

Vestiging van bijzondere plantesoorten in het infiltratiegebied van de Amsterdamse Waterleidingduinen

J. Mourik (Oosterlaan 27, 2102 ZP Heemstede) en

G. Londo (Rijksinstituut voor Natuurbeheer, postbus 46, 3956 ZR Leersum)

Establishment of uncommon plant species in the riverwater infiltration area of the Amsterdamse Waterleidingduinen

The 'Amsterdamse Waterleidingduinen' is a dune area near Haarlem in the calcareous Dune district. Since 1851 it is the water catchment area of Amsterdam. Due to the lowering of the groundwater level the moist dune slacks have disappeared gradually. Since 1957 infiltration of water from the river Rhine takes place for the water supply of Amsterdam. This water, rich in nutrients, causes among

others a ruderal vegetation of high forbs and poor in species instead of the former species-rich dune slack vegetation. Since about 1970 locally a divergent vegetation is developing. In the so-called Groot Zwartevelde not only dune slack species have established, but also a number of species characteristic for dunes poor in lime and nutrients: *Empetrum nigrum*, *Erica tetralix*, *Dryopteris cristata*, *Osmunda regalis* and some *Sphagnum* species. The most remarkable species is *Sphagnum imbricatum*, which has been refound in the Netherlands after a long period of (seeming?) absence. It was its first observation in the Dune district. The species mentioned were not known from this dune area in former times.

This vegetation development is a result of the new habitat. Firstly this dune area is superficially decalcified, stimulated by former agricultural management owing to which the humus content of the soil has increased. Secondly a layer of nutrient-poor rainwater has been formed on the nutrient-rich riverwater. This is caused by the very slow water movement in this area (without drains) and also by the small groundwater fluctuations (contrarily to most other places with a rapid water movement through the soil and great fluctuations in the groundwater). An important fact is that the vegetation is mown annually since 1974. A similar vegetation development takes place in other parts of the Amsterdamse Waterleidingduinen where similar habitats have originated.

Inleiding

Het is al lang bekend dat de flora en vegetatie van duingebieden waar rivierwater wordt geïnfiltreerd nogal sterk afwijken van die van natuurlijke vochtige duinvalleien.¹ In deze infiltratiegebieden ontstaan in het algemeen soortenarme ruigten met algemene soorten, hoewel plaatselijk vestiging kan optreden van een bijzondere soort zoals *Limosella aquatica*.^{2 3} Vooral het onderzoek van Van Dijk^{4 5 6 7 8} heeft duidelijk gemaakt dat de verzuiving nauw samenhangt met de nutriëntenbelasting per tijdseenheid, in het bijzonder de fosfaatbelasting; niet alleen de nutriënten- of fosfaatconcentratie van het water is voor de vegetatie van belang, maar ook de snelheid waarmee dit water door de zode dringt. We mogen pas soortenrijkere vegetaties in infiltratiegebieden verwachten wanneer de nutriënten in veel lagere concentraties voorkomen en wanneer bovendien de waterstandsschommelingen niet te groot zijn. Aan beide voorwaarden schijnt in het Groot Zwartevelde (IVON 24.48.23) in de Amsterdamse Waterleidingduinen min of meer voldaan te worden. Hier werd sinds 1972 een aantal oligotrafente soorten waargenomen, met als bijzonderste soort *Sphagnum imbricatum* (materiaal in herb. RIN).

Beschrijving van het gebied

Het Groot Zwartevelde (ca. 50 ha) is een open duinweidegebied met enkele, veelal recentelijk, aangeplante bosjes van vooral *Pinus nigra* subsp. *nigra* en *Populus alba*. Het veld wordt aan de zuidzijde begrensd door een lage duinrug met duindoornstruweel, aan de oost- en noordzijde door lage duinen met struweel en aangeplante bosjes en aan de westzijde door infiltratiegeulen. Vlak ten noorden loopt de toevoergeul met infiltratiewater, waarvan een zijtak door het gebied loopt. In het zuiden grenst het veld aan een voorraadbekken en op wat grotere afstand in het oosten zijn infiltratiegeulen aanwezig. Het gebied is dus omgeven door wateren. Van deze wateren hebben de toevoersloot en het voorraadbekken een vrij constante waterstand. De infiltratiegeulen vertonen veel grotere waterstandsfluctuaties. Er is weinig reliëf, het zuidwestelijke deel is licht glooiend, het overige deel is nagenoeg vlak. In het middengedeelte bevinden zich, omgeven door opgeworpen zandwallen, enkele voormalige akkers die vroeger uitgediept zijn. Ook heeft men er vroeger vee geweid.⁹

Van 1972 tot 1977 is een deel van het terrein in gebruik geweest als voerakker voor reeën. Bodemonderzoek¹⁰ toonde aan dat de bodem hier op vele plaatsen is geroerd en dat de bovengrond ontkalkt en sterk humeus is. De bodems werden als beekeerdgrond en als vlakvaaggrond gekarteerd. Omstreeks 1970 is op diverse plaatsen de zode afgeplagd.

Veranderingen in flora en vegetatie

Voor het begin van de infiltratie was het gebied schaars begroeid. De moslaag met onder andere veel *Ceratodon purpureus* en *Cladonia*-soorten, domineerde en de kruidlaag was vaak niet meer dan een schaarse begroeiing van *Rumex acetosella* met wat grassoorten van droge duinen. Na het begin van de infiltratie in 1964 kwam een groot deel van de oppervlakte (een vrij vlak gebied!) binnen de invloedssfeer van het grondwater te liggen. Daar werd de vegetatie dichter. In 1972 was er sprake van een ruigte met voornamelijk *Calamagrostis epigejos*.

Sinds 1974 wordt het veld jaarlijks in oktober machinaal gemaaid. De begroeiing is er geleidelijk aan steeds ijler geworden. Sinds 1976 heeft een verhoging van de gemiddelde grondwaterstand ook tot veranderingen in de vegetatie geleid.

In tabel 1 staat een aantal soorten vermeld dat zich pas in het Groot Zwarte veld gevestigd heeft toen dit weer vochtiger werd. In de tabel vallen soorten op die kenmerkend zijn voor voedselarme en kalkarme situaties, zoals *Empetrum nigrum*, *Erica tetralix*, *Dryopteris cristata*, *Osmunda regalis* en enkele *Sphagnum*-soorten. Vergelijking met vroegere floristische waarnemingen in het gebied maakt duidelijk dat deze soorten daar vroeger niet voorkwamen. Zo vermeldt Van Eeden¹¹ uit het duingebied nabij Haarlem, een streek die hij zeer goed kende, geen enkele *Sphagnum*-soort. Het is opmerkelijk dat naast *Sphagnum subnitens* ook *S. imbricatum* werd aangetroffen. Deze soort is na een lange periode van (schijnbare?) afwezigheid in 1967 voor het eerst weer in Nederland gevonden bij Nieuwkoop.¹⁵ Daarna is de soort nog op enkele andere plaatsen aangetroffen, namelijk in de Lindevallei (IVON 16.24.52) en op Ameland (IVON 1.47) en in Drenthe.¹⁶ De onderhavige vondst is de eerste in het Duindistrict.

Het voorkomen van soorten van kalk- en voedselarme standplaatsen was vroeger beperkt tot de sterk ontkalkte binnenduintrand. Zo komt binnen de Amsterdamse Waterleidingduinen plaatselijk (bij De Zilk) veel *Calluna vulgaris* voor, maar in dit droge gebied ontbreken soorten van natte milieus. De opgave uit 1874 van *Blechnum spicant*¹¹ heeft stellig betrekking op de binnenduintrand. Het optreden van deze en voornoemde soorten midden in het Duindistrict is nieuw.

In tabel 1 valt verder een aantal soorten op dat karakteristiek is voor vochtige kalkrijke duinvalleien. Ze kwamen daar ook vroeger voor, hoewel een deel ervan in de eerste helft van deze eeuw afwezig was door de uitdrijving van het gebied ten gevolge van de duinwaterwinning.

Van enkele soorten is het niet goed na te gaan of ze ook vroeger voorkwamen. Zo werd *Carex tumidicarpa* niet apart onderscheiden maar samen met *C. oederi* als één soort beschouwd; het onderscheid is dan ook vaag. *Dactylorhiza majalis* subsp. *praetermissa* werd vroeger niet apart van de subsp. *majalis* onderscheiden, zodat we niet met zekerheid weten of eerstgenoemde ondersoort daar vroeger voorkwam. Bij het beschouwen van tabel 1 moet men er verder rekening mee houden dat het voorkomen anno 1874 volgens Van Eeden op een groter gebied slaat dan de Amsterdamse Waterleidingduinen alleen.

Mourik heeft op groeiplaatsen van bijzondere soorten een aantal vegetatie-opnamen gemaakt die in tabel 2 staan vermeld. De opnamen 1-3 hebben betrekking op hetzelfde

Tabel 1. Lijst van een aantal plantesoorten waargenomen door J. Mourik in de vochtige duinweide Groot Zwarteveld (Ivon 24.48.23).

	voorkomen in 1982	jaar eerste waarneming sinds begin infiltratie	vroegere voorkomen in omgeving		
			1874 ¹¹	tot ± 1900* ¹²	1902-1950 ^{13 14}
<i>Blechnum spicant</i>	l ex.	1978	+	-	○
<i>Botrychium lunaria</i>	3 exx.	1982	+	○	+
<i>Briza media</i>	pl.a	1977	+	+	+
<i>Carex caryophyllea</i>	zz	1982	+	+	+
<i>Carex flacca</i>	a	1972	+	+	-
<i>Carex hirta</i>	za	1972	+	+	+
<i>Carex nigra</i>	pl.a	1972	+	+	+
<i>Carex oederi</i>					
subsp. <i>pulchella</i>	pl.z	1972	+	+	+
<i>Carex ovalis</i>	z	1972	+	○	+
<i>Carex panicea</i>	pl.a	1972	+	+	○
<i>Carex pseudocyperus</i>	zz	1981	+	○	○
<i>Carex trinervis</i>	va	1972	+	+	-
<i>Carex tumidicarpa</i>	zz	1972	?	-	-
<i>Centaurium erythraea</i>	z	1972	+	+	+
<i>Centaurium littorale</i>	va	1972	+	+	+
<i>Cirsium palustre</i>	zz	1972	+	+	+
<i>Dactylorhiza majalis</i>					
subsp. <i>praetermissa</i>	z	1972	?	?	?
<i>Danthonia decumbens</i>	pl.a	1977	+	+	-
<i>Dryopteris carthusiana</i>	a	1973	+	○	+
<i>Dryopteris cristata</i>	pl.z	1978	-	-	-
<i>Empetrum nigrum</i>	l ex.	1982	-	-	-
<i>Erica tetralix</i>	l ex.	1980	-	○	-
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	pl.a	1979	+	○	+
<i>Juncus alpinoarticulatus</i>					
subsp. <i>atricapillus</i>	pl.a	1972	+	+	-
<i>Juncus articulatus</i>	a	1972	+	+	+
<i>Juncus conglomeratus</i>	z	1980	+	○	+
<i>Juncus effusus</i>	a	1972	+	○	+
<i>Juncus subnodulosus</i>	pl.a	1972	+	+	-
<i>Molinia caerulea</i>	pl.a	1972	+	+	+
<i>Ophioglossum vulgatum</i>	pl.za	1976	+	+	-
<i>Osmunda regalis</i>	4 exx.	1977	-	-	-
<i>Pyrola rotundifolia</i>	pl.z	1972	+	+	+
<i>Sagina nodosa</i>	pl.a	1972	+	+	+
<i>Scirpus lacustris</i>					
subsp. <i>tabernaemontani</i>	z	1972	+	+	○
<i>Scirpus setaceus</i>	pl.va	1977	+	+	+
<i>Stellaria graminea</i>	va	1972	+	+	+
<i>Stellaria palustris</i>	z	1977	+	+	+
<i>Sphagnum</i> sp.**	pl.a	1977	-	-	-

Legenda:

1e kolom: a = algemeen, pl. = plaatselijk; va = vrij algemeen; z = zeldzaam; za = zeer algemeen; zz = zeer zeldzaam.

3e kolom: het voorkomen volgens Van Eeden¹¹ in het duingebied nabij Haarlem: + = aanwezig; - = afwezig.

kwadraat evenals de opnamen 4-7. Wat in deze twee kwadraten opvalt, zijn de grote veranderingen die in de vegetatie plaatsvonden, vooral tussen 1982 (of 1981) en 1983. De veranderingen hangen nauw samen met de waterstandsfluctuaties. In het voorjaar van 1983 was het gebied extreem nat ten gevolge van de hoge neerslag. Door de vele neerslag in West-Europa was het rivierwater van goede kwaliteit, zodat er ook veel water geïnfiltreerd werd. De sterke achteruitgang van *Luzula campestris*, *Calamagrostis epigejos* en de sterke toename van *Holcus lanatus* en *Agrostis stolonifera* zijn een direct gevolg van het natter worden van het milieu.

In tabel 2 valt verder op dat de soortensamenstelling sterk heterogeen is. Soorten die normaal in zeer verschillende plantengemeenschappen voorkomen, groeien hier samen. Samen met voornoemde grote vegetatieveranderingen wijst dit op een onevenwichtig milieu.

Het milieu van het Groot Zwarteveld nader beschouwd

De huidige vegetatieontwikkeling is een gevolg van verschillende invloeden. Het maaien heeft hier duidelijk een verschralende invloed gehad en heeft positief gewerkt op de floristische rijkdom.

Uit het hiervoor vermelde onderzoek van Van Dijk is echter duidelijk geworden dat verschraling door maaien niet of nauwelijks mogelijk is in situaties van 100% infiltratiewater en zeker niet bij hoge doorstroomsnelheden. In dit gebied hebben we dan ook te maken met voedselarm grondwater doordat regenwater hier op het infiltratiewater stagneert. De lagere voedselrijkdom blijkt uit enkele wateranalyses van kwelplasjes in het gebied die in tabel 3 staan vermeld. Van Dijk gebruikt de kaliumconcentratie als een globale maat voor de herkomst van het water (neerslag of infiltratiewater).

Aan de hand hiervan kan geconcludeerd worden dat in maart 1978 de kwelplasjes 14, 15 en 16 in het Groot Zwarteveld 10-40% infiltratiewater bevatten, en kwelplas 13 nog aanzienlijk meer. Het analyseresultaat van kwelplas 15 in september 1981 toont een veel lagere waarde (ongeveer als regenwater). Een en ander zal stellig met neerslaghoeveelheden verband houden. In tijden met een hoge nuttige neerslag (= neerslag verminderd met verdamping) mogen we verwachten dat vooral in de bovenste bodemlagen het percentage infiltratiewater zeer laag of nihil is. Verder is de vorming van een regenwaterpakket op het infiltratiewater een geleidelijk verlopend proces. Het is ook duidelijk dat er in het begin van de infiltratie een sterke ruigtevorming opgetreden is. Dit kan niet alleen worden toegeschreven aan het niet-maaien, maar ook aan het voedselrijkere grond-(infiltratie-)water en de mineralisatie (door het natter worden) van humus in de bodem.

Op basis van het voorgaande moeten we ons voorstellen dat het voedselarme grondwater, ten gevolge van op het infiltratiewater stagnerend regenwater, pas na enige tijd is

4e kolom: het voorkomen volgens de Prodrumus Flora Batavae.¹²

5e kolom: het voorkomen volgens de Atlas van de Nederlandse Flora^{13 14} in het gebied van de Amsterdamse Waterleidingduinen: + = aanwezig; - = afwezig; O = idem, maar wel in de omgeving aanwezig; ? = onzeker.

* Voor de varens (ontbrekend in de Prodrumus) werd uitgegaan van het vóór 1900 verzamelde materiaal in het herbarium van de Koninklijke Nederlandse Botanische Vereniging (in het Rijksherbarium te Leiden); determinaties en gegevens: E.J. Weeda.

** Volgens determinatie van G. van Wirdum: *Sphagnum imbricatum* en *S. subnitens*.

Tabel 2. Vegetatieopnamen in de vochtige duinweide Groot Zwartevelde (IvON 24.48.23), gemaakt door J. Mourik.

	Nr. opname	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Kwadraat	A	A	A	B	B	B	B	C	D	E
soc. groep	Jaar	79	81	83	79	81	82	83	81	82	81
	Maand	8	6	7	8	6	5	7	6	5	6
	Dag	6	13	29	6	13	29	29	13	29	13
	Oppervlakte in m ²	6	6	6	4	4	4	4	4	1	3
	Kruidlaag, bedekkings-%	95	95	95	95	95	90	90	90	100	80
	gemiddelde hoogte in cm	20	15	30	30	15	20	25	10	10	10
	Moslaag, bedekkings-%	5	5	7	5	5	5	10	10	0	20
O-S	<i>Erica tetralix</i>								p4		
	<i>Sphagnum</i> div. sp.	2	2	10	2	1	2	2			4
	<i>Polytrichum commune</i>	4	4	2	2	4	2	2	4		10
N-C	<i>Viola canina</i>	p1	p2							r1	
	<i>Botrychium lunaria</i>									r1	
	<i>Veronica officinalis</i>	r1	p2		r1	r1	r1	r1			
	<i>Luzula campestris</i>		p1		m4	10	20	a2	30	10	10
D	<i>Centaurium littorale</i>	p1	r1	p1			r1	r1			p1
	<i>Juncus alpinoarticulatus</i> subsp. <i>atricapillus</i>	p1	p1	a4				p1			
	<i>Juncus subnodulosus</i>	p2	p2	a2					p2		
	<i>Salix repens</i>	40	50	30	r1	r2	p4	r1	p4		
	<i>Ophioglossum vulgatum</i>										m4
G	<i>Calamagrostis epigejos</i>	p1	r1		10	10	10	a2	a2	10	a2
	<i>Carex arenaria</i>	30	20	p1	m4	10	10	m4	p1	a1	10
	<i>Festuca rubra</i>	p1	a1						40	40	a2
	<i>Rumex acetosella</i>					p1	r1	p1			p1
	<i>Senecio jacobaea</i>	p2								p2	r2
	<i>Hypochaeris radicata</i>	r1	r1								
	<i>Taraxacum officinale</i>		r1	r1						r1	
	<i>Hypnum cupressiforme</i>						1	2	4		
M	<i>Holcus lanatus</i>	a4	p1	10	20	10	10	20		p1	p2
	<i>Equisetum palustre</i>	p1		30			p1	a1			
	<i>Lycopus europaeus</i>	p2	10	m2	p1			a2			
	<i>Mentha aquatica</i>		r2	a1							
	<i>Nasturtium microphyllum</i>				a1	r1	r1	p1			a4
P	<i>Agrostis stolonifera</i>	a4	p1	10	40	30	30	50	20	10	30
	<i>Juncus articulatus</i>	a1	p1	p1							
	<i>Sagina procumbens</i>	m2	a1		a1	p1					p1
A	<i>Cirsium arvense</i>			p1	p4	p4	p4	p2		r2	
	<i>Glechoma hederacea</i>	p2	a4		a4	10	p4	p1		p2	
	<i>Rubus caesius</i>	10	r2	p2	r1	r1	r1	r1		10	
B	<i>Blechnum spicant</i>				r1	r2	r2	r2			
	<i>Dryopteris carthusiana</i>				p4	10	r1	10			r1
	<i>Dryopteris cristata</i>				r1	r1	r1	p1			
	<i>Osmunda regalis</i>	p1	p1	p1							
	<i>Betula pubescens</i>			p1				p1			
	<i>Betula pendula</i>	r1	r1	r1					p4	r1	
	<i>Teucrium scorodonia</i>							r1		10	20

ontstaan. Verder zijn in het gebied geen draineerleidingen aanwezig zodat er geen sterke doorstroming van infiltratiewater is. De oligotrafente vegetaties komen voor vanaf een afstand van ca. 200 m vanaf de infiltratiegeulen. Bij hogere doorstroomsnelheden van infiltratiewater is pas op grotere afstand vanaf de geulen sprake van minder eutroof water, dat dan vaak nog lang niet de kwaliteit van regenwater heeft.⁷

De waterstandsfluctuaties zijn relatief gering en kunnen gedurende lange tijd soms belangrijk minder zijn dan die in natuurlijke duinvalleien. Zo bedroegen de maximale fluctuaties van vier grondwaterbuizen in de periode juni 1982 - februari 1983 respectievelijk 45, 55, 35 en 25 cm. In tijden met veel neerslag, zoals in het voorjaar van 1983, kunnen tijdelijk hogere maxima optreden. De maximale fluctuaties in dezelfde grondwaterbuizen bedroegen in 1983 (januari-december) respectievelijk 85, 55, 50 en 40 cm. Ringelberg-Giesen⁹ heeft de waterstandsfluctuaties in een groot aantal kwelplassen onderzocht, waaronder vijf plassen in het Groot Zwartevelde. Van september 1977 tot september 1978 bedroegen de fluctuaties 30 tot 50 cm. Elders kwamen plaatselijk nog geringere fluctuaties voor, maar veelal ook grotere. Zij vond een duidelijke correlatie tussen de aard van de begroeiing en de fluctuatiegrootte.

De sterk ontkalkte bodem is verder een belangrijke factor voor de vestiging van soorten van voedselarme en kalkarme standplaatsen. Klaarblijkelijk is de ontkalking (mede bevorderd door de vroegere bodembewerking en het hoge humusgehalte) hier inmiddels zover gevorderd dat het duingebied nu plaatselijk geschikt geworden is voor de ontwikkeling van vochtige heide en veenvegetaties, wanneer de hydrologische situatie, in het bijzonder de waterkwaliteit, dat mogelijk maakt. Daarvan was in de vorige eeuw nog geen sprake toen dergelijke soorten er niet voorkwamen.

Conclusie

De huidige vegetatieontwikkelingen kunnen beschouwd worden als een plaatselijk gunstig neveneffect van de Rijnwaterinfiltratie. Hierbij komt lof toe aan de Gemeentewaterleidingen van Amsterdam voor het goede maaibeheer. Het is evenwel de vraag of er op den duur meer evenwichtige vegetaties zullen ontstaan. Veel hangt daarbij af van het

Toelichting sociologische groepen. Soorten kenmerkend voor of met grote affiniteit tot:

O-S : vochtige heiden en hoogveen (Oxycocco-Sphagnetea)

N-C : droge heiden en heischrale graslanden (Nardo-Callunetea)

D : vochtige (kalkrijke) duinvalleien (Caricion davallianae, Nanocyperion flavescentis)

G : droge (o.a. duin-)graslanden (Koelerio-Corynephoretea, Arrhenatherion elatioris)

M : natte graslanden en moerasvegetaties (Molinietalia, Phragmitetea)

P : storingsvegetaties (Plantaginetea majoris, Polygono-Coronopion)

A : ruijten (Artemisietea)

B : (vooral vochtige) bossen (Alnion glutinosae, Quercion robori-petraeae)

Addenda: 1: *Epilobium parviflorum* r1, *Populus alba* r1. 2: *Populus alba* r1. 3: *Phragmites australis* p1, *Salix cinerea* p1. 5: *Prunus serotina* ? 7: *Agrostis canina* a2, *Typha latifolia* r1, *Dicranum scoparium* m4, *Plagiomnium* sp. p1. 9: *Anthoxanthum odoratum* m4, *Cerastium arvense* p1, *Avenula pubescens* p1, *Lotus corniculatus* r1, *Potentilla verna* p2, *Veronica chamaedrys* r1. 10: *Poa pratensis* p1.

Schaal: decimale schaal, bedekkingswaarden in procenten weergegeven.¹⁷

Tabel 3. Enkele wateranalyses van kwelplassen in het Groot Zwarteveld (IVON 24.48.23) volgens gegevens van H.W.J. van Dijk en D. Ringelberg-Giesen.

Kwelplas	kaliüm	nitraat	ammonium	ortho-P
13	6,0	0,8	1,0	< 0,03
14	3,3	0,4	1,4	< 0,03
15	2,6	0,4	0,8	< 0,03
16	2,4	0,3	0,7	< 0,03
15	0,5			0,01
Infiltratiewater AWD v	8,8	19	0,7	0,8
Infiltratiewater AWD n	8,6	23	0,05	0,2
ongestoord grond- water in Meijndel	1,2			
neerslag langs kust	0,7-0,8			

Alle waarden in mg/l. De eerste vier monsters werden genomen op 30.III.1978, het vijfde op 14.IX.1981.

Ter vergelijking zijn ook enkele andere wateranalyses opgenomen; die van het infiltratiewater betreffen de jaargemiddelden.⁶

v = voor verbetering van de voorzuivering (1973).

n = na verbetering van de voorzuivering (1976).

waterbeheer ter plaatse. Het zal duidelijk zijn dat bij calamiteiten deze vegetaties in één keer kunnen verdwijnen. Een mede op natuurlijke ontwikkelingen gericht waterbeheer is gewenst.¹⁸

Overigens kunnen we voor een duurzame natuurbouw beter terecht in duinterreinen op grotere afstand van infiltratiegebieden. Waar elders vergelijkbare milieus ontstaan, kunnen we verwante vegetatieontwikkelingen verwachten. Deze vinden onder andere plaats in het Renbaanveld (IVON 24.38.53), eveneens gelegen in de Amsterdamse Waterleidingduinen, waar ook *Sphagnum*-soorten en diverse andere oligotrafente soorten worden aangetroffen.

Verder bewijzen de huidige vegetatieontwikkelingen dat de disseminatie en vestiging van allerlei soorten blijkbaar geen (grote) problemen opleveren ondanks het feit dat deze soorten op grotere afstand van het desbetreffende duingebied voorkomen.

Wij willen hierbij mw. G. Baeyens, H.W.J. van Dijk en mw. D. Ringelberg-Giesen danken voor de verstrekte gegevens, G. van Wirdum voor de determinatie van de *Sphagnums*, E.J. Weeda voor het verstrekken van verspreidingsgegevens van de varensorten en de Stichting voor Bodemkartering voor de levering en plaatsing van de grondwaterbuizen. Verder dank aan de Gemeentewaterleidingen van Amsterdam die het onderzoek in de infiltratiegebieden mogelijk maakte.

1. G. Londo, 1966. De huidige flora van het infiltratiegebied bij Zandvoort in vergelijking met andere natte duinvalleien in heden en verleden. *De Levende Natuur* 69: 145-151.
2. G. Londo, 1964. *Limosella aquatica* L. in de duinen bij Zandvoort. *Gorteria* 2: 1-4.
3. M.O. Boerman, 1975. 10 jaar botanische inventarisatie in de Amsterdamse Waterleidingduinen. Rapport Gemeentewaterleidingen, Amsterdam.

4. H.W.J. van Dijk, 1982. Invloeden van waterwinning door duininfiltratie op de vegetatie. Rapport Vakgroep Milieubiologie, Leiden.
5. H.W.J. van Dijk, 1983. Duininfiltratie: invloed op de concentratie van opgeloste voedingsstoffen. *Duin* 6 (4): 17-22.
6. H.W.J. van Dijk, 1984. Invloeden van oppervlaktewater-infiltratie ten behoeve van duinwaterwinning op kruidachtige oevervegetaties. Dissertatie, Wageningen.
7. E. van Dijk & M. Janssen, 1980. Eutrofiëring van oevervegetaties in geïnfiltreerde duinen. *Duin* 3 (4): 11-20.
8. T.W.M. Bakker & H.W.J. van Dijk, 1983. Duininfiltratie: invloed op de voedingsstoffenbalans. *Duin* 6 (3): 26-30.
9. D. Ringelberg-Giesen, 1982. Invloeden van de duininfiltratie op de vegetaties van freatofyten in kwelgebieden in de Luchterduinen. Rapport Vakgroep Milieubiologie, Leiden.
10. G.A. Vos, 1984. Kartering Duinwaterwinplaats Gemeente Amsterdam. Rapport Stichting voor Bodemkartering nr. 1782, Wageningen.
11. F.W. van Eeden, 1874. Lijst der planten die in de Nederlandsche Duinstreken gevonden zijn. *Ned. Kruidk. Arch.* 2 (1): 360-451.
12. L. Vuyck, 1893-1916. *Prodromus Florae Batavae* I-I, II, III, II-I, ed. 2. Nijmegen.
13. J. Mennema, A.J. Quené-Boterenbrood & C.L. Plate (ed.), 1980. *Atlas van de Nederlandse Flora 1*. Amsterdam.
14. J. Mennema, A.J. Quené-Boterenbrood & C.L. Plate (ed.), 1985. *Atlas van de Nederlandse Flora 2*. Utrecht.
15. A.J. den Held, 1971. Een recente vondst van *Sphagnum imbricatum* Hornsch. ex Russ. in Nederland. *Gorteria* 5: 158-160.
16. Mondelinge mededeling G. van Wirdum; de Drentse vondsten zijn gedaan door A.K. Masselink: IVON 12.23.31 en 12.25.51 (de soort is daar waarschijnlijk verdwenen).
17. G. Londo, 1984. The decimal scale for relevés of permanent quadrants. In: R. Knapp (ed.), *Handbook of vegetation science 4. Sampling methods and taxon analysis in vegetation science*. The Hague.
18. G. Baeyens, 1984. Natuurbeheer in de duinwaterwinplaats: in stand houden van soorten en patronen of natuurlijke processen tot ontwikkeling brengen. *Waterwereld* 37: 12-19.

Naschrift van de auteurs: Onlangs is een publikatie verschenen van Stuyfzand & Stuurman: Experimenteel bewijs en modellering van een stationnaire regenwaterlens op kunstmatig geïnfiltrerd oppervlaktewater (*H₂O* 18, 1985: 408 – 415) die niet meer in dit artikel verwerkt kon worden, maar in dit verband wel van veel belang is. Voornoemden constateerden in de Luchterduinen (Amsterdamse Waterleidingduinen) over een onderzoekstraject van ruim 1 km een neerslagwaterlens van 4 tot 7 m dik op het infiltratiewater.