alleen de bloemen en enkele kleine drijfbladjes boven het wateroppervlak uitsteken. De stengels kunnen vele meters lang worden. De tegenoverstaande bladeren zijn gesteeld en meervoudig gaffelvormig gedeeld met smalle lijnvormige bladslippen. De plant is oorspronkelijk inheems in de gematigde en subtropische delen van Zuid Amerika. Door de handel in vijver- en aquariumplanten is ze over alle continenten verspreid. In Nederland is Waterwaaier voor het eerst in 1986 verwilderd aangetroffen in de haven van Maasbracht. In 2005 werd de soort aangetroffen in de omgeving van Loosdrecht. In deze omgeving kwam ze plaatselijk zo massaal voor dat alle andere ondergedoken waterplanten werden verdrongen en zwemmen, varen en vissen niet meer mogelijk waren. Vanaf 2006 is het aantal waarnemingen van deze soort sterk toegenomen. Na de omgeving van Loosdrecht is het Oranjekanaal in Drenthe het tweede bolwerk van deze soort binnen Nederland. Sinds 2007 is de Waterwaaier verder waargenomen in de stad Utrecht (stadgrachten) en in de provincies Drenthe (plaatselijk massaal in het Oranjekanaal en in stadswateren te Hoogeveen), Groningen (visvijver in Opende) en in Overijssel (Usselerbeek). Bron: http://www.nederlandsesoorten.nl/linnaeus_ng/app/views/species/nsr_taxon.php?id=119186&cat=144&epi=1 De plant kan in allerlei stilstaande of langzaam stromende wateren groeien, zolang deze maar niet droogvallen. De plant heeft een voorkeur voor onbeschaduwde, snel opwarmende wateren met een hoog gehalte aan kooldioxide. Vanwege het invasieve karakter mag de plant alleen vergezeld van een waarschuwing verkocht worden. De meeste nieuwe groeiplaatsen liggen nabij bebouwing en ontstaan door dumping van overtollige vijverplanten. Voor zover bekend verspreidt Waterwaaier zich in Europa niet door middel van zaden. (Bron: <http://www.verspreidingsatlas.nl/%5C5533#>, Ruud Beringen, 2014).

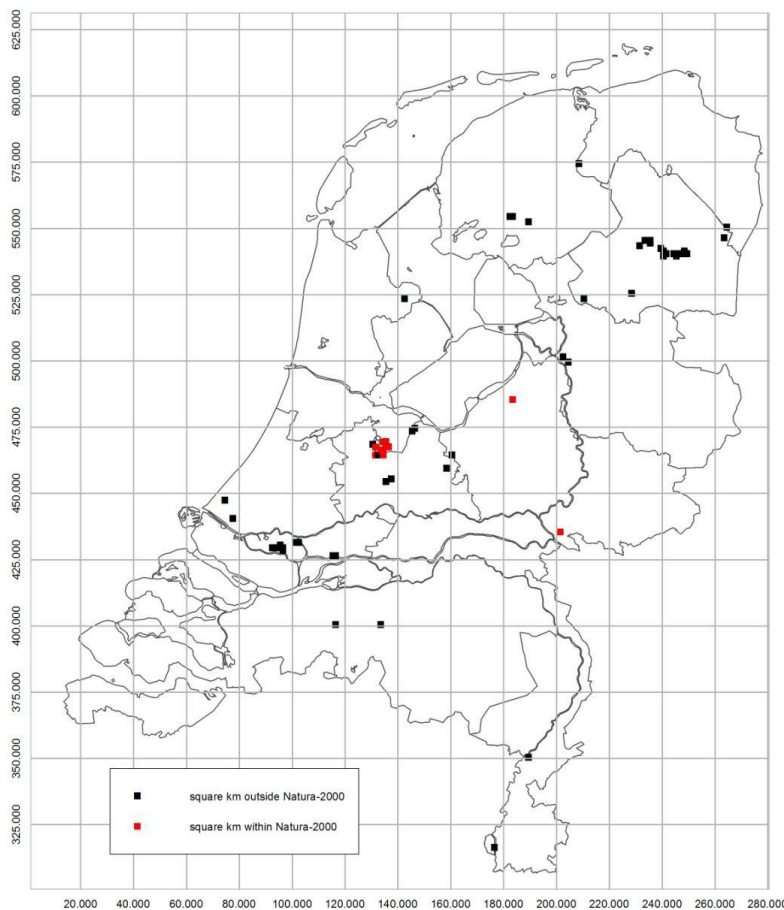


Bron: <http://www.verspreidingsatlas.nl/%5C5533#>, Ruud Beringen, 2014

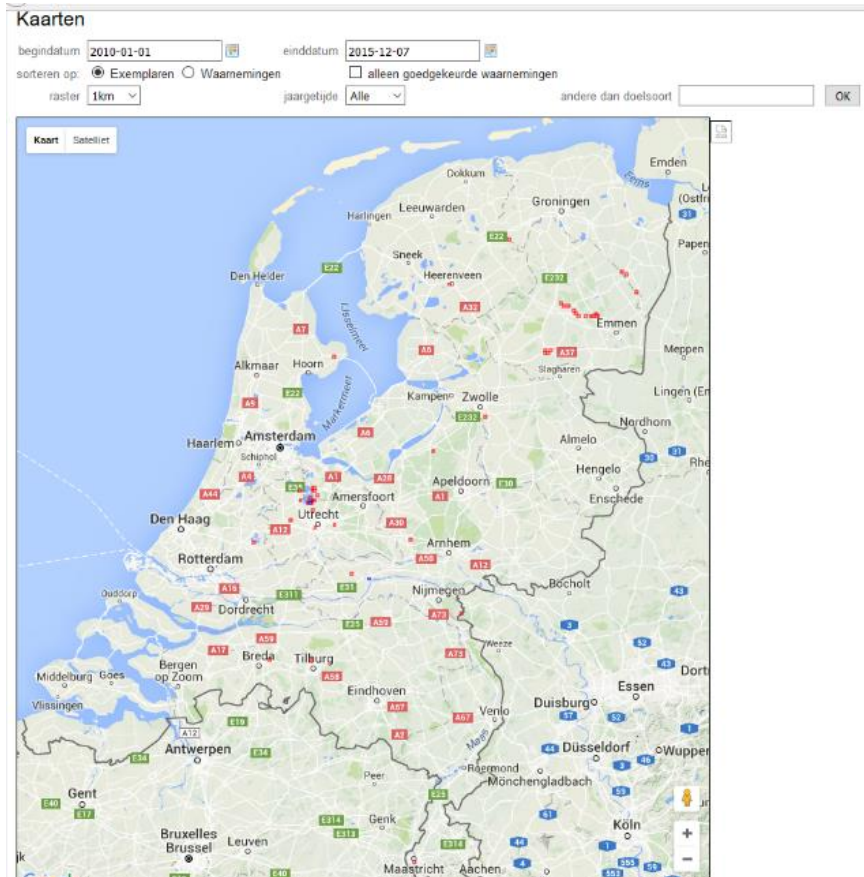
Colonisation of high conservation value habitats: *C. caroliniana* has been recorded in three Natura 2000 areas. In the Vechtplassen area *C. caroliniana* is widely distributed. In the Gelderse Poort and in the Veluwe

it is recorded only once in each area. In the Vechtplassen and the Gelderse Poort area *C. caroliniana* may appear in EU habitat type H3150 (Natural eutrophic lakes with Magnopotamion or Hydrocharition type vegetation). In 2013, *C. caroliniana* could not be found at the Gelderse Poort site where the plant was recorded in 2012. In the Veluwe area, *C. caroliniana* was apparently introduced to an old artificial pond.

Adverse impacts to native species: in the Netherlands at Loosdrecht, *C. caroliniana* is said to have smothered native aquatic plants. However, in most instances there was no other macrophyte growth in areas where *C. caroliniana* became established. At Lake Tienhoven, the Netherlands, *C. caroliniana* has been seen to outcompete other macrophytes, except for floating leaved species and helophytes. Bron: *J. Matthews, R. Beringen, L.P.M. Lamers, B. Odé, R. Pot, G. van der Velde, J.L.C.H. van Valkenburg, L.N.H. Verbrugge & R.S.E.W. Leuven. Risk analysis of the non-native Fanwort (Cabomba caroliniana) in the Netherlands. 30 August 2013. Radboud University Nijmegen, Institute for Water and Wetland Research, Department of Environmental Sciences, FLORON & Roelf Pot Research and Consultancy*



Distribution of Fanwort (*Cabomba caroliniana*) in the Netherlands (Data National Database Flora en Fauna, complemented with data sources mentioned in Matthews et al., 2013).
 Bron: *J. Matthews, R. Beringen, L.P.M. Lamers, B. Odé, R. Pot, G. van der Velde, J.L.C.H. van Valkenburg, L.N.H. Verbrugge & R.S.E.W. Leuven. Risk analysis of the non-native Fanwort (Cabomba caroliniana) in the Netherlands. 30 August 2013. Radboud University Nijmegen, Institute for Water and Wetland Research, Department of Environmental Sciences, FLORON & Roelf Pot Research and Consultancy*



Bron : <http://waarneming.nl/>



Cabomba caroliniana,
Waterwaaier
Albert Dees (Aqun),
Ede - onderwater- en
drijfbladen

Bron:

<http://www.verspreidingsatlas.nl/foto/27257>



Foto Bron: Oscar Vorst, 8 augustus 2006, Loosdrecht.

http://www.nederlandsesoorten.nl/linnaeus_ng/app/views/species/nsr_taxon.php?id=119186&cat=144&epi=1



Dense vegetation of Fanwort (*Cabomba caroliniana*) at Loosdrecht, the Netherlands (Photo: R. Pot). Bron: J. Matthews, R. Beringen, L.P.M. Lamers, B. Odé, R. Pot, G. van der Velde, J.L.C.H. van Valkenburg, L.N.H. Verbrugge & R.S.E.W. Leuven. Risk analysis of the non-native Fanwort (*Cabomba caroliniana*) in the Netherlands. 30 August 2013. Radboud University Nijmegen, Institute for Water and Wetland Research, Department of Environmental Sciences, FLORON & Roelf Pot Research and Consultancy

In: *Effects of depth and season on the population dynamics of Cabomba caroliniana in south-east Queensland. Shon Schooler and Mic Julien. CSIRO Entomology, 120 Meiers Road, Indooroopilly, Queensland 4068, Australia. Fifteenth Australian Weeds Conference*

Cabomba caroliniana is an invasive aquatic weed that is becoming a problem in many water bodies throughout Australia. There is currently no effective method to manage this weed. In 2003 CSIRO began a project to identify and test biological control agents. In conjunction with surveys for biological control agents in their native range, we are conducting ecological studies of the weed in Australia. We found that *Cabomba* exhibits no clear seasonal patterns in biomass at three locations in south-east Queensland.

The plant has greatest biomass in 2–3 m depth of water (mean = 185.6 g m⁻², stdev = 118.8 g m⁻²) but rooted plants were found down to depths of 6 m. This study indicates that host plant resources will be available for biological control agents throughout the year, which is likely to result in more stable, and ultimately more effective, biological control.

9.2 Samenstelling

Bron: *Claude E. Boyd. Fresh-water Plants: a Potential Source of Protein. In: ECONOMIC BOTANY, VOL 22, No. 4, October-December, 1968*

TABLE V
DRY MATTER (D.M.) AND PROXIMATE NUTRITIONAL ANALYSES OF AQUATIC PLANTS

Species	n*	Dry weight basis						
		D.M. (%)	Ash (%)	Crude protein (%)	Crude fat (%)	Cellulose (%)	Tannin (%)	Caloric content (Kcal/g)
Submersed vascular plants								
<i>Myriophyllum brasiliense</i>	4	13.7	11.2	14.1	3.78	20.6	11.9	3.69
<i>M. spicatum</i>	2	12.8	40.6	9.8	1.81	18.8	3.2	2.47
<i>M. heterophyllum</i>	1	10.0	15.5	8.5	2.67	32.7	3.2	3.35
<i>Potamogeton diversifolius</i>	1	9.8	22.7	17.3	2.87	30.9	~11	3.40
<i>P. crispus</i>	2	11.8	16.0	10.9	2.85	37.2	7.2	3.61
<i>P. nodosus</i>	1	15.8	10.9	11.2	3.62	21.7	3.4	3.77
<i>Elodea densa</i>	3	9.8	22.1	20.5	3.27	29.2	0.8	3.35
<i>Ceratophyllum demersum</i>	2	5.2	20.6	21.7	5.97	27.9	1.9	3.71
<i>Najas guadalupensis</i>	1	7.3	18.7	22.8	3.75	35.6	1.4	3.55
<i>Hydrotrida caroliniana</i>	2	6.4	22.7	9.7	3.85	29.5	2.5	3.32
<i>Cabomba caroliniana</i>	1	7.0	9.6	13.1	5.42	26.8	15.6	3.78
<i>Eleocharis acicularis</i>	3	11.1	9.9	12.5	3.59	27.9	2.0	3.91

Kosten

Socio-economic impacts in the Netherlands have mainly occurred at Loosdrecht where *C. caroliniana* has become invasive. Here the plant clogged canals so that boating, fishing and swimming became impossible. The cost of management action for one invaded site over a single year was 350,000 Euros. Intervention resulted in a 75% reduction of infestation. Potential future changes as a result of e.g. a rise in water temperature due to climate change, may increase the suitability and area of *C. caroliniana* habitat locally, increasing the socio-economic impacts of the species. Bron: *J. Matthews, R. Beringen, L.P.M. Lamers, B.*

Odé, R. Pot, G. van der Velde, J.L.C.H. van Valkenburg, L.N.H. Verbrugge & R.S.E.W. Leuven. Risk analysis of the non-native Fanwort (Cabomba caroliniana) in the Netherlands. 30 August 2013. Radboud University Nijmegen, Institute for Water and Wetland Research, Department of Environmental Sciences, FLORON & Roelf Pot Research and Consultancy

10 PHRAGMITES AUSTRALIS, RIET

10.1 Voorkomen

(Bron:

<http://www.natuurkennis.nl/index.php%3FHoofdgroep%3D2%26niveau%3D3%26subgroep%3D104%26subsubgroep%3D1010%26subsubsubgroep%3D300>)

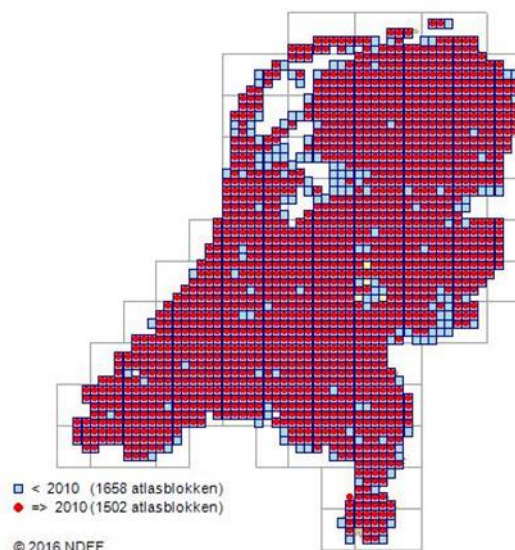
Riet wordt al sinds de Romeinse tijd in Nederland gebruikt om daken mee te dekken. Tot in de Middeleeuwen hadden ook de huizen in de steden rieten daken, maar die werden in de loop van de tijd vanwege brandgevaar vervangen door pannendaken. Op het platteland, waar de boerderijen verder uit elkaar staan, bleven rieten daken echter in zwang. Veel boeren in laag Nederland hadden een stukje rietland op de overgang van hun land naar het water. Dit riet werd door de boeren vaak twee keer per jaar gemaaid; één keer in de lente en één keer aan het eind van de zomer. *Het werd voor allerlei doeleinden gebruikt: voor op de grond in de stal, om oogst af te dekken, om schermen van te maken en soms werd de vroege snede riet (jonge spruiten) zelfs als voer voor de koeien gebruikt vanwege het hoge eiwitgehalte.* Voor het dekken van rieten daken is echter winterriet nodig, waar door de vorst geen bladeren meer aan zitten. Dit riet wordt door riettelers tussen december en april geoogst, zowel in natuurgebieden als in speciale rietteeltpercelen.

In Nederland is er ongeveer 9000 hectare rietmoeras, waarvan ongeveer 30% jaarlijks wordt gemaaid om riet te oogsten. Dit aandeel jaarlijks geoogst riet verschilt sterk per gebied. In de Zaanstreek wordt slechts 3% jaarlijks gemaaid, in Botshol en de Makkumer- en Workumerwaard bijna 90%. Deze rietteelt is niet voldoende om aan de Nederlandse vraag naar riet te voldoen; ongeveer 75% van het riet dat in Nederland gebruikt wordt, wordt goedkoop geïmporteerd uit landen als Roemenië en Turkije. Het meeste riet wordt in natuurgebieden gesneden, waarbij de rietoogst voorkomt dat het rietmoeras verzuigt of verbost. Het mag niet op te extreem voedselrijke plaatsen groeien, omdat de dikke stengels dan te snel weggroten op het dak vanwege de hoge voedingswaarde voor micro-organismen.

Er zijn ook percelen die speciaal voor de rietteelt bestemd zijn. Dit zijn omkade gebieden waar de waterstand in de zomer kunstmatig hoog wordt gehouden door water met molentjes op te stuwen. In de winter worden

ze drooggelegd om het oogsten te vergemakkelijken.

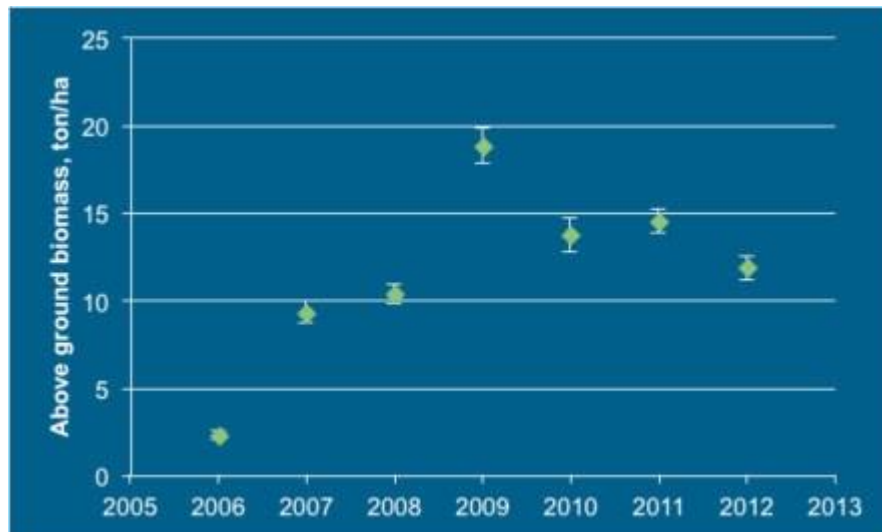
De rietmoerassen waar riet gesneden wordt worden niet bemest maar soms worden er wel bestrijdingsmiddelen (zoals Round-up) gebruikt om verzuiging met Haagwinde tegen te gaan. De rietsnijders verzorgen het grootste deel van het maaien van riet in natuurgebieden. Een klein gedeelte van het rietland wordt door de natuurbeschermingsorganisaties zelf gemaaid voor botanische doeleinden.



Riet in Nederland. Bron:

<http://www.verspreidingsatlas.nl/%5C0933>

Met betrekking tot de biomassaproductie kan gesteld worden dat dit soort helofytenvelden in evenwichtssituatie tussen de 10 en 15 ton bovengrondse drogestof per hectare per jaar kunnen produceren (geoogst in de winter).



Bron: Adrie van der Werf, Alterra, juni 2015. *Deltafact Natte teelten*. Alterra.
http://www.deltaproof.nl/Publicaties/deltafactframe/Natte_teelten.aspx?rId=85



Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steud, Riet.
Grada Menting - Locatie: Yerseke Moer.
<http://www.verspreidingsatlas.nl/foto/23235>



Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steud, Riet.
Cor Nonhof - Locatie: Westland, Bergboezem
Wollebrand.
<http://www.verspreidingsatlas.nl/foto/31624>

Bron: GREEN PAPER AND CARDBOARD .ANALYSE ALTERNATIEVE PLANTAARDIGE VEZELS VOOR PAPIER EN KARTON. Annemarie van Leeuwen, Michiel Klaassen. In opdracht voor KCPK. Dronen, december 2013

Beschikbaarheid riet: 37 kton per jaar (zomerperiode). Aandachtspunten: oogstmoment, bewaring, verontreiniging en logistiek.

10.2 Samenstelling

Bron: M. BARAN Z. VÁRADYOVÁ, S. KRÁMAR, J. HEDBÁVN. *The Common Reed (Phragmites australis) as a Source of Roughage in Ruminant Nutrition. Institute of Animal Physiology, Slovak Academy of Sciences, Kosice, Slovak Republic. Mendel University of Agriculture and Forestry, Brno, Czech Republic. November 18, 2002. In: ACTA VET. BRNO 2002, 71: 445–449*

Phragmites australis had a relatively high content of magnesium (2.65 g·kg⁻¹), potassium (10.9 g·kg⁻¹) and manganese (97.0 mg·kg⁻¹). *Phragmites australis* dry matter digestibility ranged within the dry matter digestibility of meadow hay (50.2%) and wheat straw (36.6%) and achieved 41.8 %.

Table 1
Amino acids, chemical and mineral composition of *Phragmites australis*

Amino acids		Chemical composition	
Thr (g·kg ⁻¹)	4.393	Dry matter (%)	93.8
Val (g·kg ⁻¹)	3.604	N-substances (g·kg ⁻¹)	120.6
Ile (g·kg ⁻¹)	3.158	Crude fat (g·kg ⁻¹)	18.2
Leu (g·kg ⁻¹)	6.042	Crude fibre (g·kg ⁻¹)	278.3
Tyr (g·kg ⁻¹)	4.962	Ash (g·kg ⁻¹)	67.3
Phe (g·kg ⁻¹)	4.995	N-free substances (g·kg ⁻¹)	453.4
His (g·kg ⁻¹)	2.200	Organic matter (g·kg ⁻¹)	870.5
Lys (g·kg ⁻¹)	5.082	Mineral composition:	
Arg (g·kg ⁻¹)	7.247	Ca (g·kg ⁻¹)	2.660
Met (g·kg ⁻¹)	0.378	Mg (g·kg ⁻¹)	2.649
Asp (g·kg ⁻¹)	9.819	K (g·kg ⁻¹)	10.899
Ser (g·kg ⁻¹)	4.330	Na (g·kg ⁻¹)	0.534
Glu (g·kg ⁻¹)	9.376	P (g·kg ⁻¹)	1.575
Pro (g·kg ⁻¹)	7.081	Fe (mg·kg ⁻¹)	58.750
Gly (g·kg ⁻¹)	4.307	Mn (mg·kg ⁻¹)	96.964
Ala (g·kg ⁻¹)	6.981	Zn (mg·kg ⁻¹)	26.964
Cys (g·kg ⁻¹)	0.199	Cu (mg·kg ⁻¹)	8.452

Bron: *GREEN PAPER AND CARDBOARD .ANALYSE ALTERNATIEVE PLANTAARDIGE VEZELS VOOR PAPIER EN KARTON. Annemarie van Leeuwen, Michiel Klaassen. In opdracht voor KCPK. Dronen, december 2013*

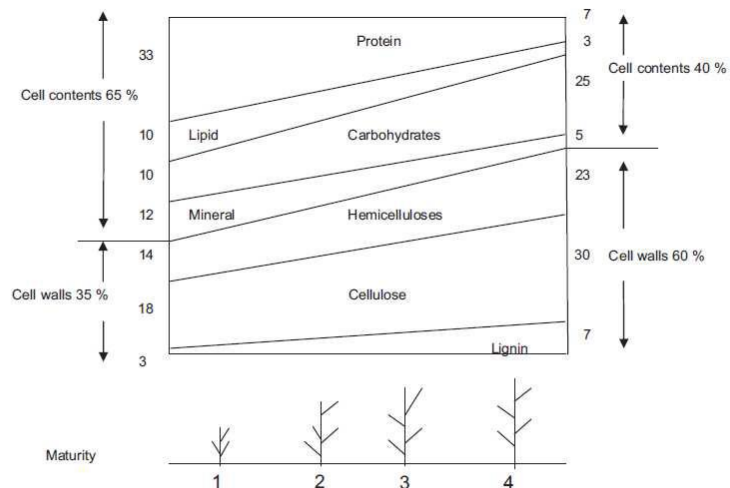


Fig. 1 – Schematic representation of the changes in the chemical composition of grasses during four stages of growth (Osborn, 1980; reproduced with the permission of Wiley-Blackwell).

Riet

Eigenschap	
Cellulose (%)	35-57
Hemicellulose (%)	19-20
Lignine (%)	20-23
Silica (%)	0,9-1,8
Vezellengte (mm)	0,8-1,8
Beschikbaarheid (kton/jaar)	37

Table 4
Data set (A1): chemical and physical properties of selected lignocellulose raw materials.

Raw material	Chemical composition				Fibre dimensions		Cellulose properties	Cellulose quality	
	Cellulose	Hemicell	Lignin	Extr	Ash	L (mm)		D (µm)	DIP
Primary cellulose sources*									
Softwood	43-45	20-30	25-30	2-9	0.4	2.7-4.5	20-45	10.000	50-55%
Hardwood	40-55	25-30	16-24	2-5	0.2	0.7-2.5	20-30	10.000	40-60%
Cotton	85-90	0.1-3	0.4	2.8	1.6	18-25	20	3000-15.000	60-80%
Bast and leaf fibres (jute, ramie, flax, hemp, sisal)	55-75	7-15	3-15	8-10	1-4	2.5-6.0 (>30)	20-50	6500-8000 (>15.000)	55-90%
Grasses and reeds	40-45	20-30	20-30	2-5	5-12	1.0-2.7	10-20	1500-8000	40-50%

Bron: *The cellulose resource matrix*. Edwin R.P. Keijsers, Gülden Yılmaz, Jan E.G. van Dam. Food and Biobased Research, Wageningen UR, POB 17, 6700 AA Wageningen, The Netherlands. 29 August 2012

11 GLYCERIA MAXIMA, LIESGRAS

11.1 Voorkomen

Bron: <http://www.floravannederland.nl/planten/liesgras/>

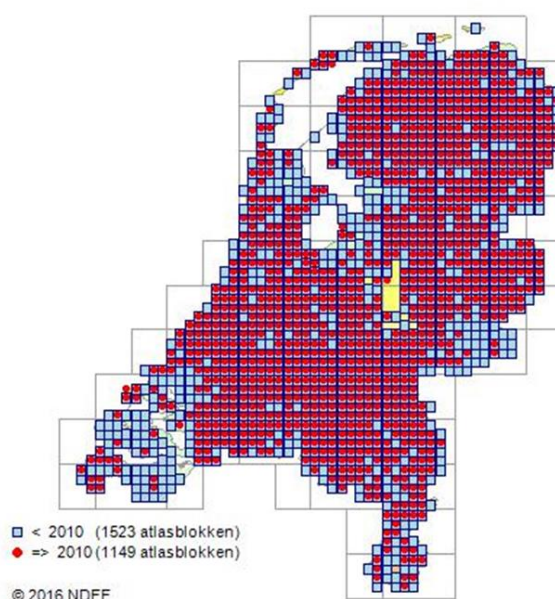
Een zeer algemeen fors gras dat aan de waterkant en in moerassen en natte oevers te vinden is is Liesgras, *Glyceria maxima* (Hartm.) Holmb., uit de Grassenfamilie.

Dit forse gras wordt tot zo'n 2 m hoog en valt op door de geelgroene kleur van bladeren en stengels. De bladeren zijn meer dan één cm breed en kunnen heel lang zijn. De top van het blad heeft de vorm van een kap, zoals je dat ook bij Beemdgras ziet en in het midden langs de middennerf lopen twee stroken, een zogenaamde skispoor. De bladscheden zijn in de benedenhelft rolrond, maar naar boven toe wat meer plat en dan gekield. Je kunt die kiel dan goed voelen als je er langs wrijft. Op de overgang van bladschede naar bladschijf staat een breed tongetje dat in het midden een spitse punt heeft. Het lijkt daardoor op een accolade. Het is tot een halve cm groot. Een heel opvallend kenmerk van Liesgras is de structuur van gemetselde bakstenen op de bladschedes.

Ook de bloeiwijze kleurt goudgeel met wat paars erin. De aartjes zijn vijf tot zevenbloemig en staan op dunne steeltjes in de wijde en grote pluim. De aartjes zijn 5-12 mm lang. Het onderste kroonkafje (ook wel lemma genaamd) heeft een stompe punt en 7 nerven is in zo'n 3 mm groot. Het is afgerond en niet gekield. In de bloeiwijze vind je geen haren.

Ondergronds heeft Liesgras grote wortelstokken. Ze zijn dik en hol en kunnen meters lang worden. Het gras vormt dan ook meestal grote vegetaties in rand van zoet water en in oevervegetaties en moerassen. Via de centrale holte en holtes in de rand van de wortelstok wordt lucht getransporteerd, waardoor de ondergrondse delen die in een zuurstofloos (we noemen dat anaeroob) milieu staan, van zuurstof worden voorzien. Die zuurstof is nodig om de activiteit van opname van voedingsstoffen op gang te kunnen houden.

Liesgras duidt op voedselrijk water. Als dit het stadium van vervuild bereikt, zie je in de zonering van grassen langs zo'n open water Liesgras dichter bij het water staan dan Rietgras.



Liesgras heeft een areaal dat de gematigde en koude streken omvat van het hele noordelijk halfmond. In Nederland en België vind je de plant overal langs de waterkant van zoet water. Het is dan ook niet vreemd dat de soort ontbreekt op de Veluwe, maar ook in Zuid-Limburg is Liesgras een zeldzaamheid. In veel plantengemeenschappen die aan water gerelateerd zijn is Liesgras aanwezig, soms zelfs erg dominant.

Liesgras. Bron:

<http://www.verspreidingsatlas.nl/%5C0585#>



Glyceria maxima (Hartm.) Holmb.,
Liesgras
Bron: Willem Braam - Locatie:
Assen, Drenthe – Habitus.

<http://www.verspreidingsatlas.nl/foto/25870>



Glyceria maxima (Hartm.) Holmb., Liesgras. Adrie van
Heerden - Locatie: (onbekend).

<http://www.verspreidingsatlas.nl/foto/13175>

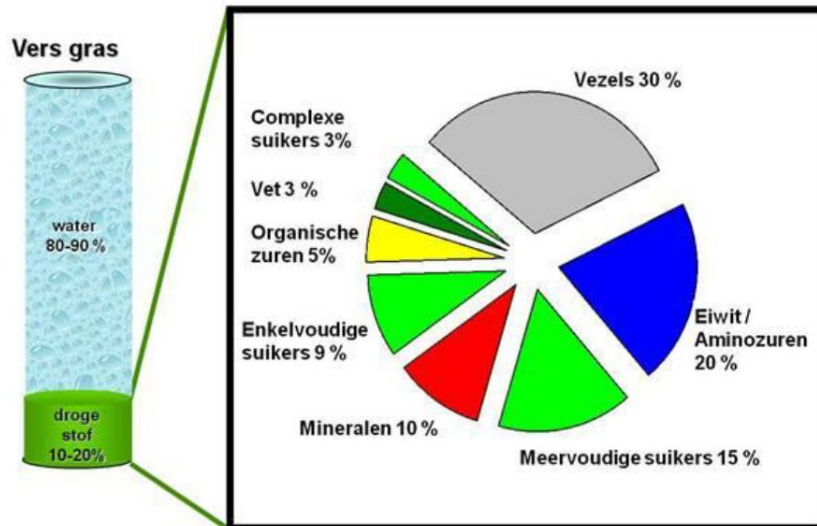
11.2 Samenstelling

Vers gras bestaat voor het merendeel uit water (80 -90%), de overige 10 -20% is droge stof. Indien gras geconserveerd wordt via inkuilen stijgt het droge stofpercentage tot 40-50%.

De droge stof in gras bevat ongeveer:

- 30% vezels
- 20% eiwitten
- 15% meervoudige suikers
- 9% enkelvoudige suikers
- 3% complexe suikers

- 10% mineralen
- 5% organische zuren (citroenzuur)
- 3% vetten



Bron: GREEN PAPER AND CARDBOARD .ANALYSE ALTERNATIEVE PLANTAARDIGE VEZELS VOOR PAPIER EN KARTON. Annemarie van Leeuwen, Michiel Klaassen. In opdracht voor KCPK. Dronen, december 2013

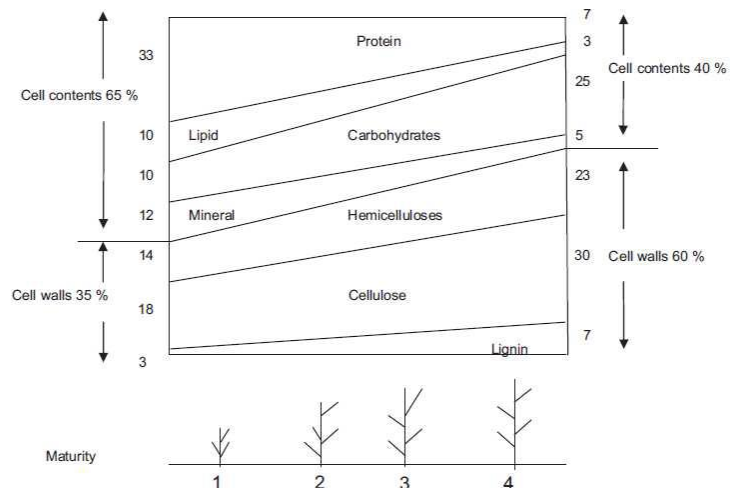


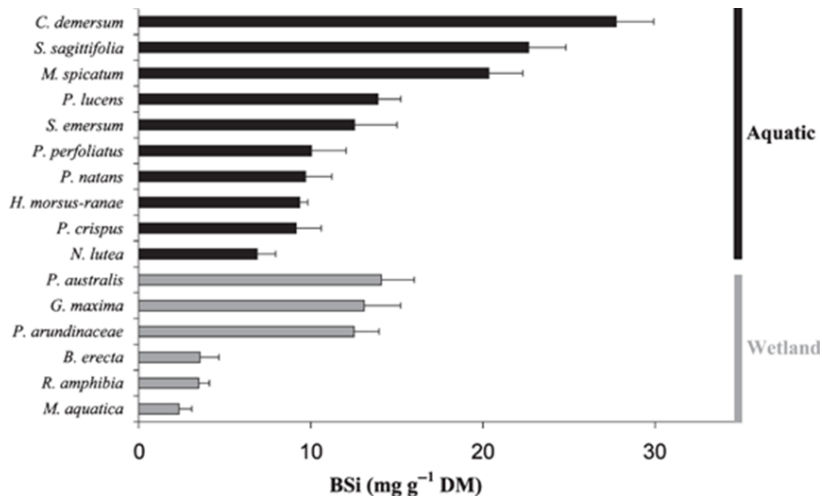
Fig. 1 - Schematic representation of the changes in the chemical composition of grasses during four stages of growth (Osborn, 1980; reproduced with the permission of Wiley-Blackwell).

Table 4
Data set (A1): chemical and physical properties of selected lignocellulose raw materials.

Raw material	Chemical composition				Fibre dimensions		Cellulose properties	Cellulose quality	
	Cellulose	Hemicell	Lignin	Extr	Ash	L (mm)		D (µm)	DP
Primary Cellulose sources*									
Softwood	43-45	20-30	25-30	2-9	0.4	2.7-4.5	20-45	10.000	50-55%
Hardwood	40-55	25-30	16-24	2-5	0.2	0.7-2.5	20-30	10.000	40-60%
Cotton	85-90	0.1-3	0.4	2.8	1.6	18-25	20	3000-15.000	60-80%
Bast and leaf fibres (jute, ramie, flax, hemp, sisal)	55-75	7-15	3-15	8-10	1-4	2.5-6.0 (>30)	20-50	6500-8000 (>15.000)	55-90%
Grasses and reeds	40-45	20-30	20-30	2-5	5-12	1.0-2.7	10-20	1500-8000	40-50%

Bron: *The cellulose resource matrix*. Edwin R.P. Keijsers, Gülden Yılmaz, Jan E.G. van Dam. Food and Biobased Research, Wageningen UR, POB 17, 6700 AA Wageningen, The Netherlands. 29 August 2012

Bron: Jonas Schoelynck et al. Silica uptake in aquatic and wetland macrophytes: a strategic choice between silica, lignin and cellulose? View issue TOC, Volume 186, Issue 2, April 2010 , Pages 385–391. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-8137.2009.03176.x/full>



Mean biogenic silica (BSi) concentrations (mean ± SE) of 16 macrophyte species from a 2-yr sampling period (2006–07). Aquatic species: *Ceratophyllum demersum* (n = 5), *Hydrocharis morsus-ranae* (n = 3), *Miriophyllum spicatum* (n = 8), *Nuphar lutea* (n = 20), *Potamogeton crispus* (n = 3), *Potamogeton lucens* (n = 14), *Potamogeton natans* (n = 12), *Potamogeton perfoliatus* (n = 7), *Sagittaria sagittifolia* (n = 17), *Sparganium emersum* (n = 15). Wetland species: *Berula erecta* (n = 7), *Glyceria maxima* (n = 9), *Mentha aquatica* (n = 7), *Phalaris arundinacea* (n = 6), *Phragmites australis* (n = 6), *Rorippa amphibia* (n = 15). n = number of samples within a 2-yr period; every sample contains five replicate individuals.

Bron: Maurizio Borin, Giulia Florio, Antonio Barbera, Giuseppe Luigi Cirelli, Roberto Albergo, Salvatore Palazzo. PRELIMINARY EVALUATION OF MACROPHYTE WETLAND BIOMASSES TO OBTAIN SECOND GENERATION ETHANOL. 19th European Biomass Conference and Exhibition, 6-10 June 2011, Berlin, Germany

Table I: Fiber analyses of the 19 preliminary species.

Species	Humidity (%)	Extract (%)	Hemicellulose (%)	Cellulose (%)	Lignin (%)	Ashes (%)
<i>A. calamus</i>	11.21±1.08	42.33±0.74	26.78±0.69	23.98±0.52	6.77±0.50	0.13±0.07
<i>A. donax</i>	6.29±0.12	14.13±0.13	33.57±0.57	43.69±0.30	8.68±0.25	0.56±0.04
<i>C. indica</i>	9.24±0.43	31.75±0.39	31.05±0.93	31.30±0.27	5.36±0.30	0.62±0.26
<i>C. elata</i>	9.61±0.38	19.32±0.01	34.60±0.38	33.30±0.59	11.09±0.70	0.14±0.04
<i>C. longus</i>	9.30±0.08	25.91±0.35	32.34±0.32	35.53±0.54	6.09±0.59	0.06±0.02
<i>C. papyrus</i>	7.39±0.02	32.38±0.08	27.76±0.73	33.72±1.20	5.83±0.31	1.10±0.14
<i>G. maxima</i>	8.79±0.06	27.98±0.42	37.01±0.36	31.32±0.22	2.49±0.14	0.56±0.08
<i>I. pseudacorus</i>	8.16±0.06	55.18±0.98	9.52±0.36	28.26±0.98	6.98±0.45	0.06±0.01
<i>J. effusus</i>	9.71±0.78	25.31±0.31	38.63±0.44	29.88±0.35	6.17±0.34	0.01±0.01
<i>L. salicaria</i>	8.57±0.56	19.65±0.15	18.49±0.11	45.65±0.31	14.36±0.21	0.01±0.01
<i>M. x Giganteus</i>	7.38±0.26	12.35±0.38	34.21±1.24	46.14±0.58	6.14±0.62	1.15±0.02
<i>Ph. arundinacea</i>	8.56±1.93	31.59±0.82	33.80±0.21	28.73±0.68	5.73±0.54	1.78±0.09
<i>Ph. australis</i>	8.02±1.10	31.40±1.72	33.33±0.03	26.22±0.31	7.30±1.03	1.18±0.16
<i>S. sylvaticus</i>	9.48±0.37	18.70±0.66	32.00±0.35	36.33±0.22	13.33±0.04	0.18±0.03
<i>S. bicolor</i>	8.43±0.34	25.03±0.57	34.14±0.27	35.52±0.23	4.69±0.51	0.69±0.09
<i>S. officinale asperrimum</i>	11.20±0.48	50.47±1.40	17.62±0.27	23.28±1.67	7.82±0.21	0.97±0.03
<i>T. dealbata</i>	9.49±0.51	29.98±1.37	29.82±0.34	35.19±0.69	4.37±0.16	1.15±0.15
<i>T. latifolia</i>	8.14±0.07	31.47±0.49	30.74±0.28	32.34±0.22	5.44±0.01	0.01±0.01
<i>V. zizanioides</i>	7.19±0.31	18.98±0.33	39.77±0.45	34.88±0.46	5.39±0.04	0.80±0.11

Table II: Elemental analyses of the 19 preliminary species.

Species	C (%)	N (%)	H (%)	O (%)
<i>A. calamus</i>	42.75±0.32	2.02±0.07	4.87±0.15	50.52±0.18
<i>A. donax</i>	45.32±0.90	0.26±0.02	5.25±0.36	48.06±1.01
<i>C. indica</i>	40.58±0.27	1.32±0.09	5.01±0.19	52.49±0.48
<i>C. elata</i>	44.46±0.43	1.04±0.01	4.43±0.17	49.20±0.99
<i>C. longus</i>	43.96±0.03	0.34±0.04	4.41±0.38	51.25±0.50
<i>C. papyrus</i>	40.86±0.23	0.43±0.01	5.25±0.05	52.35±0.16
<i>G. maxima</i>	45.74±0.15	0.93±0.03	4.66±0.06	49.52±0.30
<i>I. pseudacorus</i>	43.38±0.16	1.28±0.10	5.17±0.27	50.11±0.21
<i>J. effusus</i>	43.24±0.10	1.36±0.01	5.00±0.02	50.39±0.07
<i>L. salicaria</i>	46.20±0.08	0.35±0.01	4.86±0.24	48.85±0.40
<i>M. x Giganteus</i>	44.36±0.40	0.15±0.01	5.09±0.32	49.24±0.56
<i>Ph. arundinacea</i>	42.16±0.32	1.52±0.01	5.13±0.44	47.20±0.77
<i>Ph. australis</i>	44.34±0.27	1.34±0.02	4.45±0.11	48.89±0.26
<i>S. sylvaticus</i>	43.83±0.46	0.31±0.01	4.47±0.02	49.41±0.08
<i>S. bicolor</i>	42.38±0.84	0.70±0.01	5.24±0.36	49.54±0.90
<i>S. officinale asperrimum</i>	44.14±0.29	1.34±0.02	4.87±0.34	50.63±0.10
<i>T. dealbata</i>	41.12±0.29	0.72±0.02	4.80±0.07	52.19±0.47
<i>T. latifolia</i>	45.60±1.42	1.45±0.04	5.75±0.22	47.20±1.96
<i>V. zizanooides</i>	43.83±0.46	0.43±0.01	5.05±0.36	49.93±0.07

12 URTICA DIOICA, GROTE/GEWONE BRANDNETEL

12.1 Voorkomen

De plant heeft uitsluitend stamper- of meeldraadbloemen (dioica = tweehuizig). De bloeit van juni tot oktober met in trossen hangende bloemen. De grote brandnetel heeft een vierkante, borstelige stengel, die 2 meter hoog kan worden. De plant is algemeen voorkomend en is te vinden naast wegen, bosranden en verwaarloosde tuinen. De plant gedijt vrijwel overal maar heeft een voorkeur voor een goed bemeste bodem zoals bij composthopen of aan de rand van een akker.

Brandnetel heeft groene, sterk zaagvormig bladeren met een donzige onderkant.

Het belangrijkste kenmerk van de brandnetel is dat hij bedekt is met brandharen. Dit zijn fijne holle haartjes, die een brandend gevoel geven wanneer de breekbare punt afbreekt. De haren bevatten mierenzuur en andere stoffen die blaren, branderige plekken en jeuk op de huid veroorzaken. (Bron: <http://www.natuurlijkerwijs.com/brandnetel.htm#top>)



Bron: Wikipedia

Een door zijn brandharen gemakkelijk te herkennen netelsoort is de Grote brandnetel, *Urtica dioica*. De planten kunnen groot worden en hele oppervlakken overwoekeren, vooral als er veel stikstof in de bodem aanwezig is. Het is een echte stikstof-indicator. De bloeiwijzen van de Grote brandnetel zijn tamelijk onopvallend en daardoor vaak niet bekend. Het is een windbestuiver. Dat soort planten hoeven voor hun

voortplanting geen aantrekking uit te oefenen op insecten. (Bron: http://www.floravannederland.nl/planten/grote_brandnetel/)

Afmeting: 30-130 cm.

Levensduur: Overblijvend. Geofyt (winterknoppen onder de grond) of Hemikryptofyt (winterknoppen op of iets onder de grond).

Bloeimaanden: Juni - oktober.

Wortels: Een horizontale wortelstok met taaie gele wortels, die zich sterk vertakken. Worteldiepte 10-100 cm.

Stengels: De bloeiende stengels staan rechtop, met korte zijtakjes in de bladoksels. Op stengels groeien brandharen en gewone kortere haren. De plant groeit in grote groepen.

Bladeren: De tegenoverstaande bladeren zijn donkergroen, langwerpig tot eirond, grof ondiep gezaagd en met een hartvormige voet. Ze worden 5-10 cm lang. De tand aan de bladtop is groter dan de andere bladtanden. De bladschijf is langer dan de steel. Op de bladonderkant groeien brandharen en gewone kortere haren.

Bloemen: Eenslachtig (een bloem met alleen mannelijke of alleen vrouwelijke geslachtsorganen).

Tweehuizig (mannelijke en vrouwelijke bloemen op verschillende planten). De bloemen zijn groenachtig.

De mannelijke bloemen vormen lange overhangende katjesachtige bloeiwijzen, die langer dan de bladsteel zijn. De vrouwelijke bloemen vormen kleine kluwens, die later gaan hangen.

Vruchten: Een eenzadige dopvrucht of nootje. De zaden zijn langlevend (langer dan vijf jaar). Tweezaadlobbig (kiemend met twee kiemblaadjes).

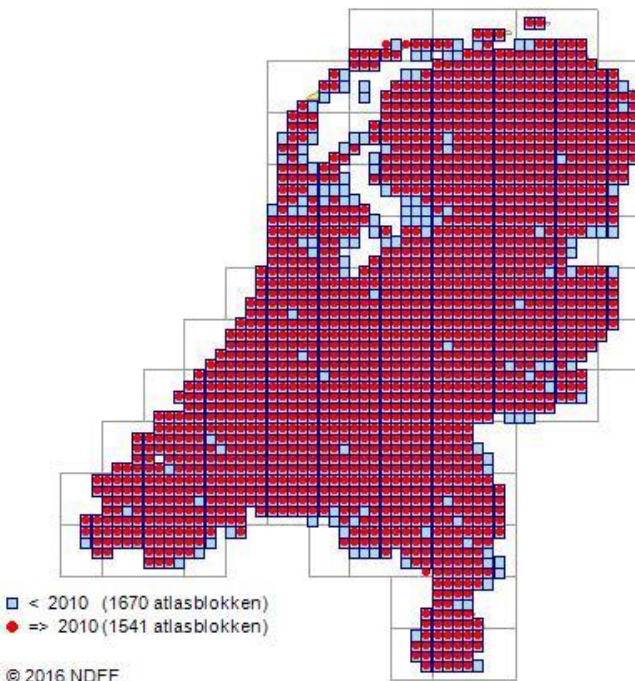
Biotoop

Bodem: Zonnige tot licht beschaduwde plaatsen op matig droge tot natte, voedselrijke tot zeer voedselrijke, met name stikstofrijke, humeuze grond.

Groeiplaatsen: Puin, ruigten, bossen (loofbossen, ooijbossen, bronbossen, populieren- en wilgenbossen), bosranden, struwelen (voedselrijke zomen), ruderaal plaatsen, waterkanten (langs vervuild water) en bemeste berm. (Bron: <http://wildeplanten.nl/grote%20brandnetel.htm>)

Verspreiding. Bron:

<http://www.verspreidingsatlas.nl/%5C1321>



Brandnetel als eiwitgewas en zeker ook de winning van hoogwaardig voedingseiwit daaruit, is totaal nieuw en wordt nergens ter wereld gedaan. Hierdoor ontstaat een nieuwe waardeketen die in een op landbouw en veeveelt georiënteerde provincie als Fryslân bij uitstek geïmplementeerd kan worden: het gewas kan in Fryslân verbouwd worden en het eiwit kan hier als veevoer in de Dairy sector ingezet worden. Daarnaast kan ook de vezel in de Friese papierindustrie ingezet worden, zoals bij de consortiumpartner Huhtamaki. (Bron: *Regionaal Innovatie Programma Fryslân 2014-2017*. www.fryslan.frl/fryslanfernijt www.lstleewarden.nl)

12.2 Samenstelling

Het kan niet genoeg gezegd worden: we boffen in Nederland maar met al die brandnetels! Ik weet het: ze prikken en zijn (vooral als ze in bloei schieten) niet echt mooi te noemen. Hoewel, ooit wel eens op een stille zomerdag gezien hoe een wolk stuifmeel in slow motion door de lucht beweegt? Een schitterend gezicht! Maar boven alles zijn brandnetels enorm voedzaam en gezond.

Wat veel mensen niet weten, is dat groene bladgroenten heel eiwitrijk zijn.

Het eiwitgehalte in drooggewicht is vaak 25 procent. Brandnetel spant de kroon: het drooggewicht aan eiwit kan oplopen tot 40 procent. In verse vorm bedraagt het eiwitgehalte 8 procent. Daarmee bevat deze wilde plant meer eiwit dan soja. Bovendien is ze evenwichtig samengesteld uit alle essentiële aminozuren. Dat maakt brandnetel tot een hoogwaardige eiwitbron.

Maar de lijst is nog lang niet compleet: in brandnetels zitten allerlei geneeskrachtige secundaire plantenstoffen en ze zijn rijk aan vitaminen en mineralen. 100 gram vers brandnetelblad bevat vier keer de dagelijks aanbevolen hoeveelheid vitamine C, meer dan zes keer die van pro-vitamine A, bijna anderhalf keer die van vitamine E en voorziet je ook van de dagelijkse dosis calcium en ijzer.

Daarnaast is brandnetel rijk aan koper, zwavel, zink, mangaan, nikkel, selenium, borium, silicium en aan vitamine B1, B2, B3, B5, B6, B9 en K.

Genoeg reden dus om brandnetels aan je menu toe te voegen. Gelukkig zijn ze nog heel lekker ook en kun je ze op allerlei manieren gebruiken. Bijvoorbeeld in thee, soep, stampot, quiche of pesto. Gedroogd en vooral ook rauw, zoals de recepten bij dit artikel laten zien. Een prima manier om de gezondheid van brandnetels optimaal en verrassend lekker tot je te nemen! Bron: *Leven, eten uit de natuur. De genereuze gezondheid van brandnetels. L. van Slobbe, 2012*

In de keuken

Jonge brandnetelstengels van de grote brandnetel kunnen als een groente, wat bereidingswijze en smaak betreft, vergelijkbaar met spinazie, worden gegeten. In het voorjaar smaken de ongeveer 20 cm lange stengeltoppen het beste. Zeer jonge stengels kunnen als sla gegeten worden. Van brandnetels kan soep worden gemaakt. Ook de bladeren van de brandnetel kunnen voor consumptie worden gebruikt.

In de geneeskunde

De bovenste bloeiende stengel met bladeren met niet meer dan 10% stengelaandeel van twee niet in Nederland voorkomende soorten, is gedroogd te gebruiken als geneeskrachtig kruid en heeft een iets bittere smaak. Voor dit doel wordt hoofdzakelijk in het wild verzameld in Bulgarije, Hongarije, Rusland, voormalig Joegoslavië en Albanië. De planten bevatten ca. 1-2% flavonoïden, speciaal glycoside en rutinoside van quercetine, isorhamnetine en kamferolie, maar ook isorhamnetine-3-O-neohesperidoside. In kleinere concentraties verschillende alifatische organische zuren, maar ook hydroxycumarine scopoletine. Alleen in de grote brandnetel komt 0,03-1,6 % koffie-oylappelzuur voor.

In de lichaamsverzorging

Bladeren en stengels geweekt in water geven een geur die uitstekend geschikt is voor de bestrijding van luizen. Brandnetels worden ook in haarwater gebruikt. Brandnetelspiritus wordt gebruikt voor behandeling van de hoofdhuid en haren tegen roos en vet haar.

In de tuin

Brandnetelgieter is een middel dat gebruikt kan worden ter bestrijding van allerlei soorten luis en rupsen. Hiervoor moeten forse brandnetels 24 uur in een emmer met schoon water op een koele plaats worden gezet. Het water door een doek zeven om zaad te verwijderen. Het water voelt nu prikkelig aan en kan gebruikt worden in een verstuiver of gieter.[]

In de kledingindustrie

Lange tijd werd de grote brandnetel voor het verven van wol gebruikt. Na voorbehandeling met aluin kon wol wasgeel worden geleverd. Na voorbehandeling met zink en nabehandeling met koper en in een ammoniakbad kreeg wol een intense grauwoene kleur. Voor het verven is ongeveer 600 g brandnetel per 100 g wol nodig, de verftoon wordt beïnvloed door het pluktijdstip en het verven. Uit de stengel van de grote brandnetel worden vezels gewonnen en verwerkt tot neteldoek. Ook wordt er tegenwoordig op kleine schaal voor in de mode van brandnetels stof geproduceerd.

Modelabel Brennells had in provincie Flevoland eigen brandnetelplantages en ontwikkelde daar een innovatief productieproces voor het losweken van de zuivere vezels. Het netelgaren wordt gemengd met katoen. De brandnetelvezel is van nature een holle vezel die een isolerende werking geeft tijdens het

dragen. Uit de praktijk blijkt dat brandnetelstof door die holle vezels makkelijker aanverft. De kleuren worden daardoor mooi en diep. Wanneer de brandnetelvezel wordt gemengd met andere vezelsoorten, neemt het die eigenschappen over. Door brandnetelvezel te mengen met bijvoorbeeld wol, worden de eigenschappen en de uitstraling van de wol in de stof versterkt. Brandnetelvezel is 30 tot 50% lichter dan katoenvezel. Daarnaast is de vezel ook sterker dan die van katoen.

De naam van het bedrijf veranderde in Netl. In 2013 is Netl gestopt met het ontwikkelen van textiel van brandnetel

Papier

De plant werd ook gebruikt voor de productie van papier. (Bron: *Wikipedia*)

Bron:

Bull Environ Contam Toxicol (2012) 88:666–671
 DOI 10.1007/s00128-012-0535-9

Chemical Composition and In Vitro Cytotoxic, Genotoxic Effects of Essential Oil from *Urtica dioica* L.

Süleyman Gül · Betül Demirci ·
 Kemal Hüsnü Can Başer ·
 H. Aşkın Akpulat · Pınar Aksu

Table 1 The volatile composition of *Urtica dioica*

RRI	Compound	%
1,093	Hexanal	0.3
1,192	2-Heptanone	0.2
1,194	Heptanal	0.2
1,244	2-Pentyl furan	0.4
1,280	<i>p</i> -Cymene	0.1
1,400	Nonanal	0.8
1,497	α -Copaene	0.5
1,535	β -Bourbonene	0.4
1,553	Linalool	1.9
1,562	Octanol	0.1
1,565	Linalyl acetate	0.5
1,612	β -Caryophyllene	2.2
1,638	β -Cyclocitral	0.4
1,687	Methyl chavicol	1.3
1,706	α -Terpineol	0.3
1,709	α -Terpinyl acetate	0.6
1,719	Borneol	0.4
1,741	β -Bisabolene	1.7
1,751	Carvone	9.0
1,763	Naphthalene	8.9
1,773	δ -Cadinene	0.4
1,776	γ -Cadinene	0.3
1,783	β -Sesquiphellandrene	0.3
1,786	<i>ar</i> -Curcumene	0.2
1,802	Cumin aldehyde	0.9
1,845	(<i>E</i>)-Anethol	4.7
1,849	Calamenene	0.5
1,868	(<i>E</i>)-Geranyl acetone	2.9
1,884	1-Methyl naphthalene	0.3
1,958	(<i>E</i>)- β -Ionone	2.8
2,008	Caryophyllene oxide	1.5
2,030	Methyl eugenol	0.2
2,131	Hexahydrofarnesyl acetone	3.0
2,179	3,4-Dimethyl-5-pentylidene-2(5H)-furanone	1.4
2,186	Eugenol	1.0
2,198	Thymol	1.2
2,200	3,4-dimetil-5-pentyl-5H-furan-2-one	1.4
2,218	4-Vinyl guaiaicol	0.4
2,239	Carvacrol	38.2
2,384	Farnesyl acetone	0.9
2,500	Pentacosane	0.1
2,622	Phytol	2.7
2,900	Nonacosane	0.3
	Total	95.8

RRI Relative retention indices calculated against n-alkanes

% calculated from FID data

Natural fibres can be divided into three groups, i.e. lignocellulosic fibres (e.g. flax, hemp, sisal), protein fibres (e.g. wool, silk, chitin) and, mineral fibres (e.g. asbestos). Lignocellulosic fibres are renewable and have good mechanical properties hence justifying their use as reinforcement in polymers.

Nettle is a common herbaceous plant which regroups 30 to 45 species. It is part of the Urticaceae family such as ramie (Asian nettle, *Boehmeria nivea*) and belongs to the genus *Urtica*. The stinging nettle (*Urtica dioica*) is the most prominent species in Europe. It grows in rich soils and up to 1.20 m high.

One of the main interests of nettle is that the entire plant can be used for various purposes such as food, fodder, medicine, cosmetic, biodynamic agriculture, and textile production. Table 1 shows some of these applications and their benefits.

Nettle and hemp were used since the prehistoric times as alternatives to flax. Hemp was used for its long and strong fibres whereas nettle produced a “finer and silkier” fabric than flax. However, during the 20th century the textile industry abandoned the use of nettle fibres for technical and cost-effectiveness reasons: fibre extraction could not entirely be mechanized and as soon as the cost of labour increased, farming nettles was not profitable, and the cultivation ceased. This was emphasized by the powerful cotton industry which took over the smaller textile industries such as flax, hemp, and nettle.

What?	Applications	Comments/benefits	References
Textile	Rope & string	During World War 1, 85% of the German's clothes were made out of nettle fibres. The green colour of unbleached nettle fibres was used for camouflage.	[3]
	Cloth	Nettle thread was used in Poland in between 12th & 17th century until it was replaced by silk. In the 1940's, 500ha of nettles were grown in Germany/Austria and 70ha in Great Britain for textile applications.	[1,2,4]
Food/drinks	Soup/stew	It is firstly boiled to remove the sting and then used in soup or stew like spinach. It is an excellent source of vitamin C, Mg, Fe, Ca and numerous trace elements.	[5]
	Tea	Stimulates proliferation of lymphocytes, provides arthritis relief, stimulates hair growth, reduces hair loss, diuretic etc.	[5]
Agriculture	Fodder	Feeding cows with dried nettles (to remove the sting) increases their milk production. Horse breeders added seeds to fodder to give the animal a sleek coat.	[5]
	Fertilizer	Nettle compost or nettle manure (achieved by soaking nettles in water for a few weeks) are excellent fertilizer.	[6]
Cosmetic	Hair	In tea, nettle seeds stimulate hair growth and reduce hair loss. It is used in commercial shampoo and has the same effects.	[5]
	Skin	Cleaning and cleansing ability.	[5]
Medicine	Vasoconstrictor	In tea, helps contracting blood vessels hence increasing blood pressure.	[3]
	Arthritis	Urtication with freshly cut nettles was used to smooth arthritis.	[5]
	Diuretic	Fresh nettle tea has been used to treat prostate conditions.	[5]
	Healing	Fresh leaf juice applied to cuts aids blood coagulation and formation of haemoglobin	[5]
	Digestion	Stimulates gastric and intestinal flow, pancreatic and biliary secretions	[5]

Table 1: Stinging nettle applications

	Young's modulus (GPa)	Ultimate stress (MPa)	Strain to failure (%)	Density (g/cm ³)	Average diameter (µm)	References
Stinging nettle	87 (± 28)	1594 (± 640)	2.1 (± 0.8)		19.9 (± 4.4)	[11]
Flax ariane	58 (± 15)	1339 (± 486)	3.27 (± 0.4)	1.53	17.8 (± 5.8)	[9]
Flax agatha	71 (± 25)	1381 (± 419)	2.1 (± 0.8)	1.53	15 (± 0.6)	[12]
Hemp	19.1 (± 4.3)	270 (± 40)	0.8 (± 0.1)	1.48	31.2(± 4.9)	[13]
Ramie	65 (± 18)	900		1.51		[14]
Ramie	24.5	560	2.5	1.51	34	[15]
Glass	72	2200	3.0	2.54		[16]

Table 2: Tensile properties of single fibres

The comparison shows the stiffness of stinging nettle fibres is greater than that of glass fibre. The density of stinging nettles is more likely to be close to 1.5g/cm³.

Lignocellulosic fibres are lighter than glass and consequently, the property over density ratio is a lot more interesting for stinging nettle fibres than it is for glass. For this reason, stinging nettle and flax fibres for instance, can be considered as high performance reinforcements.

According to literature, hemp, ramie and, sisal have inferior tensile properties to stinging nettle and flax. Yet, no conclusion can be made on the properties of the first 3 fibres mentioned. Indeed, the species of the plants are not mentioned, nor the growing conditions, the way the fibres are extracted and, how the measurements are carried out.

Finally, for a given plant there are many varieties.

(Bron: *Investigation of the use of stinging nettle fibres (Urtica Dioica) for polymer reinforcement: Study of single fibre tensile properties.* Edwin Bodros and Christophe Baley. Vestas Technology R&D, Monks Brook, St Cross Business Park, Newport PO30 5WZ, Isle of Wight UK)

TABLE 3.1
List of Important Plant Fibers

Fiber Source	Species	Origin
Abaca	<i>Musa textilis</i>	Leaf
Bagasse	—	Grass
Bamboo	(>1250 species)	Grass
Banana	<i>Musa indica</i>	Leaf
Broom root	<i>Muhlenbergia macroura</i>	Root
Cantala	<i>Agave cantala</i>	Leaf
Caroa	<i>Neoglaziovia variegata</i>	Leaf
China jute	<i>Abutilon theophrasti</i>	Stem
Coir	<i>Cocos nucifera</i>	Fruit
Cotton	<i>Gossypium sp.</i>	Seed
Curaua	<i>Ananas erectifolius</i>	Leaf
Date palm	<i>Phoenix dactyifera</i>	Leaf
Flax	<i>Linum usitatissimum</i>	Leaf
Hemp	<i>Cannabis sativa</i>	Stem
Henequen	<i>Agave foourcrocyles</i>	Leaf
Isora	<i>Helicteres isora</i>	Stem
Istle	<i>Samuela carnerosana</i>	Leaf
Jute	<i>Corchorus capsularis</i>	Stem
Kapok	<i>Ceiba pentrandia</i>	Fruit
Kenaf	<i>Hibiscus cannabinus</i>	Stem
Kudzu	<i>Pueraria thunbergiana</i>	Stem
Mauritius hemp	<i>Furcraea gigantea</i>	Leaf
Nettle	<i>Urtica dioica</i>	Stem
Oil palm	<i>Elaeis guineensis</i>	Fruit
Piassava	<i>Attalea funifera</i>	Leaf
Pineapple	<i>Ananas comosus</i>	Leaf
Phormium	<i>Phormium tenax</i>	Leaf
Roselle	<i>Hibiscus sabdariffa</i>	Stem
Ramie	<i>Boehmeria nivea</i>	Stem
Sansevieria	<i>Sansevieria</i>	Leaf
Sisal	<i>Agave sisilana</i>	Leaf
Sponge gourd	<i>Luffa cylindrica</i>	Fruit
Straw (cereal)	—	Stalk
Sunn hemp	<i>Crotolaria juncea</i>	Stem
Cadillo/urena	<i>Urena lobata</i>	Stem
Wood	(>10,000 species)	Stem

Source: John, M.J. and Thomas, S. 2008. Biofibers and biocomposites. *Carbohydrate Polymers* 71:343–64. With permission [4].

TABLE 3.2
Chemical Composition of Common Lignocellulosic Fibers

Fiber	Cellulose (%)	Hemicellulose (%)	Lignin (%)	Extractives (%)	Ash Content (%)	Water Soluble (%)
Cotton	82.7	5.7	—	6.3	—	1.0
Jute	64.4	12	11.8	0.7	—	1.1
Flax	64.1	16.7	2.0	1.5–3.3	—	3.9
Ramie	68.6	13.1	0.6	1.9–2.2	—	5.5
Sisal	65.8	12.0	9.9	0.8–0.11	—	1.2
Oil palm EFB	65	—	19.0	—	2.0	—
Oil palm frond	56.0	27.5	20.5	4.4	2.4	—
Abaca	56–63	20–25	7–9	3	—	1.4
Hemp	74.4	17.9	3.7	0.9–1.7	—	—
Kenaf	53.4	33.9	21.2	—	4.0	—
Coir	32–43	0.15–0.25	40–45	—	—	—
Banana	60–65	19	5–10	4.6	—	—
PALF	81.5	—	12.7	—	—	—
Sun hemp	41–48	8.3–13.0	22.7	—	—	—
Bamboo	73.9	12.5	10.2	3.2	—	—
Hardwood	31–64	25–40	14–34	0.1–7.7	<1	—
Softwood	30–60	20–30	21–37	0.2–8.5	<1	—

Source: Jawaid, M. and Abdul Khalil, H.P.S. 2011. Cellulosic/synthetic fiber reinforced polymer hybrid composites: A review. *Carbohydrate Polymers* 86:1–18. With permission [8].

layers (Figure 3.1 [10]): the middle lamella (ML), the primary layer (P), and the secondary layer (S1, S2, and S3) [9]. In living, undamaged plant tissue, the walls taper at the ends of the fiber to form a sealed envelope around the central cavity, or lumen. Each layer of the fiber cell wall is made up of millions of microfibrils that are wound in a semi-structured helical fashion around the main fiber axis with varying quantities of lignin and amorphous hemicellulose binding the microfibrils into bundles, called “fibrils” [10].

Cellulose, the most abundant biopolymer on Earth, is also the main constituent of wood. It is located predominantly in the secondary wall of the wood fiber [11].

Bron:

Natural Fiber Composites

edited by **R.D.S.G. Campilho**

CRC Press
 Taylor & Francis Group
 6000 Broken Sound Parkway NW, Suite 300
 Boca Raton, FL 33487-2742

© 2016 by Taylor & Francis Group, LLC
 CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, an Informa business

No claim to original U.S. Government works
 Version Date: 20150914

International Standard Book Number 12: 978-1-4939-2001-0 (eBook) / 978-

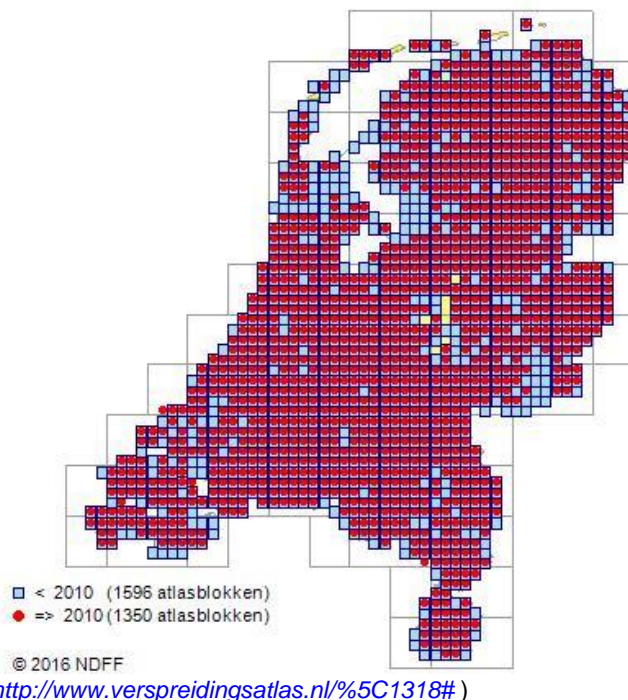
Wat veel mensen niet weten, is dat groene bladgroenten heel eiwitrijk zijn. Het eiwitgehalte in drooggewicht is vaak 25 procent. Brandnetel spant de kroon: het drooggewicht aan eiwit kan oplopen tot veertig procent. In verse vorm bedraagt het eiwitgehalte acht procent. Daarmee bevat deze wilde plant meer eiwit dan soja. Maar dit is nog niet alles: in brandnetels zitten verschillende geneeskrachtige secundaire plantenstoffen en ze zijn rijk aan vitaminen en mineralen. Zo bevat honderd gram vers brandnetelblad vier keer de dagelijkse

aanbevolen hoeveelheid vitamine C, meer dan zes keer die van pro-vitamine A, bijna anderhalf keer die van vitamine E en voorziet je ook van de dagelijkse dosis calcium en ijzer. Daarnaast is brandnetel rijk aan koper, zwavel, zink, mangaan, nikkel, selenium, borium, silicium en aan vitamine B1, B2, B3, B5, B6, B9 en K.
(Bron: <http://www.agwf.nl/home/brandnetel-vitaminenbom>)

13 TYPHA LATIFOLIA L., GROTE LISDODDE

13.1 Voorkomen

Grote lisdodde staat in of langs zonnig, zelden licht beschaduwde, voedselrijk, stilstaand of langzaam stromend, stikstofrijk, matig zuur tot kalkhoudend water boven een bodem die uit allerlei grondsoorten kan bestaan. De overblijvende plant groeit in en langs sloten, vaarten, rivieren en poelen, in zand-, klei- en leemgroeven, op opgespoten grond, in pas ingepolderde terreinen en natte ruigten. Verder in voedselrijk geworden heidevelden en hoogveenputten, in rietland en moerasbossen en in 's zomers droogvallende sloten. Het oorspronkelijke areaal van de soort omvat de gematigde streken van het Noordelijke-Halfrond en is elders ingevoerd. Nederland valt geheel binnen het verspreidingsgebied van het Europese deel van het areaal. Ze is algemeen in ons land. Het onderste deel van de stengel en de wortelstok zijn eetbaar en vroeger werd de plant voor talrijke zaken gebruikt, onder andere voor breekweverij, vlechtmateriaal, als vulling van kussens en matrassen, als lampenpit, brandstof en dakbedekking. Ook werd ze medisch aangewend tegen scheurbuik en voor bloedstelping en wondverzorging. (Bron:



Verder in voedselrijk geworden heidevelden en hoogveenputten, in rietland en moerasbossen en in 's zomers droogvallende sloten. Het oorspronkelijke areaal van de soort omvat de gematigde streken van het Noordelijke-Halfrond en is elders ingevoerd. Nederland valt geheel binnen het verspreidingsgebied van het Europese deel van het areaal. Ze is algemeen in ons land. Het onderste deel van de stengel en de wortelstok zijn eetbaar en vroeger werd de plant voor talrijke zaken gebruikt, onder andere voor breekweverij, vlechtmateriaal, als vulling van kussens en matrassen, als lampenpit, brandstof en dakbedekking. Ook werd ze medisch aangewend tegen scheurbuik en voor bloedstelping en wondverzorging. (Bron:

De Grote Lisdodde is een oeverplant, met een makkelijk herkenbaar uiterlijk: het heeft een verdikking aan het uiteinde van de stengel, welke vaak "sigaar" wordt genoemd. De lisdodde is vaak te zien bij vijvers. Er zijn twee varianten lisdodde, de grote en de kleine, welke sterk op elkaar lijken en niet veel in grootte verschillen.

Lisdodde is een grote waterzuiveraar: Niet zozeer omdat het zelf water zuivert, maar deze plant transporteert zuurstof naar de wortels. Daardoor ontstaat rond de wortels een gebied waarin zich bacteriën kunnen vestigen welke zuurstof nodig hebben (aerob). De aerobe bacteriën breken met name nitraten, nitrieten en fosfaten af. (Bron: <http://www.waterwereld.nu/lisdodde.php>)



Bron: <http://kenniswerkplaatsnoordoostfryslan.nl/projecten/act-opdracht-lisdodde>



Bron:

<http://www.permacultuurnederland.org/planten.php?zoek=&laag=&functieSER=YjowOw==&page=16&pid=318&sort=>

Lisdodde komt van nature voor op natte voedselrijke veenbodems. Veenweidebodems die omgevormd worden tot moeras zijn qua voedselrijkdom en waterstand een geschikt biotoop, omdat grote hoeveelheden voedingsstoffen (geaccumuleerde meststoffen) door vernatting beschikbaar komen voor plantengroei (Van de Riet et al., 2013). Biomassa van lisdodde kent veel verschillende hoogwaardige toepassingen: constructieplaat, lijm, voedingsgewas, vezels voor papier en textiel, isolatiemateriaal. Lisdoddes kunnen een hoge productie bereiken van 6.5 – 15 ton droge stof per hectare per jaar (Heinz, 2012; Wichtmann & Schäfer, 2007). In Duitsland en Oostenrijk zijn twee fabrieken die lisdoddemateriaal zouden willen afnemen als grondstof. Een ton droge biomassa levert op dit moment 100 - 200 euro op als ruwe stof; na bewerking (splitsen van vezels) ligt dat bedrag op 300 - 500 euro per ton droge stof (pers. meded. R. Schwemmer, Naporo Klima Dämmstoff GmbH). De opbrengst is afhankelijk van de kwaliteit van de vezels.

Levering van het halffabrikaat heeft als voordeel dat de transportkosten lager zijn doordat het volume afneemt. Met deze opbrengsten is per hectare gemiddeld een potentiële omzet te genereren van 2.000 euro en 4.800 euro per jaar, bij de levering van ruwe biomassa respectievelijk het halffabrikaat van gesplitste vezels (tab. 1).

(Bron: *Vernatting voor veenbehoud. Bas van de Riet, Roel van Gerwen, Hartger Griffioen, Niels Hogeweg. Landschap Noord-Holland, Rapportnummer 14015, 2014*)



Lisdodde toegepast als grondstof voor diverse constructiematerialen. (Bron: *Vernatting voor veenbehoud. Bas van de Riet, Roel van Gerwen, Hartger Griffioen, Niels Hogeweg. Landschap Noord-Holland, Rapportnummer 14015, 2014*)

Tabel 1. Kengetallen van lisdodde: biomassa-productie, opbrengst en potentiële jaaromzet per hectare. (Heinz, 2012; Wichtmann & Schaefer, 2007; R. Schwemmer, pers. meded.).

Lisdodde t.b.v. isolatie	
biomassa-productie	6.5-15 (-22) ton DS ha ⁻¹ jaar
opbrengst ruw (a/d poort)	100 – 200 (350) euro/ton DS
potentiele jaarlijkse omzet (ha ⁻¹)	2.000 euro gemiddeld
opbrengst halffabrikaat (a/d poort)	300 - 500 euro/ton DS
potentiele jaarlijkse omzet (ha ⁻¹)	4.800 euro gemiddeld

(Bron: *Vernatting voor veenbehoud. Bas van de Riet, Roel van Gerwen, Hartger Griffioen, Niels Hogeweg. Landschap Noord-Holland, Rapportnummer 14015, 2014*)

13.2 Samenstelling

Bron: FAO, HANDBOOK OF UTILIZATION OF AQUATIC PLANTS. FAO Fisheries Technical Paper No. 187. A Review of World Literature. E. C. S. Little, Kerikeri, Bay of Islands, New Zealand.
<http://www.fao.org/docrep/003/x6862e/X6862E00.htm#TOC>

Proximate Analyses of Aquatic Plants and Alfalfa Hay

Plant	Crude protein %	Ash %	Ether extract %	Crude fibre %	Nitrogen-free extract %
Alfalfa hay	16.91	8.84	2.10	31.60	40.55
Anacharis canadensis	14.70	4.49	1.07	11.39	68.35
Callapalustris	13.93	1.28	4.37	17.40	63.02
Carex lacustris	8.63	.96	2.96	27.41	60.04
Carex stricta	9.94	.90	.89	29.41	58.86
Ceratophyllum demersum	17.00	2.18	1.51	15.20	64.11
Chara vulgaris	7.92	5.62	.12	7.65	77.56
Eleocharis smallii	5.78	1.64	1.09	27.03	64.46
Lemna minor	17.86	1.61	2.19	11.82	66.52
Myriophyllum exalbescens	12.28	1.67	.21	13.49	72.35
Nuphar variegatum	15.70	.96	2.46	23.13	57.75
Nymphaeae tuberosa	19.88	.80	2.40	16.33	60.59
Potamogeton amplifolius	14.36	2.39	1.53	15.72	66.00
Potamogeton pectinatus	14.05	3.22	.09	15.64	67.00
Potamogeton richardsonii	11.20	2.62	1.13	19.11	65.94
Sagittaria cuneata	21.81	1.91	1.37	17.34	57.57
Sagittaria rigida	14.78	2.27	1.79	23.69	57.47
Sparganium eurycarpum	7.60	2.47	.71	20.57	68.65
Sparganium fluctuans	13.19	1.04	1.67	14.42	69.68
Typha angustifolia	6.92	.93	.98	27.49	63.68
Vallisneria americana	15.15	3.10	.97	27.32	53.46
Zizania aquatica	9.88	2.44	1.10	27.43	59.15

Plant	Ca	P	K	Na	Mg	Fe	Mn	Mo
	%			ppm				
Alfalfa hay	1.64	26	1.77	.16	.32	200	52	-
Anacharis canadensis	5.50	.02	1.09	.517	.560	10	128	9.4
Calla palustris	1.02	.60	3.19	.128	.298	1231	498	23.8
Carex lacustris	.32	.17	.72	.023	.138	522	203	10.1
Carex stricta	.28	.17	.52	.020	.140	861	185	15.2
Ceratophyllum demersum	2.46	.22	1.29	.336	.686	546	281	18.9
Chara vulgaris	.42	.19	.84	.176	.085	1586	329	32.6
Eleocharis smallii	1.95	.17	1.00	.759	.399	534	175	18.9
Lemna minor	2.58	.17	1.20	.755	.457	248	103	13.2
Myriophyllum exalbescens	.92	.26	1.35	.766	.205	243	190	9.7
Nuphar variegatum	.52	.23	1.62	.508	.151	583	115	10.2
Nymphaea tuberosa	2.76	.13	1.56	.165	.440	391	112	14.4
Potamogeton amplifolius	1.01	.83	2.91	.172	.232	1651	505	41.0
Potamogeton pectinatus	3.76	.34	1.99	.107	.200	1171	535	21.0
Potamogeton richardsonii	4.03	.17	1.33	.139	.500	218	109	11.6
Sagittaria cuneata	.78	.55	2.82	.391	.354	1904	161	28.2
Sagittaria rigida	.99	.31	1.82	.243	.432	2083	236	30.2
Sparanium eurycarpum	.59	.29	1.12	.097	.166	1056	435	29.6
Sparanium fluctuans	.77	.27	2.11	.397	.264	342	484	13.6
Typha angustifolia	.69	.17	.88	.117	.177	1647	502	23.6
Vallisneria americana	1.82	.16	3.75	.571	.298	323	176	12.8
Zizania aquatica	.93	.17	.62	.250	.295	2112	189	36.5

Species	Fe	Mn	Zn	Cu
Submersed plants				
Myriophyllum heterophyllum	2 000	473	54	44
Ceratophyllum demersum	1 053	486	100	30
Najas guadalupensis	712	201	48	48
Eleocharis acicularis	2 920	192	68	42
Utricularia inflata	2 112	480	108	47
Potamogeton diversifolius	1 240	160	60	36
Floating-leaved plants				
Nymphaea odorata	600	128	32	36
Nuphar advena	740	300	50	35
Nelumbo lutea	126	607	50	40
Brasenia schreberi	500	265	267	32
Emergent plants				
Typha latifolia	120	412	30	37
Hydrocotyle sp.	1 245	196	53	53
Panicum hemitorium	133	292	31	26
Eleocharis quadrangulata	560	120	45	20
Sagittaria latifolia	460	355	46	57
Pontederia cordata	200	970	67	60

leaf or shoot removed from the plant and retained in large bags submerged beneath the surface of a tank, or suspended just above it. The experiment began in the winter.

T. latifolia - in submerged bags

No. of days elapsed	% DM					
	N	P	K	Ca	Mg	Na
0	0.9	0.07	1.01	1.1	0.14	0.38
20	1.2	0.04	0.02	0.7	0.05	0.04
40	1.0	0.05	0.03	0.7	0.04	0.04
64	1.4	0.06	0.02	0.6	0.03	0.02
95	1.5	0.06	0.03	0.7	0.04	0.04
125	1.4	0.06	0.04	0.5	0.04	0.04
155	1.1	0.06	0.04	0.5	0.03	0.04
180	0.9	0.06	0.04	0.5	0.03	0.04

Species	Standing crop t/ha DM	Maximum productivity g/m ² /day DM	Maximum yield g/m ² /day DM	Crude protein t/ha DM
E. crassipes	12.8	14.5	54.7	12.4
V. americana	24.6	31.1	113.5	14.3
A. philoxeroides	8.0	17.0	62.0	11.1
T. latifolia	15.3	52.6	192.0	16.4

Species	Protein % DM	Calories/g
<i>Typha latifolia</i>	4.0	4 262
<i>Hydrotila caroliniana</i>	10.5	4 058
<i>Brasenia schrebleri</i>	10.9	4 026
<i>Utricularia infata</i>	11.4	4 023
<i>Nelumbo lutea</i>	12.1	4 227
<i>Myriophyllum heterophyllum</i>	13.5	3 961
<i>Eleocharis acicularis</i>	14.1	4 256
<i>Najas guadalupensis</i>	14.4	3 918
<i>Nymphaea odorata</i>	14.6	4 180
<i>Ceratophyllum demersum</i>	17.1	3 906
<i>Nuphar advena</i>	21.6	4 315
Mean ± S.E.	13.1 ± 1.3	4 103 ± 45
Coefficient of variation	33.39	3.62

Amino acid composition (%) of *T. latifolia* protein at different stages of maturity:

Amino acid	April	May	June	July
Lysine	6.3	5.3	4.8	5.8
Histidine	2.4	3.2	1.8	2.1
Arginine	5.9	5.6	4.6	8.1
Aspartic acid	12.9	10.5	10.8	10.9
Threonine	4.8	5.1	5.0	4.7
Serine	4.9	5.1	5.5	5.6
Glutamic acid	12.5	12.7	13.7	16.1
Proline	4.6	5.6	6.0	4.7
Glycine	6.0	5.9	6.3	6.5
Alanine	7.2	6.7	7.3	5.9
Cystine	0.1	0.1	0.0	0.0
Valine	5.9	6.3	6.5	5.9
Methionine	1.5	1.4	1.9	1.3
Isoleucine	5.5	5.5	5.9	5.0
Leucine	10.0	9.9	9.8	9.0
Tyrosine	3.7	3.7	3.9	3.0
Phenylalanine	5.7	6.0	6.2	5.6

Analyses (% Dry weight)

Species	Ash	Crude protein	Ether extract	Cellulose	Standing crop DM t/ha
Submerged plants					
<i>Nymphaoides aquaticum</i>	7.6	9.3	3.3	37.4	1.8
<i>Potamogeton diversifolius</i>	22.7	17.3	2.8	30.9	-
<i>Najas guadalupensis</i>	19.7	22.8	3.8	35.6	1.1
<i>Ceratophyllum demersum</i>	20.6	21.7	6.0	27.9	6.8
<i>Hydrilla verticillata</i>	27.1	18.0	3.5	32.1	-
<i>Egeria densa</i>	22.1	20.5	3.3	29.2	-
Floating-leaved plants					
<i>Nelumbo lutea</i>	10.4	13.7	6.2	23.6	1.0
<i>Nuphar advena</i>	6.5	20.6	6.2	23.9	0.9
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	-	-	-	-	2.4
Floating plants					
<i>Eichhornia crassipes</i>	18.0	17.1	3.6	28.2	12.8
<i>Pistia stratiotes</i>	21.1	13.1	3.7	26.1	4.6
Emergent plants					
<i>Typha latifolia</i>	6.9	10.3	3.9	33.2	15.3
<i>Justicia americana</i>	17.4	22.9	3.4	25.9	7.1
<i>Sagittaria latifolia</i>	10.3	17.1	6.7	27.6	7.3
<i>Alternanthera philoxeroides</i>	13.9	15.6	2.7	21.3	7.4
<i>Oncidium aquaticum</i>	14.1	19.8	7.8	23.9	2.4
<i>Eleocharis quadrangulata</i>	-	-	-	-	7.2
<i>Oenothera cordata</i>	-	-	-	-	7.2
Crop	-	-	-	-	-
Alfalfa (lucerne) hay	18.6	18.6	2.6	23.7	4.5

14 SEIZOENSINVLOEDEN

Bron: Claude E. Boyd. *Fresh-water Plants: a Potential Source of Protein. In: ECONOMIC BOTANY, VOL 22, No. 4, October-December, 1968*

TABLE I
LEAF PROTEIN EXTRACTION DATA AND PROTEIN YIELDS FOR AQUATIC PLANTS

Species	n ¹	Pulp		Extractability (%)		N in dry leaf (%)	Yield (kg/ha)		Comments
		D.M. (%) ²	N in D.M. (%)	Total N ³	Protein N ⁴		D.M.	Crude protein	
<i>Justicia americana</i>									A
Stand 1									
May 19	2	13.1	3.64	76.2	53.6	8.82	5030	590	
June 5	2	13.0	2.86	80.3	54.4	8.83	5570	576	
July 1	2	16.4	2.40	72.6	48.6	6.70	6950	499	
Aug. 3	5	17.5	2.23	72.4	43.1	6.25	7100	427	
Sept. 1	~	20.6	2.03	55.8	29.5	5.32	3740	141	
Stand 2									
July 14	1	24.6	2.14	62.8	38.7	7.39	4760	247	
Stand 3									
Aug. 1	1	18.5	2.50	56.2	37.0	7.64	—	—	
<i>Sagittaria latifolia</i>									A
Stand 1									
June 6	1	11.8	2.91	47.7	26.1	7.28	7280	362	
July 11	1	12.6	2.04	50.8	25.2	5.19	6560	211	
Stand 2									
June 9	1	14.1	3.35	38.3	27.4	4.66	—	—	
<i>Alternanthera philoxeroides</i>									B
Stand 1									
May 17	1	11.7	2.41	78.2	42.6	4.04	7420	478	
Aug. 3	2	19.8	1.36	56.0	38.0	4.12	7400	234	
Stand 2									
June 6	1	14.5	1.54	59.9	35.8	5.34	—	—	
<i>Nymphaea odorata</i>									B
Stand 1									
June 15	1	14.5	2.50	65.9	61.0	5.75	—	—	
Aug. 31	1	10.2	3.45	52.4	50.8	6.80	—	—	
Stand 2									
July 5	1	10.6	2.55	39.3	36.2	6.02	1800	197	
Stand 3									
Aug. 28	2	13.9	2.66	61.9	45.2	5.65	1620	121	
<i>Orontium aquaticum</i>									A
June 9	1	11.0	3.35	59.5	41.9	8.53	—	—	
Aug. 28	3	9.9	3.66	61.6	43.8	7.89	—	—	
<i>Jussiaea decurrens</i>	2	9.3	3.54	46.8	34.2	6.15	2350	177	C
<i>Jussiaea peruriana</i>	1	20.2	1.16	50.2	35.0	2.42	5050	128	C
<i>Brasenia schreberi</i>	1	6.8	2.53	40.0	35.8	4.93	790	45	C
<i>Elodea densa</i>	3	7.3	3.02	50.7	33.6	3.83	—	—	A
<i>Nuphar advena</i>	1	10.6	2.98	32.5	21.8	5.47	—	—	C
<i>Polygonum</i> sp.	1	14.8	1.82	31.5	20.3	3.50	7780	180	C
<i>Nymphoides aquaticum</i>	1	9.9	1.54	28.9	16.1	5.08	1800	29	B
<i>Nelumbo lutea</i>	1	17.0	1.92	24.8	13.9	3.98	990	17	A
<i>Hydrocotyle</i> sp.	1	6.8	3.11	66.2	28.1	4.62	—	—	A
<i>Ceratophyllum demersum</i>	2	4.9	3.39	53.0	32.2	3.81	—	—	A
<i>Myriophyllum brasiliense</i>	3	7.9	3.66	31.4	14.5	4.16	—	—	A
<i>Najas quadrata-pensis</i>	2	6.4	3.52	60.8	39.4	2.58	—	—	A
<i>Hydrodictyon reticulatum</i>	2	3.4	4.40	50.6	27.4	4.92	—	—	A
<i>Spirogyra</i> sp.	2	4.2	3.85	41.7	20.4	—	—	—	A
<i>Pithophora</i> sp.	2	18.1	1.79	30.0	15.2	1.42	—	—	A

¹ Number of samples.

² Dry matter.

³ Percentage of pulp nitrogen extracted.

⁴ Percentage of pulp nitrogen extracted as protein nitrogen.

⁵ A = No difficulty in grinding or making extract.

B = No difficulty in grinding. Contained slight mucilage but extracted well.

C = Contained excessive mucilage. Difficult to grind and extract.

Bron: Claude E. Boyd. *Amino Acid, Protein, and Caloric Content of Vascular Aquatic Macrophytes*. In *Ecology*, Vol. 51, No. 5 (Sep., 1970), pp. 902-906. Published by: Ecological Society of America. <http://www.jstor.org/stable/1933986>

TABLE 3. Amino acid composition (g/100 g protein) of *Typha latifolia* at different stages of maturity

Amino acids	April 16	May 1	May 16	May 29	June 18	July 17
Lysine	6.3	5.5	5.3	5.2	4.8	5.8
Histidine	2.4	2.2	3.2	2.0	1.8	2.1
Arginine	5.9	5.5	5.6	5.2	4.6	8.1
Aspartic acid	12.9	11.2	10.5	16.0	10.8	10.9
Threonine	4.8	5.3	5.1	5.2	5.0	4.7
Serine	4.9	5.2	5.1	5.2	5.5	5.6
Glutamic acid	12.5	12.8	12.7	10.0	13.7	16.1
Proline	4.6	5.1	5.6	5.0	6.0	4.7
Glycine	6.0	6.0	5.9	5.9	6.3	6.5
Alanine	7.2	7.1	6.7	7.1	7.3	5.9
Cystine	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
Valine	5.9	6.5	6.3	6.4	6.5	5.9
Methionine	1.5	1.0	1.4	1.2	1.9	1.3
Isoleucine	5.5	5.6	5.5	5.5	5.9	5.0
Leucine	10.0	10.7	9.9	10.4	9.8	9.0
Tyrosine	3.7	3.6	3.7	3.1	3.9	3.0
Phenylalanine	5.7	6.2	6.0	6.3	6.2	5.6

the sampling period. Protein levels decreased, however, from 10.5 g/100 g dry matter on April 16 to 3.2 g/100 g on July 17. A similar decrease in protein was found in *Justicia americana* (Boyd 1969b).

TABLE 4. Tissue levels of protein and energy, standing crops of protein and energy, and rates of accrual for these constituents in a *Typha latifolia* stand

Item	March 17	April 16	May 1	May 16	May 29	June 18	July 17
Protein (g/100g dry wt)	—	10.5	8.4	5.6	4.0	3.4	3.2
g/m ²	0.0	5.4	15.8	20.2	24.6	23.3	21.4
g/m ² /day	0.17	0.69	0.30	0.33	-0.07	-0.06	
Calories/g dry wt	—	4,160	4,264	4,233	4,262	4,378	4,552
Kilocalories/m ²	0	215	800	1,531	2,619	2,996	3,044
Kilocalories/m ² /day	6.7	39.0	48.7	83.7	18.8	1.7	

Bron: J. G. Lilm, R. D. Goodrich and J. C. Meiske. *WRRRC Bulletin 56. Aquatic Plants from Minnesota. Part 4 -Nutrient Composition. Department of Animal Science, and E. John Staba, Department of Pharmacognosy University of Minnesota. WATER RESOURCES RESEARCH CENTER UNIVERSITY OF MINNESOTA. GRADUATE SCHOOL. April 1973 Minneapolis, Minnesota*

Other workers have reported that crude protein varies with state of maturity (1, 3, 11). First cutting plants contain higher percentages of crude protein, but yield less than second cutting plants.

Table 6. Crude Protein Contents of Aquatic Plants as Reported by various Authors.

Genus	Specis	Present Study	Gortner (9)	Bovd (3)	Baily Harper & Daniel (10)	Crouch (7)
- - - - - % crude protein - drv matter basis - - - - -						
Potamogeton	amplifolius	14.36	12.04			
	richardsonii	11.20	12.26			
	pectinatus	14.05	19.03	21.7	12.36	
Ceratophyllum	demersum	17.00		2.17		13.3
Mvriophyllum	exalbescens	12.28			21.1	15.8
Sagittaria	cuneata	21.81			14.06	

Bron: *GREEN PAPER AND CARDBOARD .ANALYSE ALTERNATIEVE PLANTAARDIGE VEZELS VOOR PAPIER EN KARTON. Annemarie van Leeuwen, Michiel Klaassen. In opdracht voor KCPK. Dronen, december 2013*

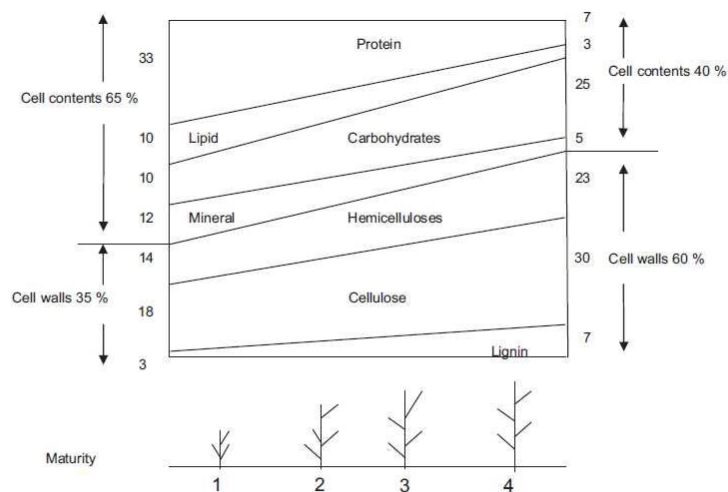


Fig. 1 - Schematic representation of the changes in the chemical composition of grasses during four stages of growth (Osborn, 1980; reproduced with the permission of Wiley-Blackwell).

15 MAAIBEHEER EN LOGISTIEK

15.1 Wet- en regelgeving

15.1.1 EU Verordening 1143/2014

Per 1 januari 2015 is de Europese verordening 1143/2014 van kracht die gaat over preventie en beheer van invasieve uitheemse soorten ('exoten'). Het kan hierbij gaan om dieren, planten, schimmels of micro-organismen. In de verordening zijn regels vastgesteld om de negatieve gevolgen van zowel de opzettelijke als onopzettelijke introductie en verspreiding van invasieve uitheemse soorten te voorkomen of te beperken. Gelijke regels in de hele EU zijn belangrijk omdat:

- invasieve exoten zich niets aantrekken van nationale grenzen;
- de huidige maatregelen te gefragmenteerd zijn en niet effectief – het heeft weinig zin dat een land een bepaalde soort bestrijdt als het buurland niets doet ('dweilen met de kraan open')

De Europese Commissie zal een lijst vaststellen van soorten die door alle lidstaten aangepakt moeten worden.

- Er komt een volledig verbod op de invoer, de verkoop, de teelt, het verhandelen, het uitzetten enz. van de schadelijkste exoten;
- De EU-landen moeten via grenscontroles dit verbod handhaven en een bewakingssysteem invoeren om verboden soorten op te sporen. Zij moeten ook proberen te voorkomen dat exoten onopzettelijk Europa worden binnengebracht;
- Wanneer een EU-land een verboden soort opmerkt, moet het onmiddellijk maatregelen nemen om de verspreiding ervan tegen te gaan. De hele bevolking moet helpen om de aanwezigheid van deze soorten te melden;
- De EU-landen moeten maatregelen nemen om verboden soorten die al wijd verspreid zijn, of dat worden, onder controle te houden;
- Uitvoering: medio 2016. Verordeningen zijn rechtstreeks van toepassing in alle EU lidstaten en hebben dezelfde kracht als het nationale recht. De lidstaten zijn verantwoordelijk voor de uitvoering.

15.1.2 Nationale regelgeving

Voor Nederland is niet formeel vastgelegd welke plantensoorten als exoot worden aangemerkt zoals dat bijvoorbeeld in Groot-Brittannië het geval is. Er is ook geen vastgestelde lijst van Nederlandse inheemse planten en diersoorten, op grond waarvan andere soorten als exoot kunnen worden aangemerkt.

Convenant Waterplanten

In het Convenant Waterplanten (2010) is vastgelegd dat bepaalde plantensoorten in Nederland niet worden geleverd aan consumenten en ook niet door de aangesloten bedrijven in eigen beheer worden gebruikt. Het gaat hierbij om de volgende zeven soorten:

- *Crassula helmsii*; Watercrassula
- *Hydrilla verticillata*; Hydrilla
- *Hydrocotyle ranunculoides*; Grote waternavel
- *Ludwigia grandiflora*; Waterteunisbloem
- *Ludwigia peploides*; Kleine waterteunisbloem

- Myriophyllum aquaticum; Parelvederkruid
- Toegevoegd 2012: Myriophyllum heterophyllum; Ongelijkbladig vederkruid

Ook is afgesproken dat een aantal plantensoorten uitsluitend mag worden verhandeld met aanvullende informatie op het etiket over de omstandigheden waarin deze soorten veilig gebruikt kunnen worden. Doel is de ongewenste verspreiding naar het oppervlaktewater te voorkomen.

Van Valkenburg (telefoon Van der Kooij – Van Valkenburg, 2015-12-08) meldt dat het convenant per 4-12-2015 is omgezet in nationale regelgeving, en nu dus dwingend is geworden.

Zware metalen en dioxinen

In de Richtlijn 2002/32/EG van het Europees parlement en de Raad (7 mei 2002), inzake ongewenste stoffen in diervoeding, staan normen voor ongewenste stoffen, waaronder zware metalen als arseen, lood, cadmium en kwik, dioxine, aflatoxine, pesticiden en zaden of vruchten van een aantal planten of daaruit verkregen bijproducten. Deze regeling dient om duurzame landbouwkundige productie te waarborgen, de volksgezondheid en dieiergezondheid te verzekeren en het milieu te beschermen. De richtlijnen zijn te vinden op <http://www.pdv.nl/nederland/diervoederwetgeving/>

Zware metalen anders als arseen, lood, cadmium en kwik worden niet als ongewenste stoffen beschouwd, maar als sporenelementen. Hiervoor kunnen maximum doseringen aangehouden worden op rantsoenniveau volgens COMVE, 2005. In Bijlage 3 staan de normen van ongewenste stoffen die in water als groeimedium kunnen voorkomen samengevat, te weten zware metalen, fluor, dioxines, dioxineachtige PCB's en pesticiden.

Telefoongesprek met Dr. J.L.C.H. (Johan) van Valkenburg, Nederlandse Voedsel en Waren Autoriteit, op 2015-12-08, bevestigt dit. Hij is Curator Invasive Plants database (zie <http://www.q-bank.eu/Plants/>). Van Valkenburg wijst er op dat de wet alleen toestaat dat voedingsmiddelen onder strikt gecontroleerde productieomstandigheden op de markt komen. Dit geldt ook voor veevoer. Als water- en oeverplanten, of delen daarvan, in de markt worden gebracht, mag dat alleen als deze gecontroleerd voldoen aan de daarvoor geldende richtlijnen.

Van Valkenburg heeft al eerder gezocht naar volumes/tonnages van waterplanten. Die kon hij niet vinden: Door het jaar heen verandert dit sterk, waarbij de planten in de winter vaak weer afsterven, om in het voorjaar weer op te komen

De informatie van de waterschappen kreeg hij niet inzichtelijk.

15.1.3 Maairegels Rijkswateren

Rijkswaterstaat (Bron: *Handreiking waterplanten maaibeheer. Aanwijzingen voor het maaien van waterplanten in rijkswateren ten behoeve van recreatie. Rijkswaterstaat, 20 april 2012*) heeft voor het maaien van waterplanten in de rijkswateren de volgende regels opgesteld:

Voor het maaien van waterplanten gelden de volgende maairegels:

1. Maai maximaal 10% van het waterplantenareaal in het eigen gebruiksgebied.

Zie kader I voor het bepalen van de maximale grootte (areaal) en het eigen gebruiksgebied.

1a. Een uitzondering op de 10%-maairegel geldt voor woekerende uitheemse planten (exoten) zoals smalle waterpest, waterwaaier en ongelijkbladig vederkruid. In die gevallen is maaien tot maximaal 50% van het begroeide areaal verantwoord.

2. Maximaal één keer per jaar na 1 juli maaien.

In juni maaien is vaak te vroeg. Dan ontstaat in augustus of september opnieuw overlast op en is nogmaals maaien noodzakelijk. Dit bemoeilijkt het herstel van de plantensoort in het volgende voorjaar. Daarnaast kan maaien in het broedseizoen verstoring van de fauna veroorzaken. Vandaar dat het maaien in de regel beperkt moet worden tot één maal jaar.

3. Vaker maaien als uitzondering

3a. Bij woekerende exoten zoals smalle waterpest, waterwaaier en ongelijkbladig vederkruid is meer dan één keer maaien minder bezwaarlijk. Deze soorten herstellen zich snel al in één groeiseizoen.

3b. Na een warm en zonnig voorjaar kan al in juni veel waterplantenoverlast optreden. In die gevallen kan in juni gemaaid worden.

4. Maai op een diepte van minimaal 60 cm boven de waterbodem.

Te laag boven de bodem of in de bodem maaien veroorzaakt vertroebeling van het water. Door de onderste laag planten te laten staan, kan geleidelijke hergroei plaatsvinden en worden beschermde waterplanten zoals kranswieren gespaard.

Zie kader II voor methode om 60 cm boven de waterbodem te maaien.

5. Maai geen beschermde planten.

Tussen de te maaien planten kunnen zich in de bovengroei beschermde plantensoorten bevinden. De gebruiker heeft de taak er voor te zorgen dat de beschermde soorten met rust worden gelaten. Hiervoor doet hij vooraf onderzoek en wint advies in. Zie kader III voor informatie over welke beschermde soorten het betreft en hoe deze te herkennen zijn.

6. Verzamel de gemaaide plantenresten en voer het maaisel verantwoord af

Het afvoeren van maaisel is verplicht. In het water achtergelaten plantenresten gaan rotten. Het maaisel mag ook niet op een hoop op de oever worden achtergelaten.

Rottende waterplanten kunnen stankoverlast veroorzaken en een bron vormen voor het ontstaan van ziektes (zoals botulisme).

7. Aan- en afmelden van maaien bij Rijkswaterstaat

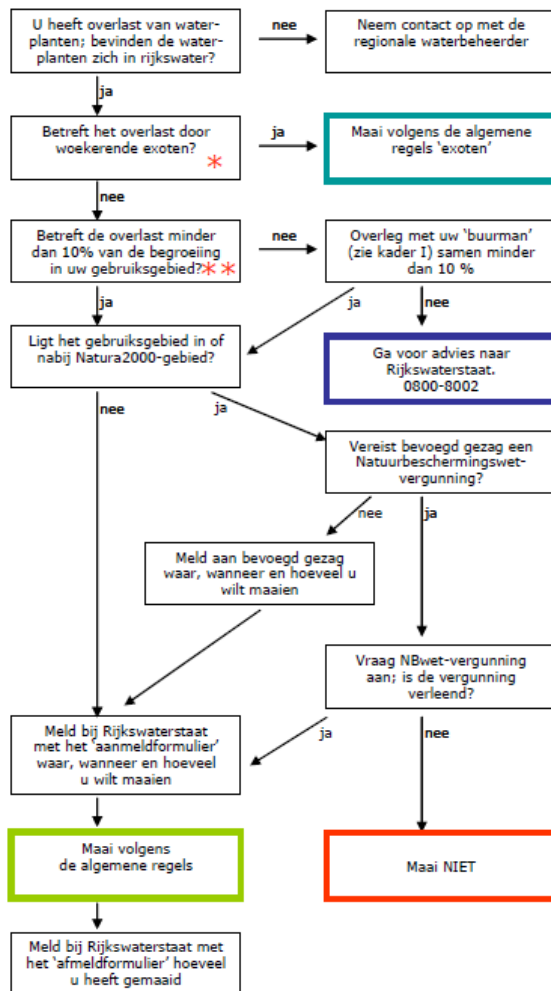
De gebruiker meldt Rijkswaterstaat vooraf en nadien over het maaien. Vooraf meldt de gebruiker waar en wanneer hij gaat maaien.

Na het maaien, meldt de gebruiker dit binnen twee weken bij Rijkswaterstaat. Daarbij geeft hij door wanneer welk areaal is gemaaid, hoe is gemaaid en hoe het maaisel is afgevoerd.

De aan- en afmelding van maaien gebeurt bij Rijkswaterstaat IJsselmeergebied via www.rijkswaterstaat.nl. Klachten kunnen worden gemeld bij 0800-8002.

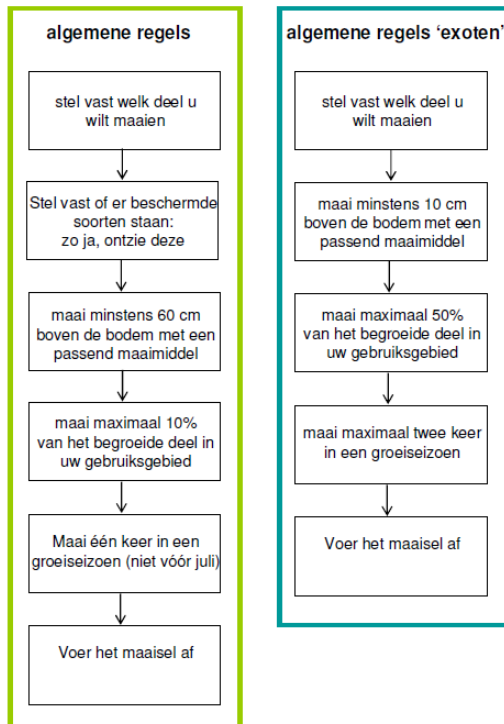
Op basis van de gegevens uit de meldingen, kan Rijkswaterstaat bijhouden hoe waterplanten zich ontwikkelen en controleren hoe gebruikers omgaan met de instructies uit deze handreiking.

NB: Voor het maaien in en nabij een Natura2000-gebied verleent de provincie een natuurbeschermingswet-vergunning.



- * onder woekerende exoten wordt verstaan: smalle waterpest, waterwaaier, ongelijkbladig vederkruid
- ** om dit vast te stellen moet u de omvang van uw gebruiksgebied bepalen (zie kader I), hoe groot het areaal aan waterplanten totaal daarin is en hoe groot het areaal is waar u overlast ondervindt

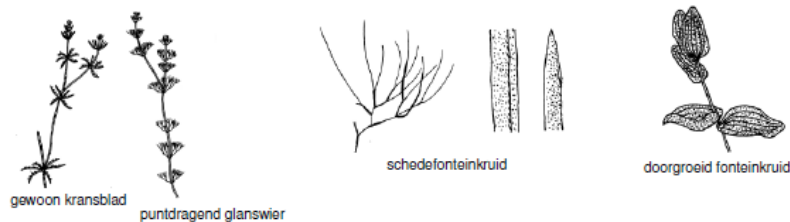
NB: Voor het maaien in en nabij een Natura2000-gebied verleent de provincie een natuurbeschermingswet-vergunning.



Beschermde soorten

De meeste beschermde soorten zijn zeldzaam of minder algemeen en veel ervan zijn lastig van elkaar te onderscheiden. Het verdient aanbeveling specifieke informatie over de soorten op te zoeken als bekend is dat deze in het betreffende gebied voorkomen of een specialist te raadplegen.

Kranswieren groeien op de bodem en zijn te herkennen aan de fragiele stengels met kransen van zijtakken die alle ongeveer even dun zijn en soms op de zijtakken kleine oranje of zwarte bolletjes dragen. Dikwijls komen zij voor in combinatie met fonteinkruiden, bijvoorbeeld in de randmeren.



In de Soortenbank (<http://www.soortenbank.nl>) kunt u terugvinden of het om beschermde soorten gaat.

15.2 Huidige praktijk maaibeheer waterschappen

Bron: *Paulien Harmsen (WUR-FBR) e.a., september 2014.*

Hoofdtak van het Waterschap is het onderhouden van het watersysteem en alles is daarop afgestemd (logistiek, contracten). Voor veel waterschappen is het benutten van biomassa uit het waterbeheer relatief nieuw. Veelal wordt dit groenafval op dit moment nog gezien als afvalstof. Ieder waterschap laat die biomassa, waar mogelijk, achter op de plaats waar ze verkregen/gemaaid is. De meeste van deze maaisels zijn namelijk eigendom van de aangelanden. Alleen als het Waterschap zélf eigenaar is van de maaisels wordt beoordeeld of afvoer noodzakelijk is. In geval van afvoeren van maaisels worden deze verwerkt via compostering.

Onderhoud van deze watergangen gebeurt als volgt:

1. Waterschap voert zelf onderhoud uit en de biomassa kan door het waterschap worden aangeboden voor alternatieve toepassingen, zoals composteren.
2. Onderhoud wordt door de eigenaar uitgevoerd; men is dan 1 keer per jaar schouwplichtig. Deze biomassa blijft vaak op de kant achter.
3. Het grootste deel van de wateren zijn de 'haarvaten' waarvan de eigenaar zelf bepaalt wat hij met de vrijkomende biomassa doet (blijft meestal op de kant achter). Deze wateren zijn niet van algemeen belang.

Droog en nat profiel

De watergangen hebben een droog en een nat profiel. Het droge profiel (boven water) wordt gemaaid met klepelmachines, voorzien van een transportband, die het gemaaid materiaal op het maaiveld brengt. Het natte profiel (onder water) moet geknipt worden en wordt met snijdende apparatuur (bijvoorbeeld maaikorf) op het land gebracht.

Veelal wordt eerst het droge profiel en daarna het natte profiel aangepakt. Als de sloot dichtgegroeid is dan gaat dit snel achterelkaar. Het natte profiel levert een mix van natte biomassa, soms met wat slibdelen. Aanliggende percelen met een ontvangstplicht moeten deze biomassa ontvangen. Voor de biomassa waar het waterschap verantwoordelijk voor is zijn er de volgende mogelijkheden:

1. Neerleggen en laten liggen
2. Afvoeren van droge biomassa in balen voor veevoer of andere toepassingen
3. Afvoeren van natte biomassa als het niet duidelijk is wie de eigenaar is van het perceel (dit is een klein percentage).

Kosten

De kosten van het maaien zijn hoog. Daarom wordt bij voorkeur maar eens per jaar gemaaid. De maaisels blijven achter of worden afgevoerd naar een composteerder. Als het winnen van grondstoffen meer opbrengt dan de kosten bedragen voor het maaien, kan het interessant worden vaker te maaien. Deze werkwijze staat op gespannen voet met het beheer van de waterschappen om natuurwaarden in stand te houden of te versterken.

Verwerking groenafval

De natte biomassa wordt afgevoerd als groenafval:

1. Groenafval wordt onder Eural-codes (meldingsplicht) aangeboden aan grote composteerinrichtingen. Hierdoor is het moeilijk te bepalen wat de samenstelling is van de aangeboden partijen (bv hoeveelheid gras) en om hoeveel het gaat.
2. De zogenaamde "kleine kringloop" maakt het mogelijk dat boeren maaisels direct onderploegen als bodemverbeteraar. Officieel mag dit tot max. 100 meter van waar gemaaid is. De praktijk wijst uit dat dit tot enkele km kan gaan.

15.3 Onderhoud bermen, plantsoenen, natuurgebieden, etc.

Bron: *Royal HaskoningDHV, november 2013.*

Vele organisaties, zoals Gemeenten, natuurverenigingen, waterschappen, provincies en Rijkswaterstaat hebben de taak plantsoenen, natuurgebieden, taluds van watergangen en de bermen van wegen te onderhouden. Dit onderhoud bestaat uit het periodiek (laten) maaien en het al dan niet (laten) afvoeren van het maaisel. Dit maaisel wordt veelal "berm- en natuurgras" genoemd. Het maairegime hangt af van de doelstellingen van de beheerder, daarmee ook het volume bermgras.

Het maaien vindt hoofdzakelijk plaats in de maanden mei-juni en september-oktober. De keuze die bermbeheerders voor het onderhoud hebben is klepelen of afvoeren. Bij klepelen blijft het maaisel achter in de berm. Vanwege ecologisch bermbeheer wordt vaak het maaisel afgevoerd.

Berm- en natuurgras wordt niet bemest. Hierdoor is het van nature eiwitarm en daardoor minder geschikt als veevoer. Bovendien is het maaisel vaak vervuild met plastic, blikjes, grond, etc.

Berm- en natuurgras wordt gezien als afvalstof. De afvoer is een jaarlijks terugkerende kostenpost voor beheerders van de weg-, water- en spoorbermen en natuurgebieden in de Provincie Utrecht en het Gooi. Bermgras wordt veel gecomposteerd. Dit is nauwelijks winstgevend.

De ontwikkelingen voor nuttige toepassingen voor (berm-)gras gaan echter snel. Inmiddels wordt bermgras gezien als een grondstof: via vergisting van bermgras wordt biogas geproduceerd. Via raffinage worden vezels gewonnen uit natuurgras. Diverse pilots worden uitgevoerd, gericht op de productie van bio-energie en van vezels voor de papier- en kartonindustrie. NewFoss bv is hier al ver in gevorderd.

Harmsen (WUR 2014) constateert dat slootmaaisel ongeschikt is voor papertoepassingen omdat volumes te klein zijn en de biomassa vervuild en zeer heterogeen is (veel verschillende soorten planten). Het gras van dijken en uit de EVZ wordt daarentegen wel gezien als mogelijk interessante stroom gezien het volume, de homogene samenstelling en de overzichtelijke logistiek. Staatsbosbeheer, de waterschappen, NewFoss bv en papierfabriek Hutamachi werken hierin al samen.

15.4 Maaimethoden

Bron: <http://www.innovatie.waternet.nl/projecten/waterplanten-maaien-in-plassen-conserving-en-verwerking/?meer=true>

Goede maaitechnieken blijken tegenwoordig te bestaan voor elk type water.

Maaiverzamelboten zijn er in alle soorten en maten. Er zijn ook voldoende regels en voorschriften om op een effectieve en natuurvriendelijke manier te maaien.



Foto maaiboort (foto R. Pot). Bron: *J. Matthews, R. Beringen, F.P.L. Collas, K.R. Koopman, B. Odé, R. Pot, L.B. Sparrus, J.L.C.H. van Valkenburg, L.N.H. Verbrugge & R.S.E.W. Leuven* Risk analysis of non-native Curly Waterweed (*Lagarosiphon major*) in the Netherlands. Draft report, 22 August 2012. Radboud University Nijmegen, Institute for Water and Wetland Research, Department of Environmental Sciences,, FLORON & Roelf Pot Research and Consultancy

Once populations of *C. caroliniana* have established, eradication is very difficult. Eradication of the plants can be achieved on a small scale by covering the plants with opaque material e.g. geo-textile. However, this method destroys not only the target plant population, but all other plant and most animal life due to the creation of dark, anoxic conditions.

The application of Hydro-venturi equipment involves reversing the mud pump of a dredger (Van Valkenburg et al., 2011). This produces a powerful water-jet that dislodges *C. caroliniana* (Figure 3.9). Application of the Hydro-venturi equipment seems to be a very promising eradication method because whole plants, including the root system, are collected and fragmentation is minimized (Figure 3.10). Plant re-growth is, therefore, limited. Bron: *J. Matthews, R. Beringen, L.P.M. Lamers, B. Odé, R. Pot, G. van der Velde, J.L.C.H. van Valkenburg, L.N.H. Verbrugge & R.S.E.W. Leuven*. Risk analysis of the non-native Fanwort (*Cabomba caroliniana*) in the Netherlands. 30 August 2013. Radboud University Nijmegen, Institute for Water and Wetland Research, Department of Environmental Sciences, FLORON & Roelf Pot Research and Consultancy



Application of the Hydro-venturi system. The head and water jet are raised above water to illustrate its operation (Photo: L. van Kersbergen). Bron: *J. Matthews, R. Beringen, L.P.M. Lamers, B. Odé, R. Pot, G. van der Velde, J.L.C.H. van Valkenburg, L.N.H. Verbrugge & R.S.E.W. Leuven. Risk analysis of the non-native Fanwort (*Cabomba caroliniana*) in the Netherlands. 30 August 2013. Radboud University Nijmegen, Institute for Water and Wetland Research, Department of Environmental Sciences, FLORON & Roelf Pot Research and Consultancy*

Bron: *Evaluatie maaien waterplanten Randmeren 2014. Vergroten van bevaarbaar oppervlakte in de Randmeren. Rapportage door Gastvrije Randmeren, HISWA, Watersp ortverbond en Stichting Maaien Waterplanten Randmeren, oktober 2014).*

De Stichting Maaien waterplanten Randmeren verzorgt sinds 2014 de maaiwerkzaamheden voor de watersportsector. In dit eerste jaar is nog gekozen om 'slechts' (een groot deel van) het Eem- en Gooimeer door de stichting te laten maaien. De stichting heeft door een structurele inzet van vrijwilligers een lagere maai prijs kunnen realiseren. Als gevolg hiervan kon met het beschikbare budget een groter areaal waterplanten worden gemaaid. De Stichting Maaien Waterplanten Randmeren heeft voor het jaar 2014 een resultaatsverplichting van 136 hectare te maaien waterplanten op zich genomen en aanvullend een inspanningsverplichting gerealiseerd van 39 hectare in het vaargebied van Almere en Naarden, Gooimeer. Het maaien van het resterend deel in het Eem- en Gooimeer, en dat in de Veluwerandmeren, is op gebruikelijke wijze uitgevoerd onder directe aansturing van Gastvrije Randmeren.

De dichtheid van waterplanten in het Veluwemeer en Wolderwijd was in 2014 hoger dan 2013. In het Eemmeer was de dichtheid opvallend minder. De 'opbrengst' van het Gooimeer is ongeveer gelijk aan 2013.

De te maaien oppervlakten waren in 2014 gereed:

dinsdag 8 juli: Wolderwijd;

vrijdag 11 juli: Gooimeer;

maandag 14 juli: Veluwemeer;

dinsdag 15 juli: Eemmeer.

Voor 2015 wordt de samenwerking uitgebreid tot het totale Randmerengebied. Dit is mogelijk omdat Gastvrije Randmeren dan geen contractuele verplichtingen meer heeft met een ander maaibedrijf. In plaats daarvan wordt het maaien van deze oppervlakte toegevoegd aan de dienstverleningsovereenkomst tussen Stichting Maaien Waterplanten Randmeren en Gastvrije Randmeren. In 2016 is beoogd de samenwerking te intensiveren een uitbreiding van het maaigebied tot maximaal 450 hectare. Gastvrije Randmeren vraagt daartoe een nieuwe (vergroete) vergunning aan voor het Eem- en Gooimeer.

Bron: Gerard ter Heerdt. *Waterplanten maaien, conserveren en verwerken, Waternet, 20 november 2014*
De maaiverzamelboten die tegenwoordig in meren worden toegepast hebben een zeer brede, u-vormige maaibalk van circa drie meter. De diepte waarop gemaaid wordt, tot 2,5 meter, is goed instelbaar. Deze boten zijn ontworpen om veilig te werken op grootschalig open water. De gemaaide planten komen op een lopendeband en worden direct in het ruim gestort. Zo komen geen planten in het water terecht. Vanuit het ruim kunnen de planten met een kraan of lopende band in een container of beunbak worden gelost. In het Oldambtmeer en het Bovenwater werd eerst gewerkt met de "klassieke", kleine, maaiboten. Dit bleek kostbaar te zijn (veel personeel) en niet effectief (het maaisel drijft alle kanten op). De grote maaiverzamelboten zijn kostenefficiënter dan de "klassieke" maaiboten. Ze kunnen via de weg worden getransporteerd, maar moeten door hun omvang met een kraan te water worden gelaten.



Figuur 4: De MC105-10 (foto Conver)

Figuur 5: De Mobi5000 (Foto Mobarn)



Figuur 6: De maaiverzamelboot van Vertisol (foto waterschap Velt en Vecht)



Maai niet vóór 1 juli (tenzij daar dwingende redenen voor zijn). Maai één keer per jaar (tenzij vaker maaien nodig is om de planten onder controle te krijgen) en laat vegetatie staan tot minimaal 60 cm boven de bodem (tenzij dat niet kan). Bepaal met de provincie hoe groot de te maaien oppervlakte mag zijn.

Figuur 7: De maaikor (foto Rijkswaterstaat IJsselmeergebied)



1. Maaidatum: Aanbevolen wordt om in de rijkswateren niet vóór 1 juli te maaien. Soorten zoals doorgroeid fonteinkruid, die niet erg snel groeien, blijven dan tot het eind van het seizoen kort genoeg. Als eerder wordt gemaaid, hebben de planten de tijd om zich te herstellen en ontstaat in augustus of september opnieuw overlast. Maaien in het broedseizoen kan schadelijk zijn voor de vogelstand, doordat vogels die in het open water voedsel voor hun jongen zoeken worden verstoord. Als na een zeer warm en zonnig voorjaar de waterplantenoverlast vroeg op gang komt, kan al in juni worden gemaaid
2. Maaifrequentie: Als niet te vroeg wordt gemaaid zal eenmaal per jaar voldoende zijn. Een uitzondering vormt het maaien van woekerende soorten zoals waterpest, Cabomba en enkele uitheemse vederkruiden. Die groeien zo snel dat een tweede keer maaien nodig kan zijn (Bron: *de Haan, M.; Pot, R., and van Oostveen, M. Onderbouwing handreiking waterplanten maaibeheer. Rijkswaterstaat; 2012*).
3. Maaidiepte: Bij het maaien moet op voldoende hoogte boven de bodem worden gebleven. Daarvoor zijn verschillende redenen. In de eerste plaats moet worden voorkomen dat de bodem wordt opgewerveld. Zeker in kleinschalig water kan opwerveling leiden tot vertroebeling en vissterfte. In en op de bodem leven vele dieren, zoals mosselen, die een belangrijke rol spelen in het ecosysteem. De bodem mag dus niet worden geraakt en de planten mogen niet direct boven de bodem worden afgemaaid. Aanbevolen wordt om in de rijkswateren minstens 60 cm vegetatie te laten staan ((Bron: *de Haan, M.; Pot, R., and van Oostveen, M. Onderbouwing handreiking waterplanten maaibeheer. Rijkswaterstaat; 2012*). Daardoor blijven de kranswieren gespaard en wordt hun ontwikkeling zelfs gestimuleerd. Dat dit werkt blijkt uit de ervaringen in het Bovenwater. Om de opgroeigebieden voor vis niet te schaden wordt voor het IJsselmeergebied geadviseerd om niet te maaien in water dat ondieper is dan twee meter. In ondiepe laagveenplassen is die diepte niet realistisch. Geadviseerd wordt om daar grote delen van de randzone (een oppervlakte van minimaal 50%) niet te maaien.
4. Te maaien oppervlakte: Het bepalen van de te maaien oppervlakte zal vaak neerkomen op maatwerk, waarbij een balans moet worden gevonden tussen de wens om te maaien en de wens om waterplanten te stimuleren of te behouden. Daarbij zijn de kosten mogelijk doorslaggevend. Grotere wateren betreffen meestal een waterlichaam, dat valt onder de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW). Dat betekent dat een vastgestelde minimale oppervlakte bedekt moet zijn met

waterplanten. Het maaien mag die oppervlakte niet in gevaar brengen. Voor rijkswateren wordt geadviseerd om niet meer dan 10% van de oppervlakte te maaien. Maatwerk is echter altijd mogelijk. Afhankelijk van de bedekking van het gehele waterlichaam en de noodzaak om veel te maaien zou meer dan 10% kunnen worden gemaaid, als er maar voldoende overblijft voor het behalen van de KRW-doelstellingen. Dat vraagt wel om coördinatie. Als de één het totale quotum heeft gemaaid, kan de ander niet meer maaien. Daarnaast vallen diverse wateren onder de Natura 2000-doelstelling voor de habitattypen “Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden” (H3150) en/of “Kranswierwateren” (H3140). Het maaien mag die doelstellingen niet in gevaar brengen, goed overleg met de Provincies is daarom noodzakelijk. Deze gebieden zijn goed op kaarten te vinden. Zie als voorbeeld de Atlas Natura 2000 Oostelijke Vechtplassen en Naardermeer (Provincie Noord-Holland 2012). Als de vegetatie tot 60 centimeter boven de bodem blijft staan, wordt voldaan aan de meeste, zo niet alle, eisen vanuit de KRW en Natura 2000.

Conclusies maaien: Maai niet vóór 1 juli (tenzij daar dwingende redenen voor zijn). Maai één keer per jaar (tenzij vaker maaien nodig is om de planten onder controle te krijgen) en laat vegetatie staan tot minimaal 60 cm boven de bodem (tenzij dat niet kan). Bepaal met de provincie hoe groot de te maaien oppervlakte mag zijn.

15.5 Transport en verwerking

Bron: Gerard ter Heerdt. *Waterplanten maaien, conserveren en verwerken*, *Waternet*, 20 november 2014 Beschrijft het maaien van waterplanten in meren en plassen. Goede maaitechnieken blijken tegenwoordig voor elk type water te bestaan. Ook zijn er voldoende regels en voorschriften om op een effectieve en natuurvriendelijke manier te maaien.



Figuur 1: Een bult van 300 m³. Hoe verwerken we 25 van die bulten?

De hoeveelheid waterplanten die in meren overlast kan veroorzaken, kan bijzonder groot zijn. Waterplanten zijn erg nat en los van structuur. Ze bestaan voornamelijk uit water en lucht. Dat maakt het transport inefficiënt. Daarom is het wenselijk over methoden te beschikken om de waterplanten te ontwateren en te comprimeren

Van 6 juli t/m 23 juli werden 14 vrachten waterplanten uit het Gooimeer en het Eemmeer door de firma Mobarn geleverd. Het overgrote deel (geschat op 99%) bestond uit doorgroeid fonteinkruid (*Potamogeton perfoliatus*) en een geringe hoeveelheid aarvederkruid (*Myriophyllum spicatum*). Gemiddeld had een vracht een geschat volume van 12 m³ en een gewicht van 2954 kg (Tabel 1).

Tabel 1

Gewicht, volume en vochtgehalte van de vrachten						
vracht	datum	volume m ³	gewicht kg	srt. gew. kg/m ³	vocht %	org. Stof % van ds
1	9-07-13	10	2531	253	86,6	65,4
2	9-07-13	10	2680	268	88,1	74,3
3	10-07-13	8	2470	309	87,4	63,0
4	11-07-13	10	1590	159	86,8	66,6
5	11-07-13	12	2400	200	87,6	71,2
6	12-07-13	10	2500	250	88,1	69,6
7	15-07-13	16	4160	260	84,4	55,8
8	18-07-13	12	3990	333	85,7	49,9
9	19-07-13		2270			
10	19-07-13	12	3480	290		
11	22-07-13	17	4450	262		
12	22-07-13	15	3160	211		
13	23-07-13	10	2480	253	85,9	56,3
14	23-07-13		3200			
gemiddeld		12	2954	253	86,7	
totaal		163	41361			

Het soortelijke gewicht was met 253 kg/m³ opvallend laag. Uit gesprekken met de vervoerder ontstond de indruk dat natte waterplanten erg zwaar waren en dat het gewicht beperkend zou zijn voor het transport. In de praktijk zal zelfs een zeer grote vrachtwagen het wettelijk toegestane maximumlaadgewicht van 30.000 kg niet kunnen overschrijden.

Het verse materiaal bevat veel lucht en water. De conservering is slecht. Al na een dag treedt broei op. Bij het transport is eerder het volume beperkend dan het gewicht.



Figuur 9: Planten van de vorige dag, stomend in de ochtendkoelte

Hakselen en wiersen

Het hakselen van doorgroeid fonteinkruid bleek niet eenvoudig. Het wiersen (op langgerekte hopen leggen) ging zwaar. De lange slierten hadden de neiging om propfen te vormen, waarop de machine vastliep. Door de wiers klein te houden, lukte het toch. De stukken werden mooi kort, enkele centimeters. Het materiaal was goed met een schop te verwerken, in tegenstelling tot de meterslange slierten. Bij het hakselen kwam weinig of geen vocht vrij. Vóór het hakselen was het vochtgehalte 85,9%, na het hakselen 85,0%. De dagen na het hakselen ging het materiaal stinken en lekken. De volumereductie was fors. De oorspronkelijke 23,0 m3 werd teruggebracht tot ongeveer 7,5 m3, een reductie van 67%.



Figuur Wiersen

Conclusie: Hakselen kan het volume fors reduceren, maar het materiaal blijft nat en gaat stinken. Verse waterplanten hebben een laag soortelijk gewicht en een zeer hoog watergehalte. Dat maakt het vervoer kostbaar. Door de planten te hakselen kan het volume met 67% worden verkleind. Dat kan met bestaande machines. Dat weegt waarschijnlijk niet op tegen de tijd en kosten die daarmee zijn gemoed.

Persen in balen

Een vracht van 9 m3 werd geperst in twee balen, één van 1110 kg en één van 1160 kg. Het soortelijk gewicht, de hoeveelheid droge stof en de hoeveelheid water in de baal waren direct na het persen, drie keer zo hoog als in los vers materiaal (Tabel 2).

Tabel 2

Gewichten en volumes kuilbalen van verse waterplanten										
	vers				baal nat				verdichting	
	gewicht	volume	srt gew.	droge stof	gewicht	volume	srt gew.	droge stof	droge stof	water
	kg	m3	kg/m3	kg/m3	kg	m3	kg/m3	kg/m3	%	%
Baal 1	1.110	4,5	247	32,8	1.110	1,47	755	100,4	306	306
Baal 2	1.160	4,5	258	34,3	1.160	1,47	789	105,0	306	306

Bij het persen kwam geen perssap vrij, maar wel later in de baal (Figuur 13). De conservering na drie maanden was slecht. De balen waren sterk verzakt. Het materiaal was slap en slijmerig en stonk onaangenaam. De pH was met 6,5 hoger dan wenselijk (4,0-4,8). Het NH₃-gehalte was met 14 mg/kg veel hoger dan de norm van 9 mg/kg die geldt voor een goede conservering.

Door het lekken in de baal nam het drogestofgehalte in drie maanden toe van 13,3 naar 19,7%. Dat betekent dat 361 liter water uit de planten was vrijgekomen, ruim 30% van het oorspronkelijke gewicht. De kwaliteit van het perssap was erg slecht:

- chemisch zuurstofverbruik 15.000 mg/l O₂
- Kjeldahl-stikstof 700 mg/l N,
- Totaalfosfor 150 mg/l P.

Dergelijk water mag niet worden geloosd in bodem, oppervlaktewater of riool.

Conclusies: Direct persen en balen is geen goed plan. Het perssap is te vuil om te mogen lozen. De conservering is slecht en het materiaal gaat rotten.

Drogen van de plant gaat snel. Dat blijkt ook uit de metingen, want op dag één is het drogestofgehalte al hoger dan 60%. Daarna verloopt het drogen trager (Tabel 3).

Na het drogen werd het materiaal op een wiers gelegd en geperst. Tijdens het schudden en wiersen kwam veel stof vrij. Er was zichtbaar bladverlies. Het blad was erg broos, terwijl de stengel veel steviger was. Het drogestofgehalte in de kuilbalen (Tabel 4 en 5) was veel hoger dan dat in het verse materiaal.

Tabel 4

Droge stof kuilbalen van gedroogde waterplanten								
	vers			droog			verlies	
	gewicht	droge stof	droge stof	gewicht	droge stof	droge stof	droge stof	droge stof
	kg	%	kg	kg	%	kg	kg	%
Plaat	640	13,3	85	90	82,6	74	11	12,7
Baal 1	5.150	12,2	630	390	68,0	265	365	57,9
Baal 2	9.060	13,7	1244	590	61,7	364	880	70,7

Tabel 5

Gewichten en volumes kuilbalen van gedroogde waterplanten										
	vers				baal gedroogd				verdichting	
	gewicht	volume	srt gew.	droge stof	gewicht	volume	srt gew.	droge stof	droge stof	water
	kg	m3	kg/m3	kg/m3	kg	m2	kg/m3	kg/m3	%	%
Baal 1	5.150	18,0	286	35,0	390	1,47	265	180,4	515	34
Baal 2	9.060	38,0	238	32,7	590	1,47	401	247,6	756	75

De conservering van de balen na drie maanden was goed (figuur 18). De balen bleven goed in vorm. Het materiaal was stevig, droog en rook aangenaam naar waterplanten en kuilvoer. De pH was met 6,3 en 6,6 hoger dan wenselijk (4,0-4,8). Maar de NH₃-fractie (5) was ruim lager dan de streefwaarde (9). Dat is voldoende om een goede conservering te waarborgen. Het drogestofgehalte (ruim 60%) was hoger dan het streeftraject van 40% ± 10%.



Figuur 18: Na drie maanden wordt de baal uitgepakt en ziet er nog prima uit, met aan de buitenkant een beetje schimmel door condensvorming

Conclusies drogen en persen: Door het drogen en persen wordt voorkomen dat grote hoeveelheden lucht en water moeten worden getransporteerd. Het materiaal waarom het gaat, de organische stof en de nutriënten, kan daardoor efficiënt worden vervoerd. Het proces kan nog worden verbeterd door het strooien en rapen te verbeteren, om zodoende de verliezen te verminderen, en door compactere balen te persen. De conservering is goed. De balen zullen lang houdbaar zijn.

Het Veenweide Innovatie Centrum in Zegveld (WUR) heeft de voederwaarde van de kuilvoerbalen en de aanvullende proeven met inkuilen bepaald. Voor en na het inkuilen werden monsters onderzocht op onder andere droge stof (ds), ruw eiwit (re), ruwe celstof (rc), ruw as (ras), ruw vet (rvet), suiker (NI), verteringscoëfficiënt organische stof (vc-os) en een aantal mineralen en sporenelementen. De verschillende gehalten zijn bepaald volgens de klassieke nat-chemische methoden. De in-vitroverteerbaarheid van de organische stof is bepaald volgens de methode van Tilley & Terry (T&T). Op basis van de chemische samenstelling en de vc-os zijn, met de formule voor vers gras, de voedereenheid melk (VEM), de darmverteerbaar eiwit (DVE) en de onbestendig-eiwitbalans (OEB) berekend volgens de voorschriften van het Centraal Veevoederbureau.

Verse waterplanten hebben een lage voederwaarde (VEM, DVE en OEB). Opvallend is de lage hoeveelheid verteerbare organische stof (VOS), veroorzaakt door het hoge ruw-asgehalte, en het lage ruw-eiwitgehalte (Tabel 21). De gehalten calcium (Ca) en mangaan (Mn) liggen duidelijk hoger dan de streefwaarden. De kwaliteit van een kuil van vers of voorgedroogd materiaal is niet beter dan die van de verse planten, al neemt het drogestofgehalte toe. De toevoeging van melasse of Ecosyl leidt tot een duidelijke verhoging van de voederwaarde, al blijft deze fors beneden het streeftraject (Tabel 21).

Tabel 21

Voederkwaliteit aanvullende kuilproeven										
	vers	vers ingekuild		voorgedroogd		gedroogd + Melasse		gedroogd + Ecosyl		streef- traject
		A	B	A	B	A	B	A	B	
droge stof	167	202	192	292	295	317	278	306	253	300-500
VEM	387	353	360	387	391	474	438	453	406	880-940
VEVI	379	352	359	378	383	479	432	452	400	900-980
Dve+	-5	1	14	17	23	26	22	23	25	60-80
Oeb+	21	4	-7	9	-1	8	-4	7	0	40-80
Vos	298	277	284	311	315	372	353	361	325	680-720
Fosp+	214	168	258	206	269	230	263	227	272	525-600
OEB+ 2 uur	13	8	8	12	11	13	9	13	12	40-95
FOSp+ 2 uur	49	33	46	42	50	46	48	45	51	225-300
StrWrd	1	0.8	0.9	1	1.2	0.9	1.4	1.1	1	2.6-3.0
verzadigingswaarde	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	0.95-1.1
Ruw as	549	607	599	535	541	486	487	489	526	90-120
Vcos T&T	66	70.6	70.8	66.9	68.7	72.4	68.9	70.7	68.5	76-80
Re	95	76	84	100	99	105	91	102	102	160-190
Ruw celstof	144	123	127	141	160	128	175	154	140	230-280
Suiker	16	2	2	2	2	4	2	2	2	40-100
NDF	240	200		260		259		264		420-500
ADF	x	274		305		276		283		240-290
ADL	45	27		38		37		48		20-30
Na	3.8		3.6		5.1		4.4		5.2	2.0-3.0
K	16.3		13.4		18.9		20.6		19.8	25-35
Mg	6.7		6.1		6.8		7.8		6.9	2.0-3.5
Ca	68.7		73.4		85.8		80.5		83	4.5-6.5
P	2.1		2		2.2		2.3		2.1	3.0-4.5
S	5.2		4.4		5.8		7.2		6	2.0-4.0
Mn	517		458		477		443		508	40-125
Zn	19		24		21		32		21	25-50
Fe	485		600		519		462		547	100-500
Cu	6.2		6.6		6.7		0.2		7.4	12.0-15.0
Mo	0.2		0.2		0.2		0.2		0.3	1.0-2.5
J	3.3		5.8		7		6.8		7.7	0.5-2.5
Co	373		341		426		403		476	100-500
Se	125		133		137		155		150	90-250

Kosten

Het probleem dat waterplanten veel water en lucht bevatten en snel gaan rotten blijkt oplosbaar. De waterplanten kunnen eenvoudig op grasland worden verspreid en dan worden gedroogd als kuilgras. Na een of meerdere keren schudden, kunnen de gedroogde planten tot de gangbare kuilvoerbalen worden geperst en in plastic worden verpakt. Door uitsluiting van zuurstof conserveren melkzuurbacteriën de geperste planten. De balen zijn licht, bijna onbeperkt houdbaar, goed te transporteren en bevatten alle mineralen en energie van de waterplanten.

Drogen en het persen van balen zijn in de melkveehouderij gangbare technieken. Mogelijk is drogen en balen persen zelfs goedkoper dan composteren, dat ongeveer € 35 per ton kost. De conservering en verhoging van het gehalte organische stof brengt de productie van biogas een stap dichterbij.

De verwerking van waterplanten tot veevoer heeft weinig toekomst. De voederwaarde is te gering en op de markt zijn veel alternatieven.

Tabel 23

kosten verwerken van 12 m ³ of 3 ton waterplanten			
	uur	€ per uur	totaal
laden met kraan	0,25	55	13,75
uitrijden	0,33	90	29,70
schudden en wiersen	0,25	60	15,00
persen	0,17	85	14,45
materiaal			10,00
totaal inkuilen			82,90
composteren			120,00
verschil			37,10

Bron: *Gesprek Leon Joore – Aldert van der Kooij, 3-12-2015*

Leon is papiertechnoloog en directeur van MillVision. MillVision is een bedrijf dat recepten en prototypes ontwikkelt op basis van natuurvezel technologie voor papier, karton en composieten (vezel versterkte bioplastics). Het bedrijf gaat uit van (agro-)reststromen zoals (berm)gras, natuurgras, paprika/tomaten stengels, suikerbieten pulp die normaal vergist of gecomposteerd worden. Voorbeelden van producten zijn natuurvezelpapier- en dozen, eierdoosjes, vogelhuisjes, afbreekbare plantenspotten en vangrails.

In de zomer van 2015 heeft MillVision op laboratoriumschaal papier gemaakt met behulp van Grote Waternavel (omgeving De Dommel) en Fonteinkruid (IJmeer bij Almere). Papier is vrijwel altijd een mengsel van verschillende soorten vezels. Dat is ook hier het geval geweest, waarbij het papier bestaat uit ca 10%

van de vezels van de waterplanten (zie foto). De rest bestaat uit vezels uit oud papier en toeslagstoffen. De pulp maakt MillVision op basis van ervaring en fysische testen. Een rapportage heeft Leon aan Aldert toegezegd, is nu nog niet klaar.

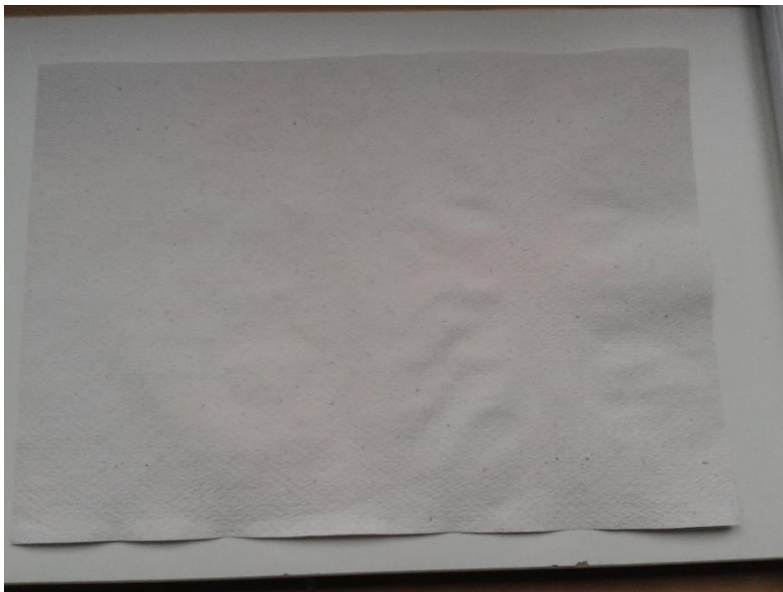


Foto: papier waarin Grote Waternavel verwerkt is (Bron: foto Aldert van der Kooij)

BVOR en compostering van exoten

Bron: *Branchvereniging Verwerking Organische Reststoffen (BVOR). Invasieve exoten. Certificaat 'erkende verwerker invasieve exoten'* <http://bvor.nl/invasieve-exoten/>

De BVOR is initiatiefnemer van het certificaat 'erkende verwerker invasieve exoten'. Ter onderbouwing van de eisen zoals gesteld in dit schema heeft de BVOR literatuuronderzoek laten uitvoeren door Wageningen Universiteit. Daarnaast is kennis genomen van praktijkervaringen van composteerbedrijven met de verwerking van invasieve exoten.

Verder is dankbaar gebruik gemaakt van de suggesties van de NWWA, de overheidsorganisatie verantwoordelijk voor de bestrijding van invasieve exoten. De NWWA denkt dat onderhavig certificatieschema een effectieve bijdrage kan leveren aan het voorkomen van verdere verspreiding. Bij de implementatie en evaluatie van het schema zal de BVOR contact blijven houden met relevante stakeholders, waaronder de NWWA, onderzoeksinstituten en adviesbureaus.

Het certificatieschema 'erkende verwerker invasieve exoten' richt zich op de gecontroleerde compostering van plantenresten afkomstig van invasieve exoten. Het schema stelt eisen aan de procescondities en de kwaliteitsborging in composteerbedrijven. Deze eisen zijn strenger dan de wettelijke eisen, en garanderen dat plantenresten en zaden van invasieve exoten onschadelijk worden gemaakt. Dit voorkomt verdere verspreiding. De eisen in het schema zijn door de BVOR afgestemd met de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NWWA) en experts van Wageningen Universiteit.

Vanaf 1 september 2015 kunnen composteerbedrijven het certificaat 'erkende verwerker invasieve exoten' behalen. Een ter zake kundige onafhankelijke certificeringsinstelling moet hiervoor bij het composteerbedrijf een audit uitvoeren waarbij het bedrijf aantoont dat het aan alle eisen en voorwaarden van het certificaat voldoet.

Zie: Voorwaarden Erkende verwerker invasieve exoten, <http://bvor.nl/wp-content/uploads/Voorwaarden-invasieve-exoten-1-09-2015.pdf>

Inmiddels is het eerste bedrijf in november 2015 gecertificeerd.

16 SAMENVATTING DATABASE

	GROTE KROOSVAREN	GROTE WATERNAVEL	KLEIN KROOS	PAREL VEDERKRUID	WATER TEUNISBLOEM	DOORGROEID FONTEINKRUID	WATERPEEST	WATER WAAIER RIET	LESGRAS	GROTE/GEWONE BRANDNETEL	GROTE LISDODDE
Parameter	% van de droge stof, gemiddeld	% van de droge stof, gemiddeld	% van de droge stof, gemiddeld	% van de droge stof, gemiddeld	% van de droge stof, gemiddeld	% van de droge stof, gemiddeld	% van de droge stof, gemiddeld	% van de droge stof, gemiddeld	% van de droge stof, gemiddeld	% van de droge stof, gemiddeld	
Density (g/m ²)											
Growth rate (per day)											
Productivity per day (g D.M./m ²)											
Dry matter	6,23	5,9	6,5	7,9	2,85	8,65	8,03	7	41,8	15	20,1
Organic matter	88	82	97	79	95	83	79,6	90	91,5	95,3	41,8
Ash	12,8	18,3	3,5	20,7	4,6	16,6	20,4	9,6	8,5	4,7	93,1
Crude fat	4,5	1,7	3,5	3,9	0,2	2,6	4	5,4	27,8	6,5	6,9
Crude fiber	14,1		12,7	15,0	6,0	17,1	15,4			30	2,44
Acid Detergent Fiber, ADF	26,6	30,0									27,49
Neutral Detergent Fiber, NDF	39,2										
Starch			28,3	2,0		2,0	2,3				
Cellulose	18,3		13,3	26,3		33,9	36,2	20,9	46	25,9	27,6
Hemicellulose	14,7		6,0	7,7		10,2	9,3		25	24,8	
Glucose			1,4	28,9		34,3	21,1			14,7	
Mannose				4,1		0,6	6,5				
Rhamnose				1,3		0,8	5,5				
Fructose				2,2		0,3	0,1				
Xylose			1,6	3,2		5,8	17,5				
Galactose			3,5	2,4		0,5	13,5				
Arabinose			1,3	3,7		2,6	6,4				
Uronic acid				1,6		1,9	21,2				
Lignine Klason	28,9		5,6	14,6		16,9	4,7	9,0	25	12,5	0,6
Lignine ASL				2,9		1,8	1,5				
C-Carbon			35,1								
N total	3,2	3,1		3,7			3,02		12,1		1,18
N-Kj			4,4								
Na	1,5		0,6				0,5		0,0534		0,08
Na2O											
K	1,9		4,4				3,68		1,09		0,23
K2O											
P	0,6		0,7				0,59		0,158		0,06
P2O5				1,2		0,4					0,17

	GROTE KROOSVAREN	GROTE WATERNAVEL	KLEIN KROOS	PAREL VEDERKRUID	WATER TELUNISBLOEM	DOORGROEID FONTEINKRUID	WATERPEEST	WATER WAAIER	RIET	LIESGRAS	GROTE/GEWONE BRANDNETEL	GROTE LIJSDODDE
Parameter	% van de droge stof, gemiddeld	% van de droge stof, gemiddeld	% van de droge stof, gemiddeld	% van de droge stof, gemiddeld	% van de droge stof, gemiddeld	% van de droge stof, gemiddeld	% van de droge stof, gemiddeld	% van de droge stof, gemiddeld	% van de droge stof, gemiddeld	% van de droge stof, gemiddeld	% van de droge stof, gemiddeld	
Ca	1,0		1,5		4,3	2,8	2,8	0,266				0,67
CaO			0,3		1,3	0,68	0,68	0,265				0,06
Mg			0,4		1,3	0,3	0,3					
MgO					1,3							
S					1,3							
SO4					1,3							
I												
Fe	0,10		26,1		0,1	0,4	0,4	5,88				88,4
Fe2O3					0,1	0,1	0,1					
Cl	1,07		11,9		1,6	0,6	0,6					
Si												
SiO2					2,0	0,8	6,3					
Cu	0,003											
Mn	0,08											
Mn3O4												
Co	0,0005						0,32					
Zn	0,005		25,6									3,7
Se												45,7
Al			3,5									3
Al2O3					4,3							
Pb	0,003											
Mo	0,001											
Sr	0,006											
Cd			0,012									
Pb			1,40									
As			0,21									
Hg			0,003									
Dioxins total			1,6E-07									
PCB total			3,4E-04									2,36

	GROTE KROOSVAREN	GROTE WATERNAVEL	KLEIN KROOS	PAREL VEDERKRUID	WATER TEUNISBLOEM	DOORGROEID FONTEINKRUID	WATERHEST	WATER WAAIER RIET	LIESGRAS	GROTE/GEWON E BRANDNETEL	GROTE LISDODDE
Parameter	% van de droge stof, gemiddeld	% van de droge stof, gemiddeld	% van de droge stof, gemiddeld	% van de droge stof, gemiddeld	% van de droge stof, gemiddeld	% van de droge stof, gemiddeld	% van de droge stof, gemiddeld	% van de droge stof, gemiddeld	% van de droge stof, gemiddeld	% van de droge stof, gemiddeld	
Proteins	21,3	20,8	41,0	16,2	7,0	18,8	22,9	13,1	20	32,5	7,07
Threonine	4,1	2,4	3,2					2,465			4,9
Valine	5,6	2,8	5,0					0,36			6,15
Methionine	1,6	0,7	0,8					0,038			1,53
Isoleucine	4,5	2,2	3,9					0,316			5,48
Leucine	8,0	4,2	7,2					0,604			9,68
Phenylalanine	4,9	2,7	4,5					0,5			5,88
Lysine	4,8	2,6	4,1					0,508			5,55
Histidine	2,3							0,22			
Arginine	5,5	2,5	4,3					0,725			6,05
Tryptophan	1,4										
Aspartic acid	8,5	16,1	7,1					0,982			11,28
Glutamic acid	10,8	6,8	7,6					0,938			13,75
Serine	4,0	2,5	2,6					0,433			5,28
Proline	4,1	2,7	2,9					0,708			5,23
Glycine	5,0	2,8	3,8					0,431			6,18
Alanine	5,9	3,2	4,6					0,698			6,78
Cystine	1,3	0,5						0,02			0,05
Hystidine	2,3		1,9								2,38
Hydroxyproline		0,0									
Hydroxylisine		0,0									
Tyrosine	3,3	1,4	2,9					0,496			3,58
Purines	0,49										
Adenine	0,02										
Guanine	0,05										
Hypoxanthine											
Xanthine											
Extractability total N				0,3			32,4				
Protein N				0,1							
N in dry leaf protein				0,04							
Purin N	5,5										

17 GERAADPLEEGDE BRONNEN

1. <http://www.agrifirm.com/agrifirm-feed/melkvee/thema/wwwgrasmonitorcom>
2. <http://www.biobasedeconomy.nl/2014/06/16/eindeloze-mogelijkheden-met-eendenkroos/#sthash.7SJVSzRk.dpuf>
3. Claude E. Boyd. *Amino Acid, Protein, and Caloric Content of Vascular Aquatic Macrophytes*. In *Ecology*, Vol. 51, No. 5 (Sep., 1970), pp. 902-906. Published by: Ecological Society of America. <http://www.jstor.org/stable/1933986>
4. Claude E. Boyd. Fresh-water Plants: a Potential Source of Protein. In: ECONOMIC BOTANY, VOL 22, No. 4, October-December, 1968
5. <http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/>
6. Steven M. Driever, Egbert H. van Nes, , Rudi M.M. Roijackers. Growth limitation of Lemna minor due to high plant density. *Aquatic Botany*, Volume 81, Issue 3, March 2005, Pages 245–251
7. http://www.ecopedia.be/3067/planten/Krozen_en_kroosvarens
8. | NL | Publicatieblad van de Europese Unie | L 317/35 VERORDENING (EU) Nr. 1143/2014 VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD van 22 oktober 2014
9. Gastvrije Randmeren, HISWA, Watersportverbond en Stichting Maaien Waterplanten Randmeren, oktober 2014. Evaluatie maaien waterplanten Randmeren 2014. Vergroten van bevaarbaar oppervlakte in de Randmeren.
10. Growth and photosynthesis of Hydrocotyle ranunculoides L. fil. in Central Europe. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*. Volume 202, Issue 8, 4 November 2007, Pages 653–660
11. FAO, HANDBOOK OF UTILIZATION OF AQUATIC PLANTS. FAO Fisheries Technical Paper No. 187. A Review of World Literature. E. C. S. Little, Kerikeri, Bay of Islands, New Zealand. <http://www.fao.org/docrep/003/x6862e/X6862E00.htm#TOC>
12. de Haan, M.; Pot, R., and van Oostveen, M. Onderbouwing handreiking waterplanten maaibeheer. Rijkswaterstaat; 2012
13. Kent W. Buckingham, Stephen W. Ela, James G. Morris, and Charles R. Goldman. Nutritive Value of the Nitrogen-Fixing Aquatic Fern *Azolla filiculoides*. In: *J. Agric. Food Chern.*, Vol. 26, No. 5, 1978
14. 4 december 2015, telefonisch gesprek met prof. dr. Peter Klinkhamer, Universiteit Leiden
15. M. Lourdes Costa, M. Conceição Santos & Francisco Carrapiço. Biomass characterization of *Azolla filiculoides* grown in natural ecosystems and wastewater. In: *Hydrobiologia* 415: 323–327, 1999.

16. http://www.floravannederland.nl/planten/klein_kroos/
17. <http://www.floravannederland.nl/planten/waterteunisbloem/>
18. <http://www.groot-zevert.nl/kroos>
19. Harifara Rabemanolontsoa and Shiro Saka. Comparative study on chemical composition of various biomass species. RSC Advances, 2013, 3, 3946.
20. Paulien Harmsen (WUR-FBR) e.a., september 2014. Bioaffinage Innovatie Cluster Regio Gelderland (BIC-Gelderland). Valorisatie lignocellulose-rijke biomassa. Fase 1: Technische haalbaarheidsstudie.
21. Hoving, I.E. & Holshof, G. , 1 juli 2012. Effluentpolishing met kroos. Deelrapport 3: Effluentpolishing met kroos. Kroos als product. WUR Livestock Research. Projectnummer 4716656
22. Gesprek Leon Joore – Aldert van der Kooij, 3-12-2015
23. <http://www.innovatie.waternet.nl/projecten/waterplanten-maaien-in-plassen-conservering-en-verwerking/?meer=true>
24. Van Kempen, M.M.L., Verhofstad, M.J.J.M., Smolders, A.J.P. 1 juli 2012. Effluentpolishing met kroos. Radboud Universiteit Nijmegen. Projectnummer 4716656
25. K.R. Koopman, J. Matthews, R. Beringen, B. Odé, R. Pot, G. van der Velde, J.L.C.H. van Valkenburg & R.S.E.W. Leuven. Risicoanalyse van de uitheemse Egeria (Egeria densa) in Nederland, 16 oktober 2014. Radboud Universiteit Nijmegen, Instituut voor Water en Wetland Research, Afdeling Milieukunde, FLORON & Roelf Pot Onderzoek- en Adviesbureau
26. J. G. Lilm, R. D. Goodrich and J. C. Meiske. WRRRC Bulletin 56. Aquatic Plants from Minnesota. Part 4 -Nutrient Composition. Department of Animal Science, and E. John Staba, Department of Pharmacognosy University of Minnesota. WATER RESOURCES RESEARCH CENTER UNIVERSITY OF MINNESOTA. GRADUATE SCHOOL. April 1973 Minneapolis, Minnesota
27. M. Lourdes Costa, M. Conceição Santos & Francisco Carrapiço. . Biomass characterization of Azolla filiculoides grown in natural ecosystems and wastewater. In: Hydrobiologia 415: 323–327, 1999.
28. J. Matthews, R. Beringen, L.P.M. Lamers, B. Odé, R. Pot, G. van der Velde, J.L.C.H. van Valkenburg, L.N.H. Verbrugge & R.S.E.W. Leuven. Risk analysis of the non-native Fanwort (Cabomba caroliniana) in the Netherlands. 30 August 2013. Radboud University Nijmegen, Institute for Water and Wetland Research, Department of Environmental Sciences, FLORON & Roelf Pot Research and Consultancy
29. J. Matthews, R. Beringen, F.P.L. Collas, K.R. Koopman, B. Odé, R. Pot, L.B. Sparrius, J.L.C.H. van Valkenburg, L.N.H. Verbrugge & R.S.E.W. Leuven. Risk analysis of non-native Curly Waterweed (Lagarosiphon major) in the Netherlands. Draft report, 22 August 2012. Radboud University Nijmegen, Institute for Water and Wetland Research, Department of Environmental Sciences, FLORON & Roelf Pot Research and Consultancy

30. Mitsuhiro Koyama, Shuichi Yamamoto, Kanako Ishikawa, Syuhei Banc, Tatsuki Todaa. Anaerobic digestion of submerged macrophytes: Chemical composition and anaerobic digestibility. In: Ecological Engineering 69 (2014) 304–309
31. Muhammad Akmal, Muhammad Hafeez-ur-Rehman, Sana Ullah, Naima Younus, Karim Johar Khan, Muhammad Qayyum. Nutritive value of aquatic plants of Head Baloki on Ravi River, Pakistan. International Journal of Biosciences, 2222-5234, <http://www.innspub.net> , Vol. 4, No. 10, p. 115-122, 2014
32. Nelson, W.j. and L.S. Palmer, 1938. Nutritive value and general chemical composition of Elodea Myriophyllum, Vallisneria and other aquatic plants. Minn. Agr. Exp. Stat., Tech. Bull. 136, 1-34
33. Pattanee Jantrarat. Nutritional composition and digestibility of water hyacinth and Water pennywort. Kasetsart J. (Nat. Sci.) 27: 532-535 (2536), Kasetsart University, Bangkok, Thailand
34. <http://www.pdv.nl/nederland/diervoederwetgeving/>
35. Plantenziektenkundige Dienst, Wageningen; Bureau Waardenburg, Culemborg ; Communicatiebureau de Lynx, Wageningen. Invasieve waterplanten in Nederland Veldgids. Plantenziektenkundige Dienst van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. Februari 2010
36. Qian Chen ,Yanling Jin, Guohua Zhang, Yang Fang, Yao Xiao and Hai Zhao, Improving Production of Bioethanol from Duckweed (Landoltia punctata) by Pectinase Pretreatment. In: Energies 2012, 5, 3019-3032; ISSN 1996-1073, www.mdpi.com/journal/energies)
37. Rijkswaterstaat, 20 april 2012. Handreiking waterplanten maai-beheer. Aanwijzingen voor het maaien van waterplanten in rijkswateren ten behoeve van recreatie.
38. Robert, H., Lafontaine, R.-M., Beudels-Jamar, R.C., Delsinne, T. (2013). Risk analysis of the Water Pennywort Hydrocotyle ranunculoides (L.F., 1781). - Risk analysis report of non-native organisms in Belgium from the Royal Belgian Institute of Natural Sciences for the Federal Public Service Health, Food chain safety and Environment. 59 p.
39. Effects of depth and season on the population dynamics of Cabomba caroliniana in south-east Queensland. Shon Schooler and Mic Julien. CSIRO Entomology, 120 Meiers Road, Indooroopilly, Queensland 4068, Australia. Fifteenth Australian Weeds Conference.
40. Sytsma, MD and Anderson, L.W.J. Biomass Nitrogen and Phosphorus Allocation in Parrotfeather (Myriophyllum aquaticum) In J. Aquat. Plant Management, 31: 244-248, 1993.
41. Telefoongesprek met Dr. J.L.C.H. (Johan) van Valkenburg, Nederlandse Voedsel en Waren Autoriteit, op 2015-12-08
42. Oscar Vorst, 8 augustus 2006, Loosdrecht.
http://www.nederlandsesoorten.nl/linnaeus_ng/app/views/species/nsr_taxon.php?id=119186&cat=144&epi=1
43. <http://www.verspreidingsatlas.nl/>
44. www.waarneming.nl

45. Thijs Wassink, CAH Vilentum. Analyserapport Waterplanten Veluwerandmeren. Januari 2014
46. Provincie Utrecht. Rendabele Bermgras inzamelstructuur, Zo groen als gras.... ARBOR- Interreg IVB - Europees fonds voor Regionale Ontwikkeling, november 2013, Eindrapport Royal HaskoningDHV
47. Wikipedia, https://nl.wikipedia.org/wiki/Grote_waternavel
48. <http://wilde-planten.nl/smalle%20waterpest.htm>
49. Biobased Economy: de Potentie van Eiwitten voor Technische Toepassingen. Wim Mulder e.a., Maart 2013. WUR publicatie 1311).
50. <http://nararenewables.org/feature/newsletter-2>
51. Economische haalbaarheid van grasraffinage op RWZI's, Grontmij Nederland B.V., 25 juni 2015, Projectnummer 337863)
52. <http://www.natuurkennis.nl/index.php%3Fhoofdgroep%3D2%26niveau%3D3%26subgroep%3D104%26subsubgroep%3D1010%26subsubsubgroep%3D300>)
53. : *Adrie van der Werf, Alterra, juni 2015. Deltafact Natte teelten. Alterra.*
http://www.deltaproof.nl/Publicaties/deltafactframe/Natte_teelten.aspx?Id=85
54. GREEN PAPER AND CARDBOARD .ANALYSE ALTERNATIEVE PLANTAARDIGE VEZELS VOOR PAPIER EN KARTON. Annemarie van Leeuwen, Michiel Klaassen. In opdracht voor KCPK. Dronten, december 2013)
55. M. BARAN Z. VÁRADYOVÁ, S. KRÁĀMAR, J. HEDBÁVN. The Common Reed (Phragmites australis) as a Source of Roughage in Ruminant Nutrition. Institute of Animal Physiology, Slovak Academy of Sciences, Kosice, Slovak Republic. Mendel University of Agriculture and Forestry, Brno, Czech Republic. November 18, 2002. In: ACTA VET. BRNO 2002, 71: 445–449
56. The cellulose resource matrix. Edwin R.P. Keijsers, Gülden Yılmaz, Jan E.G. van Dam. Food and Biobased Research, Wageningen UR, POB 17, 6700 AA Wageningen, The Netherlands. 29 August 2012
57. Jonas Schoelynck et al. Silica uptake in aquatic and wetland macrophytes: a strategic choice between silica, lignin and cellulose? View issue TOC, Volume 186, Issue 2, April 2010 , Pages 385–391. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-8137.2009.03176.x/full>
58. Maurizio Borin, Giulia Florio, Antonio Barbera, Giuseppe Luigi Cirelli, Roberto Albergo, Salvatore Palazzo. PRELIMINARY EVALUATION OF MACROPHYTE WETLAND BIOMASSES TO OBTAIN SECOND GENERATION ETHANOL. 19th European Biomass Conference and Exhibition, 6-10 June 2011, Berlin, Germany
59. <http://www.natuurlijkerwijs.com/brandnetel.htm#top>
60. Regionaal Innovatie Programma Fryslân 2014-2017. www.fryslan.frl/fryslanfernijt
www.lstleewarden.nl

61. Investigation of the use of stinging nettle fibres (*Urtica Dioica*) for polymer reinforcement: Study of single fibre tensile properties. Edwin Bodros and Christophe Baley. Vestas Technology R&D, Monks Brook, St Cross Business Park, Newport PO30 5WZ, Isle of Wight UK)
62. <http://www.agwf.nl/home/brandnetel-vitaminenbom>
63. <http://www.waterwereld.nu/lisdodde.php>
64. <http://kenniswerkplaatsnoordoostfryslan.nl/projecten/act-opdracht-lisdodde>
65. <http://www.permacultuurnederland.org/planten.php?zoek=&laag=&functieSER=YjowOw==&page=16&pid=318&sort=>
66. Vernatting voor veenbehoud. Bas van de Riet, Roel van Gerwen, Hartger Griffioen, Niels Hogeweg. Landschap Noord-Holland, Rapportnummer 14015, 2014)