

Stroomdalgrasland en veertien jaar verwildering in de Millingerwaard

K.V. Sýkora, J.H. Stuver, I. de Ronde & L.J. de Nijs

Creating 'new nature' is at the expense of the nature we already have.

Jinze Noordijk 2009

INLEIDING

In 1990 verscheen het eerste Natuurbeleidsplan van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV 1990). Hierin werd het begrip Ecologische Hoofdstructuur (EHS) geïntroduceerd. De EHS bestaat uit ecosystemen van internationaal belang, natuurontwikkelingsgebieden en verbindingszones. Door natuurontwikkeling zouden ook agrarische gebieden in zogeheten 'nieuwe natuur' worden veranderd. In 2002 waren er in Nederland bijna 300 natuurontwikkelingsprojecten, in grootte variërend van slechts enkele hectares tot 2000 ha (De Vries 2002). Een van de eerste projecten was gebaseerd op het Plan Ooievaar (Bruin et al. 1987; Van der Heijden 2005). In dit plan werd een draaiboek voorgesteld voor natuurontwikkeling in de uiterwaarden van Maas, Rijn en Waal. Doel was de ontwikkeling van meer natuurlijke ecosystemen door natuurlijke processen te herstellen. Dat moest worden bereikt door de invloed van de rivier te vergroten, geen landbouw meer toe te staan en de zomerdijken te verlagen. Tot de natuurlijke processen rekenden de opstellers van het plan erosie, sedimentatie, duinvorming, overstroming, ijsgang, begrazing door vrijzwervende dieren en de invloed van uitgezette bevers. Natuurontwikkeling zou leiden tot een mozaïek van zacht- en hardhoutbossen, open water, moerassen en grasland.

In 1992 publiceerde het Wereld Natuurfonds het plan *Levende Rivieren* waarin ongeveer 200.000 ha nieuwe natuur werd gepland (Helmer et al. 1992). In dit kader begon een van de eerste natuurontwikkelingsprojecten in de Millingerwaard, een onderdeel van het Natura2000-gebied Gelderse Poort (Ministerie van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit 2007; Schaminée 2009).

De Millingerwaard maakt deel uit van het Fluviaal District, dat vooral wordt gekenmerkt door stroomdalgrasland en door stroomdalplanten (Sloff & Van Soest 1938/39; Weeda 1990). Vooral het Sikkelklaver-Zachte haver-grasland (*Medicagini-Avenetum pubescentis*), een soortenrijk type droog grasland op rivierduinen en oeverwallen, is zeer kenmerkend voor dit district en heeft bovendien internationale betekenis. Dit graslandtype is in Nederland schrikbarend achteruitgegaan en daardoor uiterst zeldzaam en sterk bedreigd geworden (Weeda et al. 2002, p. 81, 95; Weeda et al. 2005). De laatste decennia is het oppervlak ervan met meer dan 90% afgenomen (Schaffers et al. 2008). In de Habitatrichtlijn zijn droge stroomdalgraslanden als prioritair habitatype aangewezen (Janssen & Schaminée 2003). Herstel van deze hoogst waardevolle vegetatie heeft bij natuurontwikkelingsprojecten dan ook een hoge prioriteit.

In dit artikel beschrijven wij hoe de vegetatie tijdens de natuurontwikkeling in de Millingerwaard is veranderd. Wij onderzochten in het bijzonder het effect van de extensieve jaarrondbegrazing op het Sikkelklaver-grasland (*Medicagini-*

Avenetum), de Kweekdravik-Kruisdistel-pionierruigte (*Bromo-Eryngietum campestris*) en de stroomdalplanten. De omschrijving van de genoemde syntaxa volgt De vegetatie van Nederland (Schaminée et al. 1995, 1996, 1998), afgezien van enkele daarin niet beschreven rompgemeenschappen.

MILLINGERWAARD

De Millingerwaard ligt 10 km oostelijk van Nijmegen op de zuidelijke oever van de Waal (Afbeelding 1). Van alle natuurontwikkelingsgebieden telt dit gebied het grootste aantal stroomdalplanten en Rode Lijst soorten (Peters & Kurstjens 2007). In 1989 werd een deel van de Millingerwaard aangekocht om er met de natuurontwikkeling te beginnen. Het totale oppervlak bedraagt 700 ha en het gebied bestond toen uit akkers, bemeste weilanden, steenfabrieken en spontaan wilgenstruweel en -bos. Het wilgenbos is plaatselijk meer dan 50 jaar oud.

Tot 1990 werden de oeverwallen en rivierduintjes bemest en door vee begraasd. Nu en dan werd het hierop afgezette zand met een bulldozer weer de rivier in geschoven. De uiterwaard werd tegen overstroming beschermd met een zomerdijk. In de lage delen lagen bemeste weiden of werd maïs geteeld.

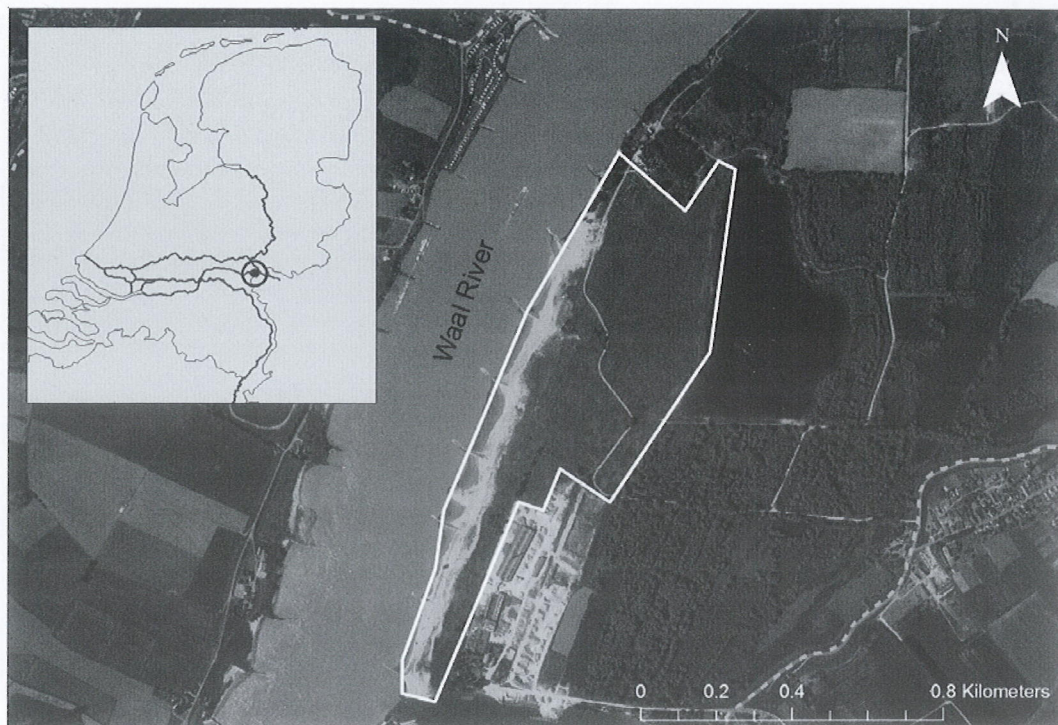
In 1990 werden alle hekken verwijderd en in 1991 begon de jaarrondbegrazing na introductie van Koniks (kleine Poolse paardjes), in 1992 gevolgd door Galloways (een Schots koeienras).

Loodrecht op de rivier volgen rivieroever, oeverwal/rivierduin, laaggelegen voormalige akkers en weiland elkaar op, eindigend in een wilgenstruweel of -bos. De lagere delen worden of werden gekenmerkt door brandnetelruigten (*Galio-Urticetea*) en overstromingsweiden (*Ranunculo-Alopecuretum geniculati*). Het Sikkelklaver-grasland en de Kweekdravik-Kruisdistel-pionierruigte zijn juist kenmerkend voor de zandige oeverwallen en rivierduintjes. Deze vegetatie blijkt niet alleen zelf van internationaal belang, maar is bovendien belangrijk voor insecten, onder meer loopkevers. Uit deze familie vonden wij een aantal zeldzame, voor zandig substraat kenmerkende soorten (Verdonschot et al. 2007).

De Kweekdravik-Kruisdistel-pionierruigte is, hoewel nog steeds zeldzaam, toegenomen en niet bedreigd. In dit ruigtetype handhaaft zich een aantal soorten uit het Sikkelklaver-grasland, dat wel sterk achteruitgegaan en bedreigd is. Bij ons onderzoek in de Millingerwaard ligt de nadruk daarom op stroomdalgrasland, Kweekdravik-Kruisdistel-pionierruigte en stroomdalsoorten.

HERHAALDE VEGETATIEKARTERING EN PERMANENTE KWADRATEN

Aan de hand van 61 vegetatieopnamen van 9 m² (volgens de negendelige schaal van Barkman, Doing en Segal 1964) en ter plaatse gemeten bodemfactoren onderzochten wij eerst de relatie tussen de vegetatiesamenstelling en parameters als vocht, totaal N, P en K, beschikbaar N, P, Na⁺, Mg²⁺ en K⁺, pH (CaCl₂), percentages organische stof en CaCO₃, kationen-uitwisselcapaciteit (klei-humuscomplex, CEC), basenverzadiging met Ca, Mg, K en Na, percentages zand, silt en klei en hoogte t.o.v. NAP. In de loop van de tijd nam zowel de oppervlakte toe (van 31 tot 140 ha) als het totale aantal grazende dieren (van 21 tot 108). Bij de berekening van de graasdichtheid werd rekening gehouden met de toegankelijkheid van de gebieden en de voedingswaarde van de vegetatie (F. Erhart, ongepubliceerde waarden). De relatie met de vegetatie werd geanalyseerd met een Canonische



Afbeelding 1. De ligging van de Millingerwaard. Het onderzochte gebied is wit omlind.

Correspondentie Analyse (CCA), waarbij ook het belang en de significantie van de factoren werd getoetst met een voorwaartse selectie en een Monte Carlo Permutatie test.

In 1994, 1998 en 2002 werd de vegetatie gekarteerd. Na een classificatie met behulp van ongeveer 400 over het terrein verspreide vegetatieopnamen werd de verandering in oppervlakte van de verschillende vegetatie-eenheden met GIS berekend.

Met herkaracteringen kunnen alleen veranderingen in oppervlakte worden weergegeven. Om bovendien de verandering in de soortensamenstelling te volgen werden in 1994-1997, 1999, 2002, 2004 en 2005 zeventig permanente quadraten (PQ's) opgenomen. Deze werden gebruikt om een successieschema te tekenen en om met behulp van indirecte ordinatie (*Detrended Correspondence Analysis*, DCA) de vegetatieontwikkeling en de relatie met de bedekking van syntaxonomische soortengroepen, het aandeel aan stroomdalplanten (Peters & Kurstjens 2007), gewogen Ellenbergwaarden, overstrooming in dagen per jaar (30 juni voorgaand jaar – 30 juni opnamejaar), graasdichtheid en diversiteit te illustreren.

De totale bedekking van de verschillende syntaxonomische soortengroepen en van de stroomdalplanten is berekend door de bedekking per m² van de desbetreffende soorten per jaar en per ecosysteem (oeverwal of laaggelegen voorma-

Tabel 1. Syntaxonomische tabel van de plantengemeenschappen onderscheiden aan de hand van alle PQ's opgenomen over de jaren 1994-1997, 1999, 2002, 2004 and 2005. Achter de soorten staat met Romeinse cijfers de presentieklasse aangegeven: I= 1-20%, II=21-40%, III=41-60%, IV=61-80% en V=81-100%. De karakteristieke bedekking in ordinale schaal staat aangegeven in superscript. De karakteristieke bedekking is de gemiddelde bedekking van een soort in een cluster, indien aanwezig.

Bij soorten die in meer dan één klasse diagnostische betekenis hebben, staan in de tweede kolom syntaxa vermeld waarvoor deze soorten differentiërend zijn. De betekenis van de gebruikte letter-cijfercodes is in de eerste kolom te vinden (d = differentiërend). Soorten die in slechts één of twee kolommen voorkomen en daarin een presentie I hebben, zijn in de addenda opgenomen, onder vermelding van de zójuist genoemde letter-cijfercodes.

De onderscheiden clusters worden tot de volgende gemeenschappen gerekend (= overgang tussen, de gemeenschappen waartussen de overgang bestaat worden in volgorde van belangrijkheid gegeven): 1-5 Bromo inermis-Eryngietum, 1 soortenarm, 3 en 4 soortenrijk; 6-8 Bromo inermis-Eryngietum/Medicagini-Avenetum; 9-10 Medicagini-Avenetum/Bromo inermis-Eryngietum, 11-13 Bromo-Eryngietum/Lolio-Potentillion; 14 - 15 Lolio-Potentillion/Tanaceto-Artemisietum; 16-18 Ranunculo-Alopecuretum; 19 RG Rubus caesius-Urtica dioica-[Gallo-Urticetea]; 20-21 Lolio-Potentillion; 22 RG Cirsium arvense-Glechoma hederacea-[Gallo-Urticetea]; 23 RG Cirsium arvense-[Artemisietea/Plantagineetea]; 24 Bromo-Corispermum/Bromo-Eryngietum/Lolio-Potentillion; 25 Ranunculo-Alopecuretum/Phragmitetea; 26 Phragmitetea/Bidentetea.

Cluster	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26							
Aantal vegetatieopnamen	29	32	16	23	8	37	27	33	27	13	30	11	14	46	13	8	16	19	44	26	20	10	15	13	11	6							
syntaxa																																	
31 ARTEMISIETEA VULGARIS																																	
<i>Reseda lutea</i>		I ³	II ⁴	I ⁴	II ⁴																												
<i>Geranium pusillum</i>			IV ⁴	II ³		II ³		I ³				II ³																					
<i>Senecio inaequidens</i>						I ²	III ⁴	I ³				I ²																					
<i>Rumex obtusifolius</i>	I ³		I ²	I ²				I ²		I ³	I ²	I ³	IV ³	I ²	I ³			III ³	I ³	I ²		II ³	II ⁴	II ³									
<i>Carduus crispus</i>														II ⁴			I ³	I ⁴	I ²														
<i>Cirsium vulgare</i>						I ³								II ⁴			I ²																
<i>Hypericum perforatum</i>						I ³								I ³			I ²																
<i>Barbarea vulgaris</i>													I ³																				
<i>Linaria vulgaris</i>													I ³																				
<i>Reseda luteola</i>		I ³	I ³	I ²	I ⁴								I ³																				
<i>Conium maculatum</i>						I ²																											
<i>Cirsium arvense</i>	d30	IV ⁵	I ⁶	II ³	I ³		II ³	I ⁴	II ³	I ⁴	IV ³	III ⁵	V ⁷	IV ⁵	III ³	IV ³	V ⁷	IV ⁵	V ⁴	V ⁴	V ⁴	V ⁷	V ⁷	V ⁷	II ²	I ²							
31CAGROPYRETALIA REPENTIS																																	
<i>Oenothera biennis</i>																																	
<i>Sisymbrium officinale</i>													I ²																				
<i>Mellilotus spec.</i>						I ²								I ⁴																			
<i>Verbascum nigrum</i>																																	

Cluster	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26								
Aantal vegetatieopnamen	29	32	16	23	8	37	27	33	27	13	30	11	14	46	13	8	16	19	44	26	20	10	15	13	24	25	26							
31CA DAUCO-MELILOTION																																		
<i>Elytrigia repens</i>	IV ⁵	IV ⁴	V ⁵	V ⁵	IV ⁴	V ⁵	III ⁶	V ⁵	II ⁵	IV ⁵	IV ⁵	V ⁶	V ⁵	III ⁵	III ⁵	III ⁵	V ⁶	I ⁴	I ⁵	I ⁴	I ⁴	I ⁴	III ⁴	I ⁴	I ⁴									
<i>Silene latifolia</i> * alba	I ³	IV ⁴	III ³	I ²	I ³	I ³	I ²	I ³	I ³	I ³	II ²	II ²	I ³	I ⁴	IV ⁴	I ³	V ³	I ²	I ²	I ³	I ³	I ⁴	I ³	I ⁴	I ³	I ²	I ²	I ²						
<i>Artemisia vulgaris</i>			I ²				I ²	I ³		II ³	I ²	I ²	I ³	I ⁴	IV ⁴	I ³	V ³	I ²		I ³	I ³	I ⁴	I ³	I ³	I ⁴	I ³	I ²	I ²						
<i>Arctium lappa</i>			I ³				I ³	I ³		I ³	I ²	I ²	I ²	I ³	IV ³	II ⁶	II ²	I ³	II ⁴	I ²	II ³	III ³	I ³	I ³	I ⁴	I ³	I ⁴	III ⁴						
<i>Oenothera spec.</i>			I ³				I ³	I ⁴		II ³	I ³					I ²	III ⁴	I ⁵		I ²	I ²													
<i>Oenothera glazioviana</i>			I ³				I ²	I ³		I ²	I ³						I ⁵																	
<i>Oenothera deflexa</i>			I ²														I ²																	
31Ca2 Bromo inermis-Eryngietum campestris																																		
<i>Saponaria officinalis</i>	I ⁶	IV ³	II ³	V ⁶	III ³	I ³	II ⁵	II ⁶	II ⁴	I ⁴	II ⁵	III ³	III ³	II ⁴			I ⁴	I ⁴	I ³	I ³														
<i>Euphorbia esula</i>	II ⁵	I ⁷	I ⁵	I ⁴			I ³	I ⁴	I ³	I ²	III ⁴	I ³	I ²	I ⁴			I ³	I ³	I ⁵	II ⁵														
<i>Carduus nutans</i>	I ³		I ⁴	I ³			III ⁴	I ³	II ²	I ²	I ²	II ⁴																						
<i>Rumex thyrsiflorus</i>			I ³	II ³	II ⁴		V ⁵	V ⁶	II ⁴	IV ⁶	I ⁴	III ⁴	I ³	III ³					I ³	I ²														
<i>Bromopsis inermis</i>			II ⁵	I ⁵	I ⁴		IV ⁵	I ⁴	I ⁶	I ⁴	I ³	II ⁴	I ³	II ⁴	I ³																			
d <i>Calamagrostis epigejos</i>	IV ⁴	V ⁵	V ⁷	V ⁵	V ⁶	II ⁶	IV ⁷	III ⁶	V ⁵	IV ⁵	IV ⁵	V ⁶	IV ⁵	IV ⁵	III ⁴			III ⁴	IV ⁷	V ⁸	III ⁶													
31Ca3 Tanacetum-Artemisietum																																		
<i>Tanacetum vulgare</i>							I ³	IV ⁴	I ⁶	I ⁴	II ³		I ⁵	IV ⁶	II ⁵		I ²		I ³															
31AA SALSOLION RUTHENICAE																																		
<i>Conyza canadensis</i>			IV ³	I ³	I ²	II ³	II ⁴	II ³	II ⁴	III ³	I ³	II ³	I ³	II ³	I ²		V ³	IV ⁴	I ³	III ⁴	II ³	III ³	III ³	IV ⁴	I ²									
<i>Senecio viscosus</i>							I ²			I ³	I ³	II ²		I ²				I ³																
31Aa1 Bromo-Corispermetum																																		
<i>Corispermum intermedium</i>			III ³	I ³	I ⁴		I ³				I ³	II ⁴	I ²																					
<i>Amaranthus blitoides</i>																																		
31Aa2 Eriogonon-Lactucetum																																		
<i>Lactuca serriola</i>																																		
14 KOELERIO-CORYNEPHORETEA, 14B TRIFOLIO-FESTUCETUM OVINAE																																		
<i>Cerastium semidecandrum</i>			I ²	II ⁴			I ⁴	I ⁵	I ³	II ⁵	I ³	I ⁴					I ⁴																	
<i>Sedum acre</i>			I ⁵				I ⁴	I ³	I ⁵	I ⁴	I ⁴	I ³	I ³																					
<i>Arenaria serpyllifolia</i>			IV ⁴	I ³			II ³	I ⁴	I ²	I ⁵	II ³	I ³					I ³																	
<i>Ononis repens</i>							I ⁴	I ⁴	I ⁶	I ⁴	III ⁷																							
<i>Gallium verum</i>							I ⁵				III ⁵																							
<i>Carex arenaria</i>																																		
14BC SEDO-CERASTION																																		
<i>Euphorbia cyparissias</i>			I ⁴	V ⁵	V ⁶	IV ⁶																												
<i>Cerastium arvense</i>			I ⁵	I ⁵	I ⁶		III ⁵	III ⁶	IV ⁶	V ⁶	I ⁶	III ³	I ³																					
d <i>Convolvulus anvensis</i> d16Bb1			III ⁶	I ³	I ³		I ⁴	I ³	II ⁴		I ⁴	I ³																						
d <i>Eryngium campestre</i>			I ³	V ²	II ⁴		V ⁶	V ⁶	IV ⁶	IV ⁶	IV ⁴	IV ³	I ²	III ³																				
d <i>Festuca rubra</i>			II ⁵		I ⁵	I ⁵	V ⁶	IV ⁷	V ⁶	V ⁷	V ⁷	IV ⁶	II ⁵	II ⁶	I ⁵	III ⁶																		
d <i>Achillea millefolium</i>							IV ⁵	III ⁵	I ⁴	I ⁶	I ⁶	I ²	I ²	III ⁴	II ³																			
d <i>Veronica anvensis</i> d30							I ⁴																											

Cluster	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		
Aantal vegetatieopnamen	29	32	16	23	8	37	27	33	27	13	30	11	14	46	13	8	16	19	44	26	20	10	15	13	11	6		
14BC SEDO-CERASTION																												
14Bc2 Medicagini-Avenetum pubescentis																												
<i>Medicago falcata</i>			V ⁶	V ⁷	V ⁷	IV ⁵	II ³	I ²	IV ⁷	I ⁴	II ⁶								I ³	II ³								
<i>Salvia pratensis</i>						I ⁵	I ⁶																					
<i>Thalictrum minus</i>																												
16 MOLINIO-ARRHENATHERETEA																												
<i>Cerastium fontanum</i> * <i>vulgare</i>			I ³	IV ⁴	I ³	III ⁴	III ⁴	I ³	I ³		I ⁴		I ³	II ³	II ³		III ³	III ³	III ³	II ³	II ³	I ³	IV ⁴	I ³				
<i>Prunella vulgaris</i>														I ²			II ³	I ⁴	I ²									
<i>Centaurea jacea</i>																II ⁶	I ³											
16B ARRHENATHERETALIA																												
<i>Phleum pratense</i>																												
<i>d Trifolium dubium</i> d ^{14Bc}																												
16Bb ARRHENATHERION, 16Bb1 Arrhenatheretum elatioris																												
<i>Arrhenatherum elatius</i>																												
<i>Gallium mollugo</i>																												
<i>Pastinaca sativa</i>																												
<i>d Equisetum arvense</i> d30																												
<i>d Heraclium sphondylium</i> d33																												
<i>d Daucus carota</i>																												
16Ba ALOPECURION PRATENSIS																												
<i>Alopecurus pratensis</i>																												
<i>d Symphytum officinale</i>																												
12 PLANTAGINETEA MAJORIS																												
<i>Leontodon autumnalis</i>																												
<i>Trifolium repens</i>																												
<i>Potentilla anserina</i>																												
12Aa POLYGONION AVICULARIS, 12Aa Plantagini-Lolietum perennis																												
<i>Polygonum aviculare</i>																												
<i>Lolium perenne</i>																												
<i>Plantago major</i>																												
<i>Poa annua</i>																												
<i>d Capsella bursapastoris</i> d ^{29Aa3}																												
12Ba LOLIO-POTENTILLION ANSERINAE																												
<i>Agrostis stolonifera</i>																												
<i>d Poa trivialis</i>																												
<i>d Ranunculus repens</i>																												
<i>Festuca arundinacea</i>																												

Cluster	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26				
Aantal vegetatieopnamen	29	32	16	23	8	37	27	33	27	13	30	11	14	46	13	8	16	19	44	26	20	10	15	13	11	6				
12Ba1 Ranunculo-Alopecuretum geniculati																														
<i>Carex hirta</i>	1 ⁴	1 ⁴	1 ⁴	1 ³	1 ⁵	1 ⁵	1 ⁶	1 ⁶	1 ⁴	1 ⁵	1 ⁶	1 ⁴	1 ³	1 ⁴	1 ⁴	1 ⁵	1 ⁵	1 ³	1 ⁴	1 ⁵	1 ⁵	1 ⁴	1 ³	1 ³	1 ⁴	1 ⁴	1 ⁴			
<i>Potentilla reptans</i>				1 ⁴	1 ⁴	1 ⁴	1 ⁵	1 ⁵	1 ⁴	1 ⁵	1 ⁷	1 ³	1 ⁴	1 ⁵	1 ³	1 ⁸	1 ⁷	1 ⁵	1 ⁶	1 ⁷	1 ⁷	1 ³	1 ⁴	1 ³	1 ⁶	1 ⁶	1 ⁶			
<i>Rumex crispus</i>			1 ³	1 ³	1 ²	1 ²	1 ³	1 ³		1 ²	1 ²	1 ³	1 ³	1 ²	1 ³	1 ²	1 ²	1 ²	1 ²	1 ³	1 ²	1 ³	1 ²	1 ²	1 ²	1 ²	1 ²			
<i>Rorippa sylvestris</i>	1 ²	1 ⁴	1 ⁴	1 ³	1 ²	1 ²					1 ²	1 ⁴	1 ⁴	1 ³	1 ⁴	1 ⁴	1 ³	1 ⁵	1 ⁴	1 ⁴	1 ³	1 ³	1 ³	1 ⁴	1 ³	1 ⁴	1 ⁴			
<i>Juncus compressus</i>																1 ⁵	1 ⁴	1 ⁴								1 ⁵	1 ⁴			
<i>Alopecurus geniculatus</i>																1 ⁵	1 ⁴	1 ³				1 ⁴					1 ⁴			
33 GALIO-URTICETEAE, 33Aa GALIO-ALLIARION																														
<i>Urtica dioica</i>	1 ³	1 ⁶	1 ⁴		1 ⁵	1 ³	1 ²	1 ²	1 ⁶	1 ³	1 ²	1 ³	1 ⁵	1 ⁴	1 ⁴	1 ⁴	1 ⁴	1 ⁴	1 ⁵	1 ⁶	1 ³	1 ⁴	1 ⁴	1 ³	1 ³	1 ⁵	1 ⁵			
<i>Glechoma hederacea</i>			1 ³							1 ⁵	1 ⁵	1 ²	1 ⁵	1 ⁵	1 ⁶	1 ⁶	1 ⁴	1 ⁵	1 ⁴	1 ⁵	1 ⁶	1 ⁶	1 ⁶	1 ⁶	1 ⁶	1 ⁶	1 ⁶	1 ⁶		
<i>Galium aparine</i>			1 ²		1 ²	1 ³	1 ³			1 ²		1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ⁴	1 ³	1 ³	1 ³	1 ²	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³		
<i>Alliaria petiolata</i>						1 ³					1 ³	1 ²	1 ²											1 ²	1 ²	1 ²	1 ²	1 ²		
32B CONVOLVULETALIA SEPIUM																														
<i>Rubus caesius</i>	1 ⁴	1 ³	1 ²	1 ³	1 ²							1 ⁴	1 ⁴	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ⁴	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³		
<i>Cuscuta europaea</i>					1 ⁴				1 ³				1 ⁴	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ⁴	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³		
<i>Epilobium hirsutum</i>													1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ⁴	1 ²	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³		
8 PHRAGMITETEAE																														
<i>Phalaris arundinacea</i>						1 ⁴					1 ⁴	1 ⁴	1 ⁵	1 ⁴		1 ⁵	1 ⁴	1 ⁴	1 ⁴	1 ⁴					1 ³	1 ⁵	1 ⁵	1 ⁵		
<i>Poa palustris</i>			1 ³									1 ⁴	1 ⁴	1 ⁴	1 ⁴	1 ⁴	1 ⁴	1 ⁴	1 ⁴	1 ⁴	1 ⁴	1 ⁴	1 ⁴	1 ⁴	1 ⁴	1 ⁴	1 ⁴	1 ⁴		
<i>Lythrum salicaria</i>														1 ³		1 ⁵	1 ⁴	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ²	1 ³	1 ⁴	1 ⁴	1 ⁴	1 ⁴	1 ⁴		
<i>Lycopus europaeus</i>														1 ³		1 ⁴	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ⁴	1 ⁴	1 ⁴	1 ⁴	1 ⁴		
<i>Myosotis scorpioides</i>														1 ³		1 ⁴	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ⁴	1 ⁴	1 ⁴	1 ⁴	1 ⁴		
<i>Veronica catenata</i>																1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>																1 ³	1 ²	1 ²	1 ²	1 ²	1 ²	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	
<i>Mentha aquatica</i>																1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ⁴	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	
29 BIDENTETEAE TRIPARTITAE																														
<i>Tripleurospermum maritimum</i>			1 ⁴									1 ²	1 ²	1 ⁴	1 ³	1 ³	1 ⁴	1 ³	1 ²	1 ³	1 ³	1 ³	1 ⁴	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	
<i>Rumex palustris</i>														1 ⁴		1 ⁴	1 ³	1 ²	1 ²	1 ²	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	
<i>Potentilla supina</i>																1 ⁴	1 ³	1 ⁴	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³
<i>Persicaria mitis</i>													1 ⁴	1 ⁴		1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³
<i>Bidens tripartita</i>																1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³
<i>Bidens frondosa</i>																1 ²	1 ²	1 ²	1 ²	1 ²	1 ²	1 ²	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³
<i>Persicaria maculosa</i>																1 ²	1 ²	1 ²	1 ²	1 ²	1 ²	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³
29Aa3 Polygono-Bidentetum																														
<i>Persicaria hydropiper</i>																														
29Aa3 Chenopodietum rubri																														
<i>Atriplex prostrata</i>												1 ²	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ²	1 ²	1 ²	1 ²	1 ²	1 ²	1 ²	1 ²	1 ²	1 ²	1 ²	1 ²
<i>Persicaria lapathifolia</i>												1 ²	1 ²	1 ²	1 ²	1 ²	1 ²	1 ²	1 ²	1 ²	1 ²	1 ²	1 ²	1 ²	1 ²	1 ²	1 ²	1 ²	1 ²	1 ²

Cluster	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		
Aantal vegetatieopnamen	29	32	16	23	8	37	27	33	27	13	30	11	14	46	13	8	16	19	44	26	20	10	15	13	11	6		
29 BIDENTETEAE TRIPARTITAE																												
29Aa4 Eleocharito acicularis-Limoselletum																												
<i>Pulicaria vulgaris</i>																											II ⁶	
30 STELLARIETEA MEDIAE																												
<i>Chenopodium album</i>		2	3		2	3				3	2	3	3			2	2	III ⁴	3				II ³	V ⁴	2			
<i>Erodium cicutarium</i>			4			3			2			2						3										
<i>Fallopia convolvulus</i>			3			4	3											II ⁴			2	4	3	IV ³				
<i>Stellaria media</i>			3			2						2						II ⁴				2	4	3	IV ³			
<i>Solanum nigrum</i>						2			2			3	3		4							4		3				
<i>Sinapis arvensis</i>						2		2				2					2	II ³				2		3				
<i>Sonchus asper</i>										2		3						3				2		4				
<i>Chenopodium polyspermum</i>													3		5		3	2										
<i>Sonchus arvensis</i>													3				3	3					3					
<i>Mentha arvensis</i>														4	3		3	3					3					
<i>Sonchus oleraceus</i>															3		2	III ⁴					2					
Houtgewassen																												
<i>Crataegus monogyna</i>														2							3	3						
<i>Populus nigra</i>																V ⁵	IV ⁴									III ⁵	III ²	
<i>Salix alba</i>																		2	3									
<i>Salix spec.</i>																						2					III ⁴	
Overige soorten																												
<i>Brassica napus</i>		2																										
<i>Taraxacum spec.</i>		2																										
<i>Persicaria amphibia</i>		V ⁵																										
<i>Geranium molle</i>			6			3	III ⁴	4	4																			
<i>Poa pratensis</i>			5	5	II ⁵		4	5	4	4	4	4	4	4	4		4	3	4	4	5	5	5	4	3			
<i>Dactylis glomerata</i>			4	3		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
<i>Brassica nigra</i>			III ³			3		2		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
<i>Medicago lupulina</i>						4	4		4																			
<i>Solanum dulcamara</i>																												
<i>Stachys palustris</i>																												
<i>Cardamine hirsuta</i>																												
<i>Xanthium orientale</i>																												
<i>Agrostis capillaris</i>																												
<i>Jacobaea vulgaris</i>																												
<i>Veronica serpyllifolia</i>																												
<i>Impatiens glandulifera</i>																												
<i>Brassica oleracea</i>																												
<i>Plantago lanceolata</i>																												
<i>Convolvulus sepium</i>																												

Cluster	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		
Aantal vegetatieopnamen	29	32	16	23	8	37	27	33	27	13	30	11	14	46	13	8	16	19	44	26	20	10	15	13	11	6		
<i>Carex spicata</i>	1 ³	.	.	.	.	.	11 ³	.	1 ³	.	.	1 ²	.	.	1 ²	.	1 ⁵	1 ²	.	.		
<i>Rumex crispus</i> x <i>obtusifolius</i>	1 ²	.	.	.	.	1 ³	.	.	.	1 ²	.	1 ²	1 ³	.	.	.	.	.	.
<i>Jacobaea erucifolia</i>	1 ³	.	.	1 ³	.	1 ³	.	.	1 ²	.	1 ³	.	.	.	.	.	.	.
<i>Arctium</i> spec.	1 ²	1 ²	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galeopsis tetrahit</i>	1 ²	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dipsacus fullonum</i>	1 ³	11 ³	.	.	.	1 ⁴	1 ³	111 ³	11 ⁴	11 ³	.	.	.	11 ⁴	.	
<i>Scrophularia nodosa</i>	1 ³	1 ³	1 ³	1 ⁵	1 ³	1 ⁴	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	.	.	.	1 ³	.
<i>Lysimachia nummularia</i>	1 ⁴	1 ³	11 ⁴	11 ⁴	1 ³	1 ⁴	1 ³	1 ²	1 ³	.	.	.	.	11 ⁶	.	
<i>Epiobium</i> spec.	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ³	1 ⁴	1 ³	1 ³	1 ³	.	.	.	.	11 ³	.	
<i>Myosoton aquaticum</i>	1 ³	1 ³	11 ⁴	11 ⁴	1 ³	1 ⁴	1 ³	1 ³	1 ³	.	.	.	.	11 ³	.	
<i>Epiobium parviflorum</i>	1 ³	1 ³	11 ³	11 ³	1 ³	1 ⁴	1 ³	1 ³	1 ³	.	.	.	.	11 ³	.	
<i>Epiobium tetragonum</i>	11 ³	11 ³	11 ³	11 ³	1 ³	1 ⁴	1 ³	1 ³	1 ³	.	.	.	.	11 ³	.	
<i>Lysimachia vulgaris</i>	1 ²	11 ⁵	11 ⁴	11 ³	1 ⁶	1 ³	11 ³	11 ⁴	11 ³	11 ³	1 ³	1 ³	11 ⁵	.
<i>Juncus bufonius</i>	111 ⁵	11 ⁴	1 ³	11 ⁴	.
<i>Stellaria palustris</i>	1 ⁶	1 ³	11 ⁴	.
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	11 ³	1 ²	11 ³	.
<i>Amaranthus hybridus</i>	11 ⁴	1 ³	11 ⁵	.
<i>Pulicaria dysenterica</i>	11 ³	.
<i>Tussilago farfara</i>	11 ⁴	.

Adenda: Voorts komen de volgende soorten met presentie 1 voor in slechts 1 of 2 kolommen: in kolom 1 *Amaranthus retroflexus* (d30/31) en *Euphorbia cyparissias* x *esula*; in kolom 4 *Lamium album*; 1 kolom 6 *Cardamine* spec.; in kolom 7 *Geranium dissectum* (30), *Helictotrichon pubescens* (14), *Lamium album*, *Senecio vulgaris* (30) en *Trifolium campestre* (14B); in kolom 8 *Diploxys tenuifolia* (31); in kolom 9 *Carex acuta*, *Helictotrichon pubescens* (14), *Isatis finctoria* (31Ca) en *Lepidium draba*; in kolom 10 *Carduus acanthoides* (31); in kolom 12 *Ballota nigra* * *meridionalis* (31), *Rorippa* spec. en *Trifolium arvense* (14B); in kolom 13 *Anthriscus sylvestris*, *Barbarea stricta* (32B), *Festuca pratensis* (16), *Moehringia trinervia*, *Poa compressa* en *Ranunculus acris* (16); in kolom 14 *Achillea ptarmica* (16), *Cardamine pratensis* (16), *Cardamine pratensis* (16), *Cichorium intybus*, *Hoicus lanatus* (16), *Humulus lupulus*, *Melilotus alissimus* (31C), *Odonites vernus* (30), *Phragmites australis* (8, d29Aa2), *Solidago gigantea* (31), *Trifolium campestre* (14B), *Trifolium pratense* (16), *Vicia cracca* (16) en *Vicia sativa* (30); in kolom 15 *Vicia sepium*; in kolom 16 *Carex acutiformis*; in kolom 17 *Alisma gramineum* (8), *Bolboschoenus maritimus* (8), *Carex acutiformis*, *Chenopodium glaucum* (29Aa3), *Cyperus* spec., *Echinochloa crus-galli* (30), *Eleocharis palustris*, *Equisetum palustre* (16), *Juncus articulatus*, *Myosotis laxa*/scorpioides en *Rumex maritimus* (29Aa2); in kolom 18 *Jacobaea paludosa*, *Oxalis stricta* (30), *Ribes nigrum* (hg), *Rorippa palustris* (29), *Salix cinerea* (hg), *Salix viminalis* (hg), *Sambucus nigra* (hg) en *Trifolium pratense* (16); i n kolom 19 *Arabisopsis thaliana*, *Sambucus nigra* (hg), *Solidago gigantea* (31) en *Thalictrum flavum* (32); in kolom 20 *Anagallis arvensis* (30), *Bellis perennis* (16B), *Brachythecium albicans*, *Epiobium ciliatum*, *Geranium dissectum*, *Papaver dubium* (30) en *Verbascum thapsus* (31); in kolom 21 *Epiobium montanum*, *Rumex conglomeratus* (12Ba1) en *Vicia cracca*; in kolom 22 *Jacobaea paludosa* en *Salix viminalis* (hg); in kolom 24 *Amaranthus retroflexus*, *Amaranthus* spec., *Ballota nigra* * *meridionalis* (31), *Datura stramonium* (31C), *Chenopodium glaucum* (29Aa3), *Impatiens parviflora*, *Melilotus alissimus* (31C), *Raphanus raphanistrum* (30), *Thlaspi arvense* (30), *Urtica urens* (31), *Veronica hederifolia* (33) en *Viola arvensis* (30); in kolom 25 *Eleocharis acicularis*, *Hemaria glabra* (14Bc) en *Rorippa amphibia* (8); in kolom 26 *Atriplex patula* (30), *Bidens* spec. (29) en *Chenopodium rubrum*

lig akker en weiland) op te tellen. Voor de stroomdalplanten hebben wij gebruik gemaakt van de lijst van Peters & Kurstjens (2007). Omdat de bedekking niet lineair maar met de negendelige ordinale schaal is geschat, was een omzetting nodig, die als volgt is uitgevoerd: 1 = 1% = 0.09 m²; 2 = 2% = 0.18 m²; 3 = 3% = 0.27 m²; 4 = 4% = 0.36 m²; 5 = 8% = 0.72 m²; 6 = 18% = 1.62 m²; 7 = 38% = 3.42 m²; 8 = 68% = 6.12 m²; 9 = 88% = 7.92 m².

PLANTENGEMEENSCHAPPEN

Tabel I is gebaseerd op een TWINSPAN-classificatie van alle PQ's van alle jaren. Het bos is buiten beschouwing gelaten. Gemeenschappen die niet op associatieniveau konden worden geïdentificeerd, zijn als rompgemeenschappen benoemd. Overgangen tussen gemeenschappen zijn in onderstaande beschrijving weggelaten.

Rivierstrand

Op het rivierstrand groeit het *Chenopodietum rubri* (*Bidentetea*). Deze pioniervegetatie wordt gedomineerd door stikstofminnende zomerannuellen, en is kenmerkend voor langdurig overstromde, zeer voedselrijke oevers die 's zomers droogvallen. Het pioniermilieu kan ontstaan door langdurige overstroming, al of niet in combinatie met sedimentatie en/of door begrazing en betreding.

Waar iets hoger op de voet van de oeverwal of het rivierduin vloedmerk wordt afgezet, ontwikkelt zich een stikstofminnende gemeenschap van de *Artemisietea*, gedomineerd door *Cirsium arvense*, samen met *Persicaria amphibia* en *Elytrigia repens*.

Oeverwal

De gemeenschappen op de oeverwal behoren tot drie verschillende klassen: de *Koelerio-Coryneporetea*, *Artemisietea* en de *Molinio-Arrhenatheretea*. Het *Medicagini-Avenetum* (*Sedo-Cerastion*, *Koelerio-Coryneporetea*) omvat min of meer open tot gesloten stroomdalgraslanden op hooggelegen, basisch, humusarm zand en lichte zavel. Het verdraagt slechts kortdurende overstroming en groeit van nature op oeverwallen en rivierduintjes, hoger gelegen rivieroevers en andere zandruggen langs de grote rivieren. Het gehalte aan basen van de droge, weinig of niet bemeste bodem wordt 'opgeladen' tijdens overstroming of door inwaaiend rivierzand. Het *Medicagini-Avenetum* blijft alleen bestaan bij een voldoende intensieve begrazing of bij een maaibeheer.

Op minder droge, voedselrijkere bodem kan zich bij hetzelfde beheer in plaats van het *Medicagini-Avenetum* een rivierbegeleidend graslandtype uit het *Arrhenatherion* of het *Cynosurion* (*Molinio-Arrhenatheretea*) ontwikkelen, dat met het *Medicagini-Avenetum* een aantal stroomdalplanten gemeen heeft.

Afhankelijk van de mate van bodemverstoring of zandafzetting kunnen drie verschillende gemeenschappen van de *Artemisietea* op de oeverwal worden aange troffen. Het *Bromo-Corispermetum* heeft binnen deze klasse het meest een pionierkarakter. Het groeit langs de grote rivieren op hoger gelegen, zeer open en waterdoorlatend, humusarm, neutraal tot basisch, meestal kalkhoudend, matig voedselrijk zand.

Wordt de bodemverstoring of zandafzetting minder, dan wordt het *Bromo-Corispermietum* vervangen door de secundaire pioniervegetatie van het *Bromo inermis-Eryngietum campestris*. Wordt te weinig gemaaid of is de begrazing te extensief, dan verruigt deze en ontstaat een *Tanaceto-Artemisietum*, dat evenals de vorige associatie wordt gerekend tot het *Dauco-Melilotion (Artemisietea)*.

Laag gelegen deel met voormalig akkerland en weiland

Het laaggelegen deel achter de oeverwal wordt gekenmerkt door een mozaïek van plantengemeenschappen die kenmerkend zijn voor tijdelijk overstromde, voedselrijke bodem, behorend tot de klassen *Plantaginetea majoris*, *Galio-Urticetea*, *Bidentetea tripartitae* en *Phragmitetea*.

Het *Ranunculo-Alopecuretum geniculati (Lolio-Potentillion anserinae, Plantagine-tea)* ontwikkelt zich op langdurig overstromde, hydromorfe, basische, stikstofrijke bodem, variërend van zand tot zware klei. De belangrijkste factoren zijn overstroming en begrazing. De meeste soorten verdragen een overstroming van 21 tot 26 weken (Sýkora 1983).

Wanneer op dezelfde voedselrijke grond de begrazing te extensief is voor de instandhouding van grasland, ontwikkelen zich hoge ruige, stikstofminnende begroeiingen van de *Galio-Urticetea*. In de Millingerwaard wordt deze gevormd door een aantal dominantie- of rompgemeenschappen (RG). Deze worden gedomineerd door *Cirsium arvense* – hetzij alleen (RG *Cirsium arvense*-[*Artemisietea/Plantaginetea*]), hetzij met codominantie van *Glechoma hederacea* (RG *Cirsium arvense-Glechoma hederacea*-[*Galio-Urticetea*]) – dan wel *Urtica dioica*, alleen (RG *Urtica dioica*-[*Galio-Urticetea*]) of met codominantie van *Rubus caesius* (RG *Rubus caesius-Urtica dioica*-[*Galio-Urticetea*]).

In de beginjaren kwamen veel akkerplanten van de *Stellarietea mediae* voor. Op open, voedselrijke, vrij kort boven water komende, met water verzadigde bodem groeien pioniersoorten van de *Bidentetea*. Op de natste plekken, in ondiep voedselrijk water worden veel soorten aangetroffen van de *Phragmitetea*.

ECOLOGISCHE SLEUTELFACTOREN

De voornaamste variatie in de soortensamenstelling is duidelijk gerelateerd aan de hoogteligging en dus aan verschillen in overstroming en sedimentatie. Lager gelegen en dus langer overstromde delen zijn natter, de bodem bestaat uit fijner materiaal (klei en zavel, in tegenstelling tot het zandige sediment op de oeverwal), is voedselrijker, heeft een hogere kationen-uitwisselcapaciteit (CEC) en een hoger gehalte aan organisch materiaal, en bevat meer stikstof, fosfor, kalium, magnesium en natrium (Tabel II).

VERANDERINGEN IN OPPERVLAKTE

In 1994 besloegen *Lolio-Potentillion*- en *Artemisietea*-elementen de grootste oppervlakte (Tabel III). In 1998 was dit sterk veranderd en werd het oppervlak gedomineerd door *Galio-Urticetea* en *Artemisietea*, terwijl het *Lolio-Potentillion* bijna verdwenen was. In 2002 bleken de *Galio-Urticetea* nog steeds het grootste deel van het oppervlak in te nemen.

Al met al vertoonden de *Galio-Urticetea* de grootste toename van de waargenomen plantengemeenschappen: het door deze stikstofminnende ruigte ingenomen

Tabel II. Verklarende variantie van de na forward selection significante omgevingsfactoren ten opzichte van de eerste twee assen van een directe ordinatie (CCA) van 61 vegetatieopnamen.

	As 1	As 2
Vocht %	-0.75	-0.01
Organisch materiaal %	-0.74	0.00
K-totaal	-0.74	0.00
Mg-oplosbaar	-0.72	+0.04
P-totaal	-0.71	-0.00
Hoogte t.o.v. N.A.P.	+0.71	-0.06
Kalkgehalte	-0.70	-0.01
N-totaal	-0.69	+0.03
K-oplosbaar	-0.53	-0.02
Klei	-0.65	+0.01
Silt	-0.65	+0.01
Kationen-uitwisselcapaciteit (CEC)	-0.32	-0.00
Na-oplosbaar	-0.04	-0.01

Tabel III. Oppervlakte in m² van de verschillende syntaxonomische kaarten op de verschillende vegetatiekaarten.

jaar	1994	1998	2002
toename oppervlakte			
<i>Galio-Urticetea</i>	3.35	16.14	16.90
<i>Lolio-Potentillion anserinae</i>	0.50	0.46	4.78
<i>Sedo-Cerastion/Artemisietea vulgaris</i>	0.71	0	5.71
bomen en struiken	1.06	2.41	2.89
<i>Phragmitetea</i>	0.25	0.07	0.59
<i>Phragmitetea/Lolio-Potentillion anserinae</i>	0	0.15	1.19
<i>Bidentetea tripartitae</i>	0	0	2.89
<i>Arrhenatheretum elatioris</i>	0.95	0	1.63
afname oppervlakte			
<i>Lolio-Potentillion anserinae/Artemisietea vulgaris</i>	11.18	0	0.75
<i>Artemisietea vulgaris</i>	9.58	10.08	3.33
<i>Galio-Urticetea/Artemisietea vulgaris</i>	5.25	0	0
<i>Artemisietea vulgaris/Plantaginea majoris</i>	2.34	0	0
<i>Plantaginea majoris</i>	1.22	0	0
<i>Stellarietea madiae/Artemisietea vulgaris</i>	0.77	0	0
<i>Ranunculo-Alopecuretum/Chenopodium rubri/Phragmitetea</i>	0.09	0	0
toename>afname oppervlakte			
<i>Sedo-Cerastion</i>	1.36	2.93	0
<i>Arrhenatheretalia/Lolio-Potentillion anserinae</i>	0.97	2.27	0
<i>Arrhenatheretalia/Lolio-Potentillion/Galio-Urticetea</i>	0	4.94	0
<i>Artemisietea vulgaris/Bidentetea tripartitae</i>	0	0.40	0
<i>Galio-Urticetea/Lolio-Potentillion anserinae</i>	0	1.10	0
<i>Galio-Urticetea/Arrhenatheretum elatioris</i>	0	0.87	0
kaal zand	n.m	n.m	0.14

oppervlak werd 5 maal zo groot. Ook de oppervlakte aan verruigd stroomdalgrasland (overgangsgemeenschap *Sedo-Cerastion/Artemisietea*) nam aanzienlijk toe, al bleef deze kleiner dan die van de *Galio-Urticetea*.

Het oppervlak van de *Phragmitetea* en van overgangen daarvan naar het *Lolio-Potentillion* en naar de *Bidentetea* nam licht toe.

Overgangsgemeenschappen met een groot aandeel van *Lolio-Potentillion*- en *Artemisietea*-soorten namen sterk in oppervlakte af. Bij de *Artemisietea* gaat het om de secundaire pioniersoorten van het *Bromo inermis-Eryngietum campestris*. Niet verruigd stroomdalgrasland van het *Sedo-Cerastion* kwam alleen in 1994 en 1998 voor.

OPPERVLAKTEVERANDERING IN DE PQ'S

De oeverwal vormt een ander ecosysteem dan de voormalige laaggelegen akker en het weiland; daarom worden de veranderingen in oppervlakte op de oeverwal afzonderlijk behandeld. Binnen de groep van typische rivierduinsoorten werden drie categorieën apart onderzocht: 1. *Medicagini-Avenetum*-soorten + andere stroomdalplanten, 2. alleen de stroomdalplanten en 3. alleen de *Medicagini-Avenetum*-soorten.

Oeverwal (Tabel IV)

In 1994 werd het grootste oppervlak van de oeverwal ingenomen door een combinatie van *Medicagini-Avenetum*-soorten en andere stroomdalplanten. Dat is in 2005 nog steeds het geval. Van 1994 tot 2002 neemt deze soortengroep toe, na 2002 weer af. In 2005 is de oppervlaktesom nog iets groter dan in 1994.

Ook de soortengroep van het *Medicagini-Avenetum* zonder de andere stroomdalplanten vertoont een piek, maar dezelt eerder (1999). Deze groep neemt vervolgens af en toont in 2005 een iets lager niveau dan in 1994. De overige stroomdalplanten nemen in het eerste jaar toe, blijven enige tijd op hetzelfde niveau en nemen na 2002 af om in 2005 op hetzelfde niveau te eindigen als in 1994.

Ook de *Artemisietea* beginnen met een toename, maar deze wordt gevolgd door een afname tot een lager niveau dan in 1994. De bedekkingssom van de *Molinio-Arrhenatheretea* verdubbelt. De *Stellarietea* en *Bidentetea* begonnen onmiddellijk na 1994 af te nemen en verdwenen vrijwel van de oeverwal.

Laag gelegen deel, voormalig akker en weiland (Tabel V)

De groep van de *Medicagini-Avenetum*-soorten en andere stroomdalplanten neemt op de voormalige akker toe, maar heeft ook in 2005 nog maar een kleine bedekkingssom. De *Artemisietea* namen gedurende de eerste twee jaren sterk af. Zij zijn voornamelijk vervangen door de *Galio-Urticetea*-groep, waarvan de bedekkingssom verdubbelde, zodat deze groep in 2005 bleek te overheersen. De bedekking van houtige en halfhoutige soorten nam toe, vooral door de uitbreiding van *Rubus caesius*. Net als op de oeverwal namen de *Bidentetea* en de *Stellarietea* ook in het laaggelegen deel zodanig af dat zij vrijwel verdwenen. Het *Ranunculo-Alopecuretum* bereikte na een sterke toename een optimum in 1997, gevolgd door een sterke afname. De *Molinio-Arrhenatheretea* soorten bereikten hun optimum in het tweede jaar (1995) en namen daarna weer af, zij het met opvallende fluctuaties. De bedekking van de *Phragmitetea* bereikte een piek in 1999, kort na een 71 dagen durende overstroming.

Tabel IV. Oppervlakte in m² van syntaxonomische elementen en stroomdalplanten op de **oeverwal** in de verschillende jaren. vet gedrukt = hoogste waarde, cursief = laagste waarde. In het tweede deel van de tabel worden het hiermee overeenkomende aantal dagen overstroming in het voorafgaande jaar (30 juni – 30 juni) en de gemiddelde Ellenbergwaarden (gewogen aan de negendelige ordinale schaal), de begrazingsintensiteit en de soortendiversiteit gegeven.

jaar	1994	1995	1996	1997	1999	2002	2004	2005
soortengroepen/syntaxa								
<i>Bidentetea tripartitae</i>	8.46	2.16	0.36	0.45	0.45	0.63	0.72	0.09
<i>Stellarietea mediae</i>	13.41	3.69	2.97	2.34	2.34	3.51	4.05	0.36
<i>Phragmitetea</i>	0.27	0.72	0.27	0.54	0	0	0.36	0
stroomdalplanten excl. <i>Medicagini-Avenetum</i> -soorten	40.50	61.20	46.53	57.24	59.22	53.73	46.35	39.15
<i>Ranunculo-Alopecuretum geniculati</i>	23.67	33.03	28.08	36.90	31.32	25.83	26.01	28.26
<i>Artemisietea vulgaris</i>	62.55	75.51	58.59	82.08	52.83	50.85	42.93	41.67
<i>Medicagini-Avenetum pubescentis</i>	40.41	64.08	44.82	46.44	72.72	57.15	47.79	34.56
<i>Medicagini-Avenetum</i> -soorten + overige stroomdalplanten	62.73	88.92	66.42	78.66	97.29	104.31	99.36	81.45
<i>Galio-Urticetea</i>	3.06	2.52	1.62	2.34	2.97	3.78	4.86	4.68
<i>Molinio-Arrhenatheretea</i>	5.94	7.11	4.14	6.03	6.30	11.34	7.83	13.86
omgevingsfactoren								
dagen overstroomd in voorgaand jaar	18.6	15.4	0.1	2.1	17.8	11.8	2.3	0.5
Begrazing: volwassen dieren	0.3	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.6	0.5
Begrazing: totaal aantal dieren	0.7	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	0.8
Ellenberg lichtgetal	7.4	7.5	7.4	7.4	7.4	7.5	7.5	7.5
Ellenberg vochtgetal	5.3	5.3	5.1	4.9	4.9	4.4	5.0	4.9
Ellenberg productiviteitsgetal	5.6	5.4	5.3	5.3	5.1	5.1	4.9	5.1
Ellenberg zuurgraad	7.1	7.1	7.2	7.3	7.0	6.8	6.7	7.0
diversiteit								
gemiddeld aantal soorten (richness)	15.9	11.8	9.1	11.9	10.2	11.4	8.6	9.1
equitabiliteit (evenness)	0.7	0.7	0.8	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8

Successie in de PQ's

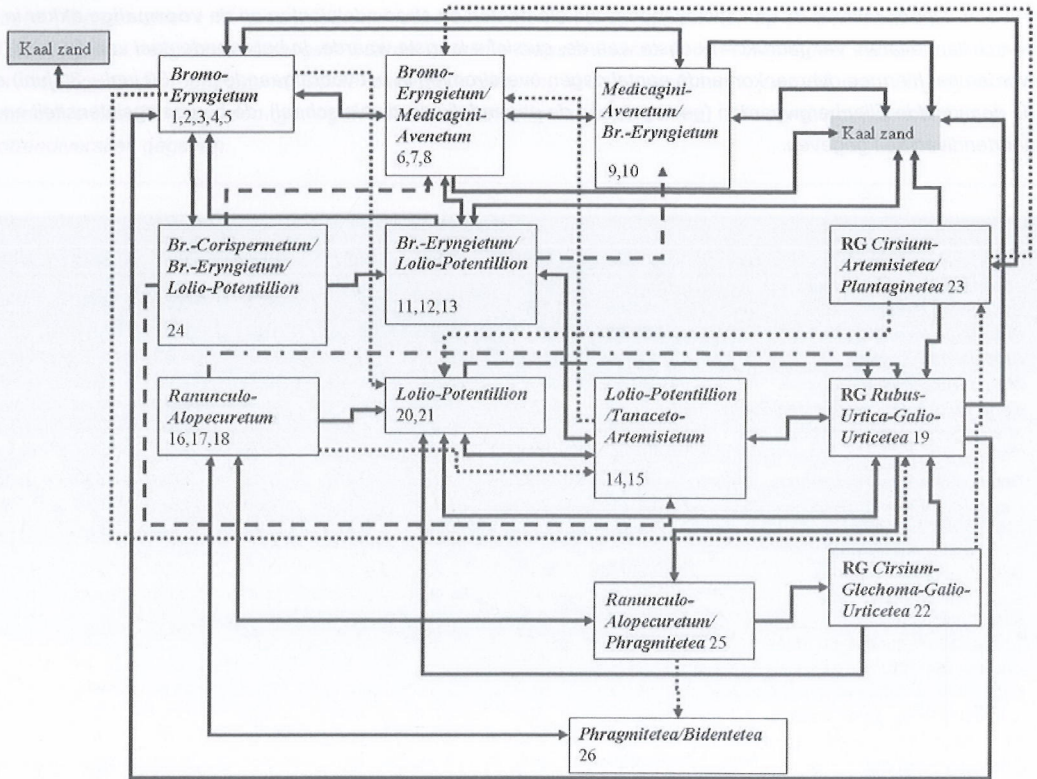
Afbeelding 2 laat een schema zien waarin alle gedurende de onderzoeksperiode waargenomen veranderingen zijn weergegeven. Van boven naar beneden, langs de verticale as, staan de gemeenschappen gerangschikt volgens een gradiënt van nooit overstroomd naar nauwelijks droogvallend. De gemeenschappen boven in het schema staan onder invloed van zandafzetting. *Bromo-Eryngietum*, *Medicagini-Avenetum* en *Bromo-Corispermetum* groeien op zandige, met zeer lage frequentie overstroomde plaatsen, waar door wind en af en toe bij extreem hoog water zand wordt afgezet. De *Phragmitetea* en de *Bidentetea tripartitae* zijn kenmerkend voor langdurige overstroming. Het *Ranunculo-Alopecuretum geniculati* en andere *Lolio-Potentillion*-gemeenschappen worden wekenlang overstroomd, maar staan daarna maandenlang droog en bevinden zich daarom in het midden van de verticale as.

Tabel V. Oppervlakte in m² van syntaxonomische elementen en stroomdalplanten op de **voormalige akker** in de verschillende jaren. **vet gedrukt** = hoogste waarde, *cursief* = laagste waarde. In het tweede deel van de tabel worden het hiermee overeenkomende aantal dagen overstroming in het voorafgaande jaar (30 juni – 30 juni) en de gemiddelde Ellenbergwaarden (gewogen aan de negendelige ordinale schaal), de begrazingsintensiteit en de soortendiversiteit gegeven.

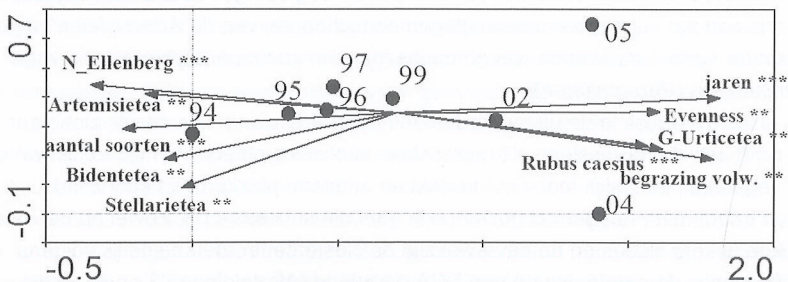
jaar	1994	1995	1996	1997	1999	2002	2004	2005
soortengroepen/syntaxa								
<i>Stellarietea mediae</i>	14.85	3.51	2.97	0.27	2.43	45	0.99	0.36
<i>Bidentetea tripartitae</i>	39.96	10.71	8.28	11.34	1.44	0.63	0	0
<i>Artemisietea vulgaris</i>	123.48	117.63	29.70	31.05	35.01	34.65	29.52	25.11
<i>Molinio-Arrhenatheretea</i>	24.66	44.91	25.83	38.43	29.79	11.25	19.62	17.82
<i>Ranunculo-Alopecuretum geniculati</i>	37.08	103.05	81.63	172.89	74.07	70.29	72.81	53.82
<i>Medicagini-Avenetum pubescentis</i>	0.63	1.08	1.35	1.44	0.90	0.81	1.80	0.81
<i>Phragmitetea</i>	1.80	6.30	5.31	5.49	11.88	9.36	2.88	4.50
Bomen en struiken incl. <i>Rubus</i>	0.45	0.99	0.27	0.45	0.45	2.61	0.90	0.90
<i>Convolvulo-Filipenduletea</i>	1.71	2.25	0.63	0.99	1.80	3.33	3.78	2.25
<i>Medicagini-Avenetum</i> + overige stroomdalplanten	0.81	1.44	2.25	2.52	2.34	2.97	7.65	4.68
Bomen, struiken + <i>Rubus</i>	2.25	4.05	4.32	9.99	17.10	37.98	37.53	51.75
<i>Galio-Urticetea</i>	41.40	51.57	41.85	24.12	31.59	57.69	67.68	85.41
stroomdalplanten excl. <i>Medicagini-Avenetum</i> -soorten	0.72	1.17	1.44	1.26	1.62	2.43	3.60	3.69
omgevingsfactoren								
dagen overstroming in voorgaand jaar	61.1	57.9	2.3	14.1	72.1	45.1	10.9	7.8
Begrazing: volwassen dieren	0.3	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.6	0.5
Begrazing: totaal aantal dieren	0.7	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	0.8
Ellenberg lichtgetal	7.2	7.1	7.3	7.0	7.0	6.9	6.8	6.9
Ellenberg vochtgetal	6.1	6.4	6.3	6.0	6.1	6.0	5.9	5.7
Ellenberg productiviteitsgetal	6.8	6.6	6.4	6.3	6.2	6.4	6.4	6.3
Ellenberg zuurgraad	7.2	7.0	7.4	7.0	7.2	7.2	7.0	7.2
diversiteit								
gemiddeld aantal soorten (richness)	21.1	21.6	17.4	20.4	12.4	13.1	13.5	12.9
equitabiliteit (evenness)	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8

Van links boven naar rechts beneden neemt de begrazingsintensiteit af, zoals te zien is aan het voorkomen van ruigtegemeenschappen van de *Artemisietea vulgaris* en de *Galio-Urticetea* en van gemeenschappen van moerasplanten van voedselrijk milieu (*Phragmitetea*).

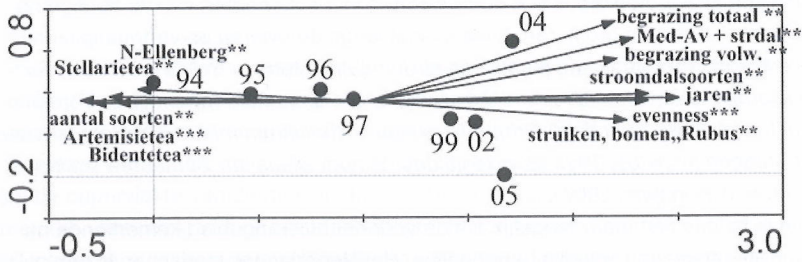
De grote dynamiek in de uiterwaarden van de grote rivieren is duidelijk zichtbaar. Er vindt zowel progressieve als regressieve successie plaats. Van tijd tot tijd wordt de vegetatie plaatselijk met zand bedekt en ontstaan plekken met kaal zand. Toch treedt, over het geheel gezien, ook gerichte successie op. Zowel op de voormalige akkers alsook op de oeverwal zijn de clustercentroïden duidelijk volgens leeftijd langs de eerste as van een DCA geordend (Afbeeldingen 3 en 4). Deze successie is bij beide ecosystemen gerelateerd aan een afname van de *Artemisietea* (voornamelijk het *Bromo-Eryngietum*) en van de overwegend eenjarige soorten van de *Bidentetea* en de *Stellarietea*. Tegengesteld hieraan zien wij, langs de eerste as, een toename van de stikstofminnende ruigten (*Galio-Urticetea*) en van



Afbeelding 2. Schema van syntaxa met alle successierichtingen die over de jaren zijn waargenomen in de permanente kwadraten. Een aantal lijnen zijn gestippeld om de figuur overzichtelijk te houden. De gemeenschappen zijn geordend van 1. nooit overstroomde zandige bodem (boven) naar langdurig overstroomde, zavelige of kleiige bodem (beneden) en 2. van begraasd (links boven) naar niet of nauwelijks begraasd (rechts beneden). De nummercodes corresponderen met de nummers van de gemeenschappen in Tabel I.



Afbeelding 3. Indirecte ordinatie (DCA) van clustercentroïden van de PQ's op de oeverwal in verschillende jaren. De relatie met de eerste twee assen van significante factoren is aangegeven met pijlen. *** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$ en $> 0,01$.



Afbeelding 4. Indirecte ordinatie (DCA) van clustercentroïden van de PQ's op de voormalige akker in verschillende jaren. De relatie met de eerste twee assen van significante factoren is aangegeven met pijlen. *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$ en $> 0,01$.

Rubus caesius, op de akker ook van andere houtgewassen. Terwijl op de voormalige akker *Medicagini-Avenetum*-soorten en andere stroomdalplanten significant toenemen, tonen deze groepen geen significante trend op de oeverwal. Zowel op de vroegere akker als op de oeverwal zien wij de Ellenberggetallen voor productiviteit (N-getallen) afnemen met toenemende leeftijd. Er is geen significante relatie met Ellenberggetallen voor vocht, licht en zuurgraad. Begrazing is positief gerelateerd met de eerste as. Terwijl het aantal soorten afneemt, wordt de equitabiliteit (*evenness*) groter. Bij deze diversiteitsmaat wordt behalve met het soortental ook rekening gehouden met de aantalsverhoudingen tussen de soorten. De equitabiliteit is klein als in de vegetatie weinig soorten talrijk zijn en veel soorten schaars voorkomen.

DISCUSSIE

Volgens de directe ordinatie (CCA) vertoont de soortensamenstelling een duidelijk verband met de hoogteligging en daardoor met verschillen in overstroming en sedimentatie. Lager gelegen, langer overstroomde gebieden zijn natter, het bodem-materiaal is fijner, er is meer organische stof en de bodem is voedselrijker. Zoals te verwachten valt, heeft de hoogteligging dus een grote invloed op de vegetatiepatronen.

De hydro- en morfodynamiek zijn langs de grote rivieren van primair belang en moeten daarom het belangrijkste uitgangspunt vormen bij natuurontwikkeling (Wolfert 2001; Maas et al. 2003; Beltman 2007). Allereerst moet het reliëf in stand worden gehouden of worden hersteld (Weeda et al., 2008). Wolfert et al. (2002) toonden het belang aan van de vorming van nieuwe rivierduintjes of oeverwallen voor het *Festuco-Thymetum serpylli* (*Plantagini-Festucion*) langs de Overijsselse Vecht en beklemtoonden dat herstelmaatregelen voor het behoud van deze vegetatie zich moeten richten op de processen die natuurlijke verstoring met zich meebrengen en verzuring tegengaan. Door het recente herstel van de rivierdynamiek en vooral van de dynamiek in de sedimentatie nam de afzetting van zand en grind langs de rivieren toe met een waarneembaar positief effect op de aanwezigheid van stroomdalplanten. Behalve de groep van de stroomdalplanten blijken ook

groepen als de pioniersoorten en de soorten van rivieruigten van de huidige natuurontwikkeling te profiteren. Lokaal vindt langs de rivieren op voormalige landbouwgrond (her)vestiging plaats van stroomdalplanten als *Salvia pratensis*, *Sanguisorba minor*, *Ononis repens* subsp. *repens*, *Campanula rapunculus*, *Veronica austriaca* subsp. *teucrium*, *Origanum vulgare*, *Thalictrum minus*, *Cruciata laevipes*, *Leontodon hispidus*, *Thymus pulegioides*, *Silaum silaus* en *Centaurea scabiosa* (Peters & Kurstjens 2007).

Het is helaas niet meer mogelijk om de voor het riviereengebied kenmerkende natuurlijke processen volledig te herstellen. Het Nederlandse landschap is een cultuurlandschap dat in hoge mate kunstmatig is gevormd. Dit overwegend antropogene karakter heeft Nederland sinds de Middeleeuwen, in belangrijke mate als resultaat van een strijd tegen het water (Doevendans et al. 2007). Vóór de bedding werd het rivierenlandschap gekenmerkt door vrij stromende, zich verplaatsende, vlechtende grote rivieren. De rivierarmen en bochten waren zeer mobiel en veranderden voortdurend van koers. Aldus verlegde de Rijn sinds de 14de eeuw zijn loop in zuidelijke richting (Pons 1952; Sýkora 2002).

In de 11^{de} eeuw begon de dijk aanleg. Omstreeks 1450 was het riviergebied volledig omdijkt en kon hoog water niet langer over een groot gebied wegvloeien. Bovendien werd de rivier door de aanleg van kribben, dwarsdammen en zomerdijken gedwongen door een centrale stroomgeul te stromen. Hierdoor zijn tegenwoordig het waterniveau en de overstroming zeer kunstmatig. De overstromingsdiepte in de uiterwaarden nam enorm toe.

Overstromingsfrequentie en -tijdstip werden onregelmatig en onvoorspelbaar door ingrepen in het bovenstroomse gebied zoals drainage, bebouwing en bestrating en ontbossing. Het stroomgebied van de Rijn veranderde sterk van karakter door verstedelijking, industrialisatie en intensivering van de landbouw. Door toename van het zoutgehalte van het water vond vriespundaling plaats; bovendien werd in toenemende mate koelwater geloosd. Door deze twee oorzaken bevrozen de rivieren niet langer. Daardoor worden geen ijssdammen meer gevormd, een fenomeen dat vroeger vaak leidde tot verwijdering van de hoge vegetatie.

Na herstel van de morfodynamiek en de geomorfologische diversiteit heeft de beheersvorm een groot en direct effect, omdat hierdoor de vegetatiestructuur, bodemvruchtbaarheid en dispersie van soorten wordt beïnvloed. In natuurontwikkelingsgebieden wordt niet langer gemaaid en het beheer beperkt zich tot vrij grazende kudde paarden of koeien. Ook vormt de introductie van paarden en koeien slechts een magere vervanging van de prehistorische samenstelling aan grote grazers. Hoewel hiermee een van de processen enigszins wordt hersteld, blijft het ecosysteem incompleet door het nog steeds ontbreken van veel wilde grazende dieren en van carnivoren. In het laatste interglaciaal kwamen in onze streken ongeveer 22 soorten grote grazers voor en 13 grote carnivoren. Veel van deze soorten zijn na het laatste interglaciaal uitgestorven. Veel van deze dieren leefden nog in het begin van het Holoceen (Lameris & Kuiters 2009). Een herstel van de invloed van een zo breed spectrum aan grote dieren door alleen de introductie van koeien en paarden lijkt zeer onwaarschijnlijk.

Volgens onze resultaten vindt zowel progressieve alsook regressieve successie plaats door het sterk fluctuerende karakter van hydrologie en sedimentatie langs

de Waal. Toch treedt na de verandering in landgebruik ook gerichte successie op, ondanks de voortdurende maar extensieve begrazing.

Een combinatie van hydro- en morfodynamiek en begrazing leidde in de Millingerwaard tot een vijfvoudige toename van het oppervlak van stikstofminnende ruigte (*Galio-Urticetea*), terwijl de secundaire pioniersoorten van het *Bromo inermis-Eryngietum campestris* sterk afnamen en de stroomdalgraslanden verruigden. Ook nam de oppervlakte van de met struiken en bomen begroeide terreindelen toe.

De sterke uitbreiding van de brandnetelruigte en van bomen en struiken kan worden toegeschreven aan de combinatie van extensieve begrazing en het beëindigen van de agrarische activiteiten op de voormalige akkers en weilanden. De veruiging van het stroomdalgrasland is een gevolg van de extensivering van de begrazing, waardoor de dieren selectief gaan fourageren. Runderen hebben een voorkeur voor planten van vochtige graslanden (Stroh 2004).

Het *Bromo inermis-Eryngietum campestris* is sterk afhankelijk van zandafzetting en andere processen zoals betreding en begrazing. De afname zou te verklaren zijn door vermindering in de invloed van van een van deze factoren of een combinatie van beide. Aangezien herhaaldelijk (in 1993, 1995, 1998 en 2003) zand is afgezet, is het aannemelijk dat de langdurig extensieve begrazing de voornaamste oorzaak is.

Volgens de PQ's verloopt de ontwikkeling op de oeverwal en de voormalige akker verschillend. Op de oeverwal zien wij een fluctuatie van de oppervlakte ingenomen door het *Medicagini-Avenetum*, maar op lange termijn blijkt er weinig verschil te zijn. Hoewel het stroomdalgrasland blijkt te veruigen, is blijkbaar de begrazing tot 2002 voldoende om verdwijning te voorkomen van de soorten die al in 1994 aanwezig waren. De toename van de bedekking van *Molinio-Arrhenatheretea*-soorten, die kenmerkend zijn voor matig voedselrijk hooiland, kan waarschijnlijk worden verklaard uit de vermindering van de begrazingsintensiteit in verhouding tot het voormalige agrarische gebruik op de oeverwallen.

Anders dan op de oeverwal namen de *Medicagini-Avenetum*-soorten en stroomdalplanten op de laaggelegen voormalige akkers en weilanden toe. Dit kan worden verklaard uit het waargenomen instuiven van zand over de voormalige akker vanaf de oeverwal. Door het verlaten van de akkers, door de vruchtbare bodem als gevolg van voormalige bemesting en kleiafzetting en de extensieve begrazing, namen de ruigten van *Rubus caesius* en andere ruigteplanten sterk toe. Na braaklegging breidde *Cirsium arvense* zich explosief uit en overgroeide de akker volledig. Door het ontbreken van bodembewerking stortte de populatie echter al weer na twee à drie jaar in. *Rubus caesius* nam vanaf het begin geleidelijk aan toe en werd ongeveer tien jaar na het begin dominant. De graasintensiteit blijkt onvoldoende om de korte *Ranunculo-Alopecuretum*-graslanden in stand te houden, die kenmerkend zijn voor tamelijk intensief begraasde, hydromorfe, basische, stikstofrijke bodem en langdurige overstroming.

De soortenrijkdom nam zowel op de oeverwal alsook op de voormalige akker af, terwijl de equitabiliteit (*evenness*) toenam. De abundantie van de soorten werd dus gelijkmatiger. De afname van de soortenrijkdom is een gevolg van de veruiging en het verlies aan eenjarige soorten van open vegetatie.

Na 14 jaar natuurontwikkeling is de botanische kwaliteit van het stroomdalgrasland nog steeds niet toegenomen. Dit is waarschijnlijk het gevolg van een te extensieve

begrazing in combinatie met het selectieve graasgedrag van de voedselzoekende paarden en koeien. Het gebied werd steeds verder uitgebreid, onder meer met voedselrijk grasland. Bij de extensieve graad van begrazing kregen de dieren daardoor steeds meer keus en graasden bij voorkeur op de nieuwe verworven voedselrijke gronden. De oeverwallen werden dan ook steeds minder bezocht en verruigden. De aantallen dieren moeten vooral in de lente en de zomer groot genoeg zijn om voldoende biomassa te verwijderen (Vulink 2001; Bokdam 2003; Olff et al. 2008).

Ook dispersieproblemen kunnen grenzen stellen aan het herstel van de vegetatie. Deze kunnen voor biodiversiteitverlies in een gefragmenteerd landschap net zo belangrijk zijn als de achteruitgang van de standplaatskwaliteit (Bakker & Berendse 1999; Donath et al. 2003; Ozinga et al. 2005; Stroh et al. 2005; Ozinga 2008). Voorstanders van wildernisbeheer beweren vaak dat plaatselijke achteruitgang of verdwijnen van soorten niet zo belangrijk is, omdat door natuurlijke dynamische processen deze soorten wel weer ergens anders verschijnen (Peters & Kurstjens 2007). Hierop wijst bijvoorbeeld de (her)vestiging van *Euphorbia seguieriana* op andere locaties in de Gelderse Poort, nadat deze soort na het begin van de natuurontwikkeling uit de Millingerwaard verdween. Hetzelfde geldt voor de (her)vestiging of uitbreiding van soorten als *Clinopodium acinos*, *Peucedanum carvifolia*, *Allium schoenoprasum*, *Rhinanthus minor*, *Veronica austriaca* subsp. *teucrium*,



Afbeelding 5. Het Millingerduin is nu vrijwel helemaal overgroeid met een dichte en hoge verstikkende vegetatie van dood en levend duinriet (foto: K. Sýkora).

Thalictrum minus en *Origanum vulgare* in samenhang met de uitbreiding van oe-verwallen en rivierduintjes. Recent vestigden zich *Orobancha caryophyllacea* en de Rode Lijstsoort *Orobancha lutea* op nieuwe locaties in de Millingerwaard. In onze PQ's verscheen alleen *Helictotrichon pubescens* in 2005 als een nieuwe soort op de oeverwal. In het door ons gekarteerde deel van de Millingerwaard do-ken tijdens de onderzoeksperiode nieuwe soorten op zoals *Centaurea scabiosa*, *Geranium pratense*, *Verbena officinalis* en *Vulpia myuros*. *Veronica austriaca* subsp. *teucrium* was al aanwezig maar heeft zich sterk uitgebreid.

Toch is de bewering dat bij de huidige dynamiek verdwijnende soorten vanzelf er-gens anders weer verschijnen nog onvoldoende door onderzoek getoetst. Het is mogelijk dat bepaalde soorten van oudere, meer stabiele en gesloten stroomdal-graslanden niet voldoende kunnen profiteren van uitsluitend de morfodynamiek, maar dat deze ook afhankelijk zijn van zorgvuldig beheer. Bij onvoldoende begra-zing kan ook op plaatsen waar nu opnieuw zand is afgezet en soorten zijn terug-gekomen, de vegetatie vervolgens verruigen zonder dat zich een min of meer duurzaam stroomdalgrasland kan vormen. Ook kan een zich nu vormend rivierduin na aangroei zo hoog worden dat een evenwicht ontstaat waarbij geen verdere zandafzetting meer plaatsvindt. Het is dan van groot belang dat zich elders weer een nieuw duin gaat vormen.

Tot nu toe ontbreken in de Millingerwaard nog een aantal soorten waarvan met meer of minder waarschijnlijkheid mag worden verondersteld dat zij zich door de verbeterde standplaatsomstandigheden kunnen vestigen, zoals *Plantago media*, *Koeleria macrantha*, *Thymus pulegioides*, *Carum carvi*, *Pimpinella saxifraga*, *Agri-monium eupatoria*, *Artemisia campestris* subsp. *campestris*, *Knautia arvensis*, *Briza media*, *Sedum reflexum*, *Sanguisorba minor*, *Potentilla verna*, *Scabiosa columba-ria* en *Allium oleraceum* (De Ronde 2003). Ook *Hippocrepis comosa*, *Campanula glomerata* en *Carex praecox* ontbreken, maar deze soorten waren in Nederland altijd zeer zeldzaam en hebben hier waarschijnlijk niet eerder gegroeid. Bovendien is het de vraag of de specifieke dynamische standplaatsomstandigheden langs de Waal vestiging van deze soorten ooit mogelijk zal maken. Het verdient aanbeve-ling om de autecologie en de dispersiecapaciteit van de voor het riviereengebied kenmerkende soorten te onderzoeken.

CONCLUSIE

Onze resultaten laten zien dat in het natuurontwikkelingsgebied de Millingerwaard, bij een tamelijk constante begrazing met ongeveer 0,9 dieren/ha, het *Medicagini-Avenetum pubescentis* en de stroomdalplanten op de oeverwal behouden blijven en dat beide zich op de voormalige akker enigszins hebben uitgebreid. Tegelijker-tijd is de vegetatie vrijwel overal ruiger geworden en zijn korte grazige vegetaties vrijwel verdwenen. Na 14 jaar natuurontwikkeling is de botanische kwaliteit van het soortenrijke stroomdalgrasland (*Sedo-Cerastion*) nog niet verbeterd. Verruiging hiervan kan alleen worden voorkomen door een begrazing die voldoende intensief is om kort grasland in stand te houden. De verruiging van de oeverwal is helaas na 2005 doorgegaan en inmiddels (2009) is de hele oeverwal bedekt met een dikke, verstikkende laag dode en levende halmen van *Calamagrostis epigejos* (Afbeelding 5). Voor instandhouding van stroomdalgrasland moeten de dieren of-wel worden geleid (gestuurde begrazing, 'vinger aan de pols'-beheer), of de oe-ver-



Afbeelding 6. Het soortenrijke stroomdalgrasland van de Vreugderijker Waard wordt al zeer lang in stand gehouden door een uitgekiend begrazings-beheer (foto: K. Sýkora).

wallen moeten voldoende worden begraasd door in het hele gebied in de zomer een grote begrazingsdruk in stand te houden. Een goed voorbeeld van een geslaagd 'vinger aan de pols'-beheer is de Vreugderijkerwaard lang de IJssel bij Zwolle, waar de botanische kwaliteit van het stroomdalgrasland al 46 jaar zeer groot is. De graasdruk wordt hier na een schouw, indien noodzakelijk, aangepast (Afbeelding 6).

DANKWOORD

J. van Asmuth, J. Bakker, F. Boersma, I. van Geloof, M.J.M. Kalwij, E. van der Kolk, A.S.J. van Proosdij en E. Sieben hebben als afstudeervakstudent een bijdrage geleverd aan dit onderzoek. Bijzondere dank ook aan Lykele Zwanenburg die op voortreffelijke wijze het stroomdalgrasland van de Vreugderijker waard beheert.

Fourteen years of nature development by wilderness management in the Millingerwaard, its influence on dry sandy levee vegetation (*Medicagini-Avenetum pubescentis*, *Bromo-Eryngietum campestris*) and on river valley species.

In the Netherlands, nature management has developed from pure conservation into active nature restoration or 'nature development', i.e. restoration by reintroduction of natural processes including grazing. In 1992 the World Wildlife Fund announced the 'Living Rivers Plan'. One of the first nature development projects is the 'Millingerwaard', started in 1991 by introduction of grazing by free foraging horses and cattle. One of the aims was the restoration of dry levee grasslands and in particular of the *Medicagini-Avenetum pubescentis*, which is a severely threatened plant community in the Netherlands.

The authors have studied the effect of nature development on vegetation, especially on dry levee grasslands (*Medicagini-Avenetum pubescentis*, *Bromo-Eryngietum campestris*) and on river valley species characteristic of the riverine area. Permanent plots and repeated vegetation mapping were used to investigate changes. A classification was done by TWIN-

SPAN. CCA and DCA were used to test relations with environmental variables and to detect successional pathways. A succession scheme was drawn and changes in the surface of areas occupied by various communities were calculated.

After 14 years the surface of areas of the nitrophilous tall forb communities of the *Galio-Urticetea* has strongly increased, while the *Bromo-Eryngietum* has decreased. The *Medicagini-Avenetum* and related *Sedo-Cerastion* communities have become ruderalized. However, on the levee nature development did not influence the total cover of the *Medicagini-Avenetum* and the characteristic river valley species.

Vegetation changes appear to show a very dynamic character, including both regressive and progressive succession. After 14 years of nature development, still no real improvement of the dry species-rich *Sedo-Cerastion* grasslands has occurred. This is most probably due to insufficient grazing intensity. Ruderalization of these grasslands can only be prevented if grazing intensity is sufficient to preserve short swards. Managers should either direct the herds or make sure that in the growing season the levees are sufficiently grazed because of an overall high grazing intensity in the area. Because of isolation and dispersal problems, reintroduction of plant species might be considered.

LITERATUUR

- Bakker, J.P. & F. Berendse (1999). Constraints in the restoration of ecological diversity in grassland and heathland communities. *Trends in Ecology & Evolution* 14: 63-68.
- Barkman, J.J., H. Doing & S. Segal (1964). Kritische Bemerkungen und Vorschläge zur quantitativen Vegetationsanalyse. *Acta Botanica Neerlandica* 13: 394-419.
- Beltman, B. (2007). Flood events overrule fertiliser effects on biomass production and species richness in riverine grasslands. *Journal of Vegetation Science* 18: 625-634.
- Bokdam, J. (2003). Nature conservation and grazing management. Free-ranging cattle as a driving force for cyclic vegetation succession. Dissertatie Wageningen Universiteit, Wageningen, 223 pp.
- De Bruin, D., D. Hamhuis, L. van Nieuwenhuijze, W. Overmars, D. Sijmons & F. Vera (1987). *Ooievaar. De toekomst van het riviereengebied*. Stichting Gelderse Milieufederatie, Arnhem, 128 pp.
- De Ronde, I. (2003). *Vegetatieontwikkeling in de Millingerwaard aan de hand van herhaalde overzichtskarteringen (1994-2002)*. Afstudeervakverslag Wageningen University, Wageningen, 84 pp.
- De Vries, L.P. (2002). *Natuurontwikkeling in Nederland in kaart gebracht*. RIVM, Bilthoven, 77 pp.
- Doevendans, K., H. Lorzing & A. Schram (2007). From modernist landscapes to new nature: Planning of rural utopias in the Netherlands. *Landscape Research* 32: 333-354.
- Donath, T.W., N. Hölzel & A. Otte (2003). The impact of site conditions and seed dispersal on restoration success in alluvial meadows. *Applied Vegetation Science* 6: 13-22.
- Helmer, W., G. Litjens, W. Overmars, H. Barneveld, A. Klink, A. Sterrenburg & B. Janssen (1992). *Levende Rivieren*. Wereld Natuur Fonds, Zeist, 28 pp.



Afbeelding 6. Het soortenrijke stroomdalgrasland van de Vreugderijker Waard wordt al zeer lang in stand gehouden door een uitgekiend begrazings-beheer (foto: K. Sýkora).

wallen moeten voldoende worden begraasd door in het hele gebied in de zomer een grote begrazingsdruk in stand te houden. Een goed voorbeeld van een geslaagd 'vinger aan de pols'-beheer is de Vreugderijkerwaard lang de IJssel bij Zwolle, waar de botanische kwaliteit van het stroomdalgrasland al 46 jaar zeer groot is. De graasdruk wordt hier na een schouw, indien noodzakelijk, aangepast (Afbeelding 6).

DANKWOORD

J. van Asmuth, J. Bakker, F. Boersma, I. van Geloof, M.J.M. Kalwij, E. van der Kolk, A.S.J. van Proosdij en E. Sieben hebben als afstudeerwerkstudent een bijdrage geleverd aan dit onderzoek. Bijzondere dank ook aan Lykele Zwanenburg die op voortreffelijke wijze het stroomdalgrasland van de Vreugderijker waard beheert.

Fourteen years of nature development by wilderness management in the Millingerwaard, its influence on dry sandy levee vegetation (*Medicagini-Avenetum pubescentis*, *Bromo-Eryngietum campestris*) and on river valley species.

In the Netherlands, nature management has developed from pure conservation into active nature restoration or 'nature development', i.e. restoration by reintroduction of natural processes including grazing. In 1992 the World Wildlife Fund announced the 'Living Rivers Plan'. One of the first nature development projects is the 'Millingerwaard', started in 1991 by introduction of grazing by free foraging horses and cattle. One of the aims was the restoration of dry levee grasslands and in particular of the *Medicagini-Avenetum pubescentis*, which is a severely threatened plant community in the Netherlands.

The authors have studied the effect of nature development on vegetation, especially on dry levee grasslands (*Medicagini-Avenetum pubescentis*, *Bromo-Eryngietum campestris*) and on river valley species characteristic of the riverine area. Permanent plots and repeated vegetation mapping were used to investigate changes. A classification was done by TWIN-

SPAN. CCA and DCA were used to test relations with environmental variables and to detect successional pathways. A succession scheme was drawn and changes in the surface of areas occupied by various communities were calculated.

After 14 years the surface of areas of the nitrophilous tall forb communities of the *Galio-Urticetea* has strongly increased, while the *Bromo-Eryngietum* has decreased. The *Medicagini-Avenetum* and related *Sedo-Cerastion* communities have become ruderalized. However, on the levee nature development did not influence the total cover of the *Medicagini-Avenetum* and the characteristic river valley species.

Vegetation changes appear to show a very dynamic character, including both regressive and progressive succession. After 14 years of nature development, still no real improvement of the dry species-rich *Sedo-Cerastion* grasslands has occurred. This is most probably due to insufficient grazing intensity. Ruderalization of these grasslands can only be prevented if grazing intensity is sufficient to preserve short swards. Managers should either direct the herds or make sure that in the growing season the levees are sufficiently grazed because of an overall high grazing intensity in the area. Because of isolation and dispersal problems, reintroduction of plant species might be considered.

LITERATUUR

- Bakker, J.P. & F. Berendse (1999). Constraints in the restoration of ecological diversity in grassland and heathland communities. *Trends in Ecology & Evolution* 14: 63-68.
- Barkman, J.J., H. Doing & S. Segal (1964). Kritische Bemerkungen und Vorschläge zur quantitativen Vegetationsanalyse. *Acta Botanica Neerlandica* 13: 394-419.
- Beltman, B. (2007). Flood events overrule fertiliser effects on biomass production and species richness in riverine grasslands. *Journal of Vegetation Science* 18: 625-634.
- Bokdam, J. (2003). Nature conservation and grazing management. Free-ranging cattle as a driving force for cyclic vegetation succession. *Dissertatie Wageningen Universiteit, Wageningen*, 223 pp.
- De Bruin, D., D. Hamhuis, L. van Nieuwenhuijze, W. Overmars, D. Sijmons & F. Vera (1987). *Ooievaar. De toekomst van het rivierengebied*. Stichting Gelderse Milieufederatie, Arnhem, 128 pp.
- De Ronde, I. (2003). *Vegetatieontwikkeling in de Millingerwaard aan de hand van herhaalde overzichtskaracteringen (1994-2002)*. *Afstudeervakverslag Wageningen University, Wageningen*, 84 pp.
- De Vries, L.P. (2002). *Natuurontwikkeling in Nederland in kaart gebracht*. RIVM, Bilthoven. 77 pp.
- Doevendans, K., H. Lorzing & A. Schram (2007). From modernist landscapes to new nature: Planning of rural utopias in the Netherlands. *Landscape Research* 32: 333-354.
- Donath, T.W., N. Hölzel & A. Otte (2003). The impact of site conditions and seed dispersal on restoration success in alluvial meadows. *Applied Vegetation Science* 6: 13-22.
- Helmer, W., G. Lijens, W. Overmars, H. Barneveld, A. Klink, A. Sterrenburg & B. Janssen (1992). *Levende Rivieren*. Wereld Natuur Fonds, Zeist, 28 pp.

- Janssen, J.A.M. & J.H.J. Schaminée (2003). Europese Natuur in Nederland. Habitattypen. Utrecht, 120 pp.
- Lameris, T. & A.T. Kuiters (2009). Grote grazers in onze natuur: is herstel van ecologische relaties mogelijk zonder de Bosolifant? In: J.H.J. Schaminée & E.J. Weeda (red.), Natuur als nooit tevoren. Beschouwingen over natuurbeheer en natuurontwikkeling. KNNV Uitgeverij, Zeist, pp. 34-53.
- Maas, G.J., B. Makaske, P.W.F.M. Hommel, B.S.J. Nijhof & H.P. Wolfert (2003). Verstoring en Successie. Rivierdynamiek en stroomdalvegetaties in de uiterwaarden van de Rijn takken. Alterra-rapport 759. Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Wageningen, 100 pp.
- Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (1990). Regeringsbeslissing natuurbeleidsplan. SDU, 's-Gravenhage.
- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (2007). Gebiedenlijst voor getrapte aanwijzing Natura 2000 (juli 2007). Ministerie van LNV, Den Haag, 4 pp.
- Oiff, H., F.W.M. Vera, J. Bokdam, E.S. Bakker, J.M. Gleichman, K. de Maeyer, & R. Smit (2008). Shifting Mosaics in Grazed Woodlands Driven by the Alternation of Plant Facilitation and Competition. *Plant Biology* 1(2): 127-137.
- Ozinga, W.A. (2008). Assembly of plant communities in fragmented landscapes : the role of dispersal. Dissertatie Radboud Universteit, Nijmegen. 240 pp.
- Ozinga, W.A., J.H.J. Schaminée, R.M. Bekker, S. Bonn, P. Poschlod, O. Tackenberg, J. Bakker & J.M. van Groenendael. (2005). Predictability of plant species composition from environmental conditions is constrained by dispersal limitation. *Oikos* 108: 555-561.
- Peters, B. & G. Kurstjens (2007). Rivierenland in ontwikkeling 2: resultaten van natuurontwikkeling in het rivierengebied. Bureau Drift, Berg en Dal, 162 pp.
- Pons, L. J. (1952). De bodemgesteldheid van het uiterwaardengebied van de Oude Rijnmond (Spijkse Overlaat) en van de Driedorpenpolder (Pannerden, Herwen en Aerdt). Stichting voor Bodemkartering, Wageningen, 49 pp.
- Schaffers, A.P., K.V. Sýkora, H.P.J. Huiskes & J.H.J. Schaminée (2008). De droge stroomdalgraslanden van het Sedo-Cerastion in Nederland. Verspreiding en soortensamenstelling van het Medicagini-Avenetum en het Sedo-Thymetum vóór 1960 en daarna. Rapport DK nr. 2008/DK092-O, Ede, 193 pp.
- Schaminée, J.H.J. (2009). Gelderse Poort. In: J.H.J. Schaminée & J.A.M. Janssen (red.), Natura 2000-gebieden van Laag Nederland. 248 pp. Europese Natuur in Nederland. KNNV Uitgeverij, Zeist, pp. 34-41.
- Schaminée, J.H.J., A.H.F. Stortelder & E.J. Weeda (1996, red.). De vegetatie van Nederland 3. Plantengemeenschappen van graslanden, zomen en droge heiden. Opulus, Uppsala/Leiden, 356 pp.
- Schaminée, J.H.J., E.J. Weeda & V. Westhoff (1995, red.). De vegetatie van Nederland 2. Plantengemeenschappen van wateren, moerassen en natte heiden. Opulus, Uppsala/Leiden, 358 pp.
- Schaminée, J.H.J., E.J. Weeda & V. Westhoff (1998, red.). De vegetatie van Nederland 4. Plantengemeenschappen van de kust en van binnenlandse pioniermilieus. Opulus, Uppsala/Leiden, 346 pp.
- Sloff, J.G. & J.L. van Soest (1938/'39). Het Fluviaale district in Nederland en zijn Flora. *Nederlandsch Kruidkundig Archief* 48: 199-265; 49: 268-306.

- Stroh, M., A. Kratochwil & A. Schwabe (2004). Fraß- und Raumnutzungseffekte bei Rinderbeweidung in halboffenen Weidelandschaften: Leitbildflächen und Restitutionsgebiete im Emsland (Niedersachsen). *Norddeutsche Naturschutzakademie-Berichte* 1: 133-146.
- Stroh, M., A. Kratochwil, D. Remy, K. Zimmermann & A. Schwabe (2005). Rehabilitation of alluvial landscapes along the river Hase (Ems river basin, Germany). *Archiv für Hydrobiologie* 15 (1-4): 243-260.
- Sýkora, K.V. (1983). A synecological study of the *Lolio-Potentillion anserinae* TÜXEN 1947 by means of permanent transects. I: Brackish stenosalutic habitats. *Proc. Kon. Ned. Ak. Wet.*, C 86 (4): 525-566.
- Van der Heijden, H.A. (2005). Ecological restoration, environmentalism and the Dutch politics of 'new nature'. *Environmental Values* 14: 427-446.
- Verdonschot, R.C.M., J. Noordijk, K.V. Sýkora & A.P. Schaffers (2007). Het voorkomen van loopkevers (Coleoptera: Carabidae) langs een vegetatiegradiënt in de Millingerwaard. *Entomologische berichten* 67: 82-91.
- Vulink, J.T. (2001). Hungry herds. Management of temperate lowland wetlands by grazing. *Dissertatie Rijksuniversiteit Groningen, Groningen*: 391 pp.
- Weeda, E.J. (1990). Over de plantengeografie van Nederland. In: R. van der Meijden, Heukels' Flora van Nederland, ed. 21. Wolters-Noordhoff, Groningen, pp. 16-24.
- Weeda, E.J., A.S. Kers, L. van Duuren & J.H.J. Schaminée (2005). Lijst van zeldzame en bedreigde vegetatietypen in Nederland. *Stratiotes* 30: 9-47.
- Weeda, E.J., J.H.J. Schaminée & L. van Duuren (2002). Atlas van plantengemeenschappen in Nederland 2. Graslanden, zomen en droge heiden. KNNV Uitgeverij, Utrecht, 223 pp.
- Weeda, E.J., C. Schuiling, T. Jacobs & J.P.M. Willems (2008). Inventarisatie ruimteclaims in rivierengebied ten behoeve van Natura 2000 en de Ecologische Hoofdstructuur. *Alterra-rapport 1638, Alterra, Wageningen*, 60 pp.
- Wolfert, H.P. (2001). *Geomorphological Change and River Rehabilitation. Case Studies on Lowland Fluvial Systems in the Netherlands*. - Alterra Scientific Contributions 6, Alterra Green World Research, Wageningen, 200 pp.
- Wolfert, H.P., Hommel, P.W.F.M., Prins, A.H. & M.H. Stam (2002). The formation of natural levees as a disturbance process significant to the conservation of riverine pastures. *Landsc. Ecol.* 17: 47-57.

Contactgegevens auteurs:

Karlè Sýkora

E-mail: Karle.Sykora@wur.nl

John Stuver

Email: John.Stuiver@wur.nl

Iris de Ronde

E-mail: Iris.deRonde@wur.nl