Effect van bekalking en bemesting met fosfor, magnesium en kalium op de ondergroei van eiken- en dennenopstanden op arme grond

H.F. van Dobben
M.J.M.R. Vocks

RIN-rapport 92/22

DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek

Wageningen

1992

557971

Voorwoord

De mogelijke negatieve effecten van luchtverontreiniging - vooral depositie van ammoniak - op de vitaliteit van het Nederlandse bos zijn algemeen bekend. Omdat het terugdringen van depositieniveaus op de korte termijn niet mogelijk is, wordt gezocht naar beheersingrepen in het bos om de overlevingskans zo groot mogelijk te maken. Het toedienen van nutriënten om de overmaat aan stikstof de compenseren is een van de mogelijkheden in deze richting. Experimenten met verschillende nutriënten worden thans uitgevoerd op verschillende plaatsen in Nederland, gefinancierd door het Informatie- en Kennis Centrum van de Directie Natuur, Bos, Landschap en Fauna van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. Dit rapport evalueert de effecten van toediening van verschillende nutriënten op de ondergroei van eiken- en dennenbos.

De Directie

Inhoud

1 Samenvatting 3
2 Inleiding 4
3 Materiaal en methoden 4
4 Resultaten 8
4.1 Algemeen 8
4.2 Kalktrappenproeven 10
4.3 Factoriële K*Mg proeven 13
4.4 Rotatable design proef 13
5 Discussie 16
6 Literatuur 18
7 Figuren 19
5. Literatuur 21

1 Samenvatting

Het effect van bekalking (dolokal 3, 6 en 9 t/ha) en bemesting met P, Mg en K (verschillende niveaus tot 100 kg P, 150 kg Mg en 150 kg K/ha) op de ondergroei van dennen- en eikenopstanden op voedselarme bodem werd onderzocht door het vergelijken van vegetatieopnamen die gemaakt waren kort na, en drie jaar na het uitvoeren van de behandelingen (in 1988 resp. in 1991). Hoewel de statistische significantie van de resultaten soms vrij zwak is, kan met enige voorzichtigheid gesteld worden dat zowel bekalken als bemesten leiden tot een toename van ruderale soorten en soms ook van grassen. Het effect van de verschillende nutriënten neemt af volgens de reeks Ca > P > Mg > K. Deze resultaten bevestigen de resultaten van eerdere proeven in Harderwijk en op verschillende plaatsen in Zweden.

2 Inleiding

Door de Directie NBLF van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij wordt in samenwerking met het IBN-DLO onderzoek uitgevoerd naar de effecten van bekalking en bemesting op verschillende onderdelen van het bosecosysteem. Hiertoe zijn in de jaren 1986/87 een aantal factoriële proeven gestart waarin de effecten van Ca (dolokal) en van combinaties van P, Mg en K over een periode van enkele jaren gevolgd worden. Omdat in eerdere onderzoeken negatieve effecten van bemesting en vooral bekalking op de ondergroei gemeld zijn (Van Dobben & Dirkse 1990), worden in een aantal van deze proeven ook de veranderingen in de vegetatie gevolgd. Dit rapport behandelt de resultaten van een vergelijking van vegetatieopnamen uit 1988 en uit 1991. Het onderzoek werd gefinancierd door het IKC-NBLF.

3 Materiaal en methoden

In een selectie uit de proeven werden in 1988 beschrijvingen van de vegetatie gemaakt (De Goeij & Siebum 1990), en deze opnamen werden in 1991 op zo veel mogelijk identieke wijze herhaald. Tabel 1 geeft een opsomming van de proeven die voor het vegetatieonderzoek gebruikt zijn. Deze vallen in drie typen uiteen:

1. kalktrappenproeven met dolokal-giften op 4 niveaus (0, 3, 6 en 9 ton/ha), elk niveau met 2 herhalingen (totaal 8 plots per proef, 3 proeven);
2. factoriële K*Mg proeven met elke nutriënt op 3 niveaus (0, 40 en 80 kg/ha Mg als kieseriet met 26% MgO en 0, 75 en 150 kg/ha K als zwavelzure kali met 50% K_2O), elke combinatie met 2 herhalingen (totaal 18 plots per proef, 6 proeven);
3. 'rotatable design' proeven met P, Mg en K op 5 niveaus (0, 15, 50, 85 en 100 kg/ha P als tripelsuperfosfaat met 45% P_2O_5; 0, 12, 40, 68 en 80 kg/ha Mg als kieseriet; en 0, 22, 75, 128 en 150 kg/ha K als zwavelzure kali). Deze niveaus komen overeen met de relatieve niveaus $-\alpha$, -1, 0, +1, en $+\alpha$ zoals voorgeschreven in deze opzet, met α=1.41 (Montgomery 1976). Het totaal aantal plots bedraagt 16

per proef. Om aan de benodigde plots te komen zijn deze proeven verdeeld over telkens twee opstanden (blokken). Voor het onderzoek aan de vegetatie zijn als één proef samengenomen resp. de oude opstanden Venray 709b en Mill 143c en de jonge opstanden Uden 123g en Sint-Anthonis 64d. Hierbij is uit praktische overwegingen afgeweken van de oorspronkelijke opzet, waarin de blokken die hier als één proef beschouwd zijn tot proeven op verschillende bodem behoorden ('rijk' en 'arm'). De verschillen tussen de 'rijke' en de 'arme' opstanden zijn echter gering (J. van den Burg, mond. med.). Bij deze analyse is gecompenseerd voor blok-effecten.

Tabel 1: Overzicht van de in het onderzoek opgenomen percelen en hun behandelingen. Type = TR: trappenproef, FA: factoriële proef; RD: rotatable design proef.

perceel	behandeling	type	begin	boom	aanleg
Anthonis 44c	Ca	TR	najaar 1987	den	1953
Anthonis 46a	Ca	TR	idem	eik	1980
Anthonis 46e	Ca	TR	idem	den	1980
Amerongen 17	K Mg	FA	feb-mrt 1986	den	1928
Amerongen 2f	K Mg	FA	idem	den	1946
Chaam 78	K Mg	FA	idem	den	1931
Chaam 79a/80	K Mg	FA	idem	den	1930
Garderen 118	K Mg	FA	idem	den	1927
Garderen 141a	K Mg	FA	idem	den	1910
Uden 123g +	P Mg K	RD	winter 86/87	eik	1985
Anthonis 64d	P Mg K	RD	idem	eik	1983
Venray 709b +	P Mg K	RD	idem	eik	1973
Mill 143c	P Mg K	RD	idem	eik	1968

De grootte van de plots bedraagt meestal ca. 25*25 m^2. Binnen deze 'bruto' plots werden 'netto' plots uitgezet van 15*15 m^2 waarin de vegetatie werd beschreven. De exacte ligging van de nettoplots binnen de brutoplots is beschreven in De Goeij & Siebum (1990) en de bijbehorende gegevensbestanden. De methode die gebruikt is voor de vegetatiebeschrijving wordt eveneens gegeven door De Goeij & Siebum en is vrijwel identiek aan die van de Vierde Bosstatistiek (Dirkse 1987). Om zeker te zijn van een exacte herhaling van de opnamen uit 1988 werd in het veld assistentie verleend door M. Siebum.

In het veld werden alle cryptogamen verzameld, en de determinaties werden gecontroleerd door H.C. Greven (mossen) en H.F. van Dobben (lichenen). Vegetatieve hogere planten die niet op naam te brengen waren, werden opgekweekt tot een herkenbaar stadium. Bomen en struiken werden in de verschillende lagen van de vegetatie apart geschat, maar bij de verwerking alleen gebruikt wanneer zij in de kruidlaag voorkwamen.

Voor de verwerking werden de bedekkingsklassen van zowel de oude als de nieuwe opnamen getransformeerd tot bedekkingspercentages (geschatte gemiddelde bedekking per klasse, d.w.z. iets lager dan het gemiddelde van de onder- en bovengrens van elke klasse). Vervolgens werden deze percentages ln(1+X) getransformeerd, en werden de aldus getransformeerde oude bedekkingswaarden van de nieuwe afgetrokken. De resulterende waarden, die een maat zijn voor de relatieve verandering in abundantie, werden aan een nadere analyse onderworpen.

Omdat de verschillen tussen de behandelingen betrekkelijk gering zijn werd gekozen voor een verwerking met behulp van gereduceerde rang regressie (=redundantie-analyse, RDA). Dit is een 'canonische' vorm van principale componentenanalyse, waarbij de ordinatie-assen beperkt worden tot lineaire combinaties van omgevingsfactoren (in dit geval de behandelingen). Het is daarom ook een vorm van regressieanalyse. Deze techniek is geschikt voor de verwerking van vegetatiegegevens wanneer de soorten binnen de bemonsterde range geen optima vertonen, of met andere woorden, wanneer het effect van de omgevingsvariabelen bij benadering is te beschrijven met een lineaire functie. Een van de voordelen van deze techniek is dat 'biplots' gegenereerd worden die op eenvoudige wijze het globale resultaat van de proeven inzichtelijk maken. Verder is het mogelijk de significantie van de behandelingseffecten op de gehele vegatatie te toetsen door middel van permutatie.

Bij de trappenproeven en de factoriële proeven zijn de behandelingen opgevat als kwalitatieve variabelen ('factoren'); de analyse is hier te beschouwen als een multivariate vorm van ANOVA. In de tabellen en figuren zijn de nutriënten gecodeerd als een chemisch symbool + een

getal, waarbij het getal het niveau weergeeft (0=niet gegeven, 1=laagste dosis enz.). Bij de rotatable design proeven zijn de behandelingen opgevat als kwantitatieve variabelen en is de analyse een multivariate vorm van multipele regressie. Voor algemene technische achtergrondinformatie wordt verwezen naar Jongman et al. (1987), voor details betreffende de toepassing op bemestingsproeven naar Van Dobben et al. (1992), en voor details betreffende permutatie naar Ter Braak (1991).

Naast de toetsing van de effecten op de gehele vegetatie zijn ook effecten op afzonderlijke soorten getoetst (eveneens d.m.v. permutatie) voor die soorten waarvan de verandering over de beschouwde periode voldoende variantie tussen de behandelingen vertoonde. Om het belang van de afzonderlijke nutriënten te vergelijken werd gebruik gemaakt van voorwaartse selectie van variabelen, waarbij hoofdeffecten en interacties als gelijkwaardig werden beschouwd (behalve bij de rotatable design proef; zie voor een nadere beschouwing hierover Van Dobben et al. 1992). Alle statistische bewerkingen werden uitgevoerd met het programma CANOCO (Ter Braak 1988).

4 Resultaten

4.1 Algemeen

De resultaten van de voorwaartse selecties worden gegeven in tabel 2-4, de biplots in figuur 1-3. In geen van de proeven werd een vegetatieverandering gevonden die significant aan een van de behandelingen gerelateerd was. De oorzaak hiervan is deels gelegen in het feit dat het aantal plots klein is in verhouding tot het aantal verschillende behandelingen. Mede hierdoor is het percentage verklaarde variantie soms wel vrij hoog. Om toch een indruk te geven van het relatieve belang van de behandelingen ten opzichte van elkaar worden in de tabellen de resultaten gegeven van de voorwaartse selecties van de vijf belangrijkste variabelen voor de gehele vegetatie (onder de kop 'alle soorten'), ongeacht hun significantie. De biplots hebben altijd betrekking op een model met alle verklarende variabelen. Bij alle proeven is getest of het opnemen van de 'kop'-gegevens (zoals hoeveelheid strooisel, dood hout enz.; zie De Goeij & Siebum tabel II) als covariabelen tot een verbetering van de significantie leidt; dit bleek nergens het geval te zijn.

Significante behandelingseffecten op afzonderlijke soorten werden wel in alle proeven gevonden. De tabellen geven voor deze soorten het resultaat van voorwaartse selecties van variabelen, voor zover deze een significant effect hebben, of nodig zijn als covariabelen om het effect van een andere variabele zichtbaar te maken. Verder valt het globale effect van de behandelingen op de soorten af te lezen uit de biplots. Omdat de vegetatie in de beschouwde periode betrekkelijk weinig is veranderd, wordt voor een globaal beeld van de soortensamenstelling van de plots verwezen naar De Goeij & Siebum.

Tabel 2-4: Voorwaartse selectie van variabelen voor de gehele vegetatie en voor enkele afzonderlijke soorten. Interacties zijn weergegeven als term.term, kwadratische termen als term^2. Extra = toename van de fit (verklaarde variantie) bij opnemen van de gegeven variabele in het regressiemodel; cum. = verklaarde variantie van een regressiemodel met de gegeven en alle voorgaande verklarende variabelen; teken = teken van de regressiecoëfficiënt (+ betekent soort is (na correctie voor het effect van alle in de tabel opgenomen variabelen en bij de rotatable design proef ook de blok-effecten) bij de de gegeven behandeling tussen 1988 en 1991 meer toegenomen of minder afgenomen dan bij andere behandelingen; - betekent minder toegenomen of meer afgenomen; 0 = geen effect); sign. = **: $p \leq 0.01$; *: $0.01 < p \leq 0.05$; ?: $0.05 < p \leq 0.1$; ns: $p > 0.1$ (bij 99 permutaties). Omdat de significantie van elke term is bepaald in een model met alleen de er boven staande termen, maar het teken bepaald is in een model met alle in de tabel voorkomende termen, kunnen termen soms teken 0 hebben en toch significant zijn. Kleine verschillen tussen de cumulatieve fit en de som van de extra fit en de cumulatieve fit uit de vorige rij zijn het gevolg van afrondfouten. Achter 'biplot' staan achtereenvolgens de eigenwaarde (*100) van de eerste (horizontale) as, en de som van de eigenwaarden van de eerste en de tweede (verticale) as. De verhouding tussen het laatste getal en de cumulatieve fit van alle variabelen (er onder) geeft aan welk deel van de verklaarde variantie in het biplot wordt weergegeven.

tabel 2a: Anthonis 44c (grove den, oud)

soort	behandeling	extra	cum.	teken	sign.
alle soorten	Ca0	22	22		ns
	Ca3	14	36		ns
	Ca1	10	46		ns
	biplot	24	37		
	alle variabelen		46		
Aulacomnium palustre	Ca0	33	33	+	*
Brachythecium rutabulum	Ca3	88	88	+	**
Campylopus pyriformis	Ca0	41	41	+	?
	Ca1	53	96	+	*
Chamerion angustifolium	Ca0	17	17	-	ns
	Ca2	33	50	-	*
Epilobium montanum	Ca3	54	54	+	**
Polytrichum formosum	Ca3	59	59	-	*

tabel 2b: Anthonis 46a (zomereik, jong)

soort	behandeling	extra	cum.	teken	sign.
alle soorten	Ca0	10	10		ns
	Ca1	09	19		ns
	Ca2	04	24		ns
	biplot	14	20		
	alle variabelen		24		
Bryum argenteum	Ca1	67	67	+	**
Bryum capillare	Ca0	47	47	-	*
Calluna vulgaris	Ca0	54	54	+	*
Campylopus introflexus	Ca3	44	44	-	**
Campylopus pyriformis	Ca0	25	25	+	?
Pleurozium schreberi	Ca0	37	37	+	*
Senecio sylvaticus	Ca0	33	33	-	?
Sorbus aucuparia	Ca2	20	20	-	?
Taraxacum officinale	Ca3	41	41	+	?

tabel 2c: Anthonis 46e (grove den, jong)

soort	behandeling	extra	cum.	teken	sign.
alle soorten	Ca0	07	07		ns
	Ca2	04	12		ns
	Ca1	03	15		ns
	biplot	08	12		
	alle variabelen		15		
Bryum capillare	Ca1	47	47	-	*
Calluna vulgaris	Ca0	45	45	+	*
Campylopus pyriformis	Ca0	47	47	+	*
Ceratodon purpureus	Ca3	17	17	+	?
Taraxacum officinale	Ca2	47	47	+	*
	Ca1	30	77	+	*

4.2 Kalktrappenproeven

Het behandelingseffect is het sterkste (in de zin dat het percentage verklaarde variantie het hoogste is: 46%) in de oude opstand (Anthonis 44c). In de bekalkte plots is een aantal acrocarpe mossen (zoals *Polytrichum formosum* en *Campylopus* spp.) afgenomen, en een aantal ruderale soorten (zoals *Chamerion angustifolium* en *Taraxacum officinale*) toegenomen. Er is een zekere niet-lineariteit in het effect van bekalking d.w.z. bij lage giften nemen andere soorten toe dan bij hoge giften; het verschil tussen behandelingen Ca1 en Ca2 is echter zeer gering (zie tabel 2a en figuur 1a).

In de jonge opstanden is het effect van bekalking minder (24 resp. 15% verklaarde variantie in Anthonis 46a en 46e), maar overigens vergelijkbaar met dat in de oude opstand. Ook in de jonge opstanden zijn acrocarpe mossen en bovendien *Pleurozium schreberi* en *Calluna vulgaris* afgenomen in de bekalkte plots, terwijl soorten als *Deschampsia flexuosa*, *Taraxacum officinale*, *Senecio sylvaticus* en *Brachythecium* spp. toenamen. In Anthonis 46a is het verschil het grootst tussen de behandelingen Ca2 en Ca3 enerzijds, en Ca0 en Ca1 anderzijds; in Anthonis 46e is het verschil het grootst tussen Ca0 enerzijds en Ca1, Ca2 en Ca3 anderzijds (zie tabel 2b-c en figuur 1b-c).

tabel 3a: Amerongen 17 (grove den, oud)

soort	behandeling	extra	cum.	teken	sign.
alle soorten	K0	08	08		ns
	Mg2	08	16		ns
	K1.Mg2	08	25		ns
	K0.Mg0	05	30		ns
	K2.Mg1	05	35		ns
	biplot	15	25		
	alle variabelen		45		
Brachythecium rutabulum	K0.Mg2	45	45	+	**
	K1.Mg0	11	56	+	*
Campylopus pyriformis	K2.Mg0	24	24	+	?
Dryopteris dilatata	K2.Mg2	28	28	+	**
	K2.Mg0	17	45	-	*
	K1.Mg0	10	55	-	?
Lophocolea bidentata	K2	20	20	+	?
Plagiothecium undulatum	Mg2	27	27	-	*
Polytrichum formosum	K2.Mg0	49	49	-	**
Rubus fruticosus	K1.Mg0	31	31	+	*
Rumex acetosella	K0	38	38	+	*
	Mg2	31	69	-	**
	K0.Mg2	10	79	+	*

tabel 3b: Amerongen 2f (grove den, oud)

soort	behandeling	extra	cum.	teken	sign.
alle soorten	K0.Mg1	12	12		ns
	K0.Mg0	09	21		ns
	K1.Mg2	06	27		ns
	K1.Mg1	05	32		ns
	K2.Mg0	04	36		ns
	biplot	15	25		
	alle variabelen		44		
Aulacomnium androgynum	Mg2	34	34	+	*
	K2	14	48	-	?
Brachythecium rutabulum	Mg1	20	20	-	*
Calluna vulgaris	K1	24	24	-	?
Campylopus introflexus	K0	39	39	+	*
Carex pilulifera	K1.Mg0	19	19	-	*
Chamerion angustifolium	K0	19	19	+	?
	K0.Mg0	19	38	-	?
Galium saxatile	K1.Mg2	21	21	+	?
Rumex acetosella	K2.Mg0	84	84	-	**
	K2.Mg1	05	88	+	*
Senecio sylvaticus	K1.Mg1	38	38	-	*

tabel 3c: Chaam 78 (grove den, oud)

soort	behandeling	extra	cum.	teken	sign.
alle soorten	Mg0	09	09		ns
	K2	08	17		ns
	K0.Mg2	08	24		ns
	K2.Mg0	06	31		ns
	K1.Mg1	06	37		ns
	biplot	15	24		
	alle variabelen		49		
Calluna vulgaris	K0	24	24	-	*
	K1.Mg2	14	38	-	?
Campylopus introflexus	Mg0	17	17	-	?
Chamerion angustifolium	K2.Mg1	18	18	-	?
Deschampsia flexuosa	K0.Mg1	26	26	+	*
Dicranum scoparium	K1.Mg1	22	22	-	?
	K0.Mg0	17	39	-	?
Dryopteris dilatata	K0.Mg2	17	17	-	ns
	K1.Mg0	21	38	-	*
Molinia caerulea	K0.Mg2	21	21	-	?
Polytrichum formosum	K0.Mg2	22	22	+	*
	K1.Mg2	28	50	+	*
	K2.Mg0	18	68	+	**
Stellaria media	K0.Mg2	20	20	+	*

tabel 3d: Chaam 79 (grove den, oud)

soort	behandeling	extra	cum.	teken	sign.
alle soorten	Mg1	06	06		ns
	K1	06	12		ns
	K2.Mg1	03	16		ns
	K0.Mg2	03	19		ns
	K1.Mg2	02	21		ns
	biplot	09	16		
	alle variabelen		26		
(L1=0.09, L2=0.07)					
Brachythecium rutabulum	K2.Mg0	13	13	-	?
Campylopus flexuosus	K1.Mg0	18	18	+	*
Campylopus introflexus	K2	18	18	-	*
Campylopus pyriformis	K1.Mg0	29	29	-	**
	K2.Mg0	12	41	-	?
Chamerion angustifolium	K2.Mg2	23	23	-	*
Dryopteris dilatata	K0	20	20	+	**
Molinia caerulea	K2.Mg1	16	16	-	*
Pleurozium schreberi	Mg0	22	22	+	*
	K1.Mg2	15	37	+	**
Polytrichum formosum	K0	13	13	+	*
Rumex acetosella	K2.Mg1	22	22	-	*

tabel 3e: Garderen 118 (grove den, oud)

soort	behandeling	extra	cum.	teken	sign.
alle soorten	K2.Mg0	16	16		?
	K1.Mg0	11	26		?
	K1	09	35		?
	Mg2	07	42		ns
	K1.Mg1	05	47		ns
	biplot	30	41		
	alle variabelen		54		
Brachythecium rutabulum	K2.Mg0	50	50	+	**
	K0	12	63	+	*
Corydalis claviculata	K1.Mg2	31	31	-	**
Dicranum scoparium	K1	20	20	+	ns
	K1.Mg0	26	46	-	*
Pleurozium schreberi	K2.Mg0	31	31	-	?
	K1.Mg0	16	47	+	?
Ptilidium ciliare	K1.Mg1	36	36	-	**
	K2.Mg2	16	51	+	?

tabel 3f: Garderen 141 (grove den, oud)

soort	behandeling	extra	cum.	teken	sign.
alle soorten	Mg0	08	08		ns
	K0.Mg0	09	17		ns
	K0.Mg2	08	25		ns
	K2.Mg1	06	31		ns
	K1.Mg0	05	36		ns
	biplot	13	22		
	alle variabelen		45		
Brachythecium oedipodium	K0.Mg1	25	25	+	*
	K2	15	40	+	?
	K1.Mg0	10	50	+	?
Brachythecium rutabulum	Mg2	29	29	-	*
Campylopus flexuosus	K1.Mg0	39	39	-	**
Campylopus pyriformis	K2.Mg2	40	40	+	**
Dicranum scoparium	K0.Mg2	20	20	-	?
	K1.Mg0	26	45	-	*
Dryopteris dilatata	Mg0	40	40	+	**
Plagiothecium curvifolium	K2	22	22	-	?
	Mg1	22	44	+	*
Pleurozium schreberi	K0.Mg1	32	32	+	*
	Mg0	17	49	-	*
Quercus robur (opslag)	Mg2	27	27	-	*
Vaccinium myrtillus	K0.Mg0	19	19	+	*

4.3 Factoriële K*Mg proeven

Hoewel voor een aantal soorten signifcante behandelingseffecten gevonden worden, en bij één proef (Garderen 118) ook het behandelingseffect op de gehele vegetatie bijna significant is, zijn de resultaten moeilijk interpreteerbaar (tabel 3a-f, figuur 2a-f). Bij de beide proeven in Amerongen lijkt er een tendens te bestaan tot verruiging bij Mg gift (in Amerongen 2f (figuur 2b) zijn b.v. *Pleurozium schreberi* en *Vaccinium myrtillus* relatief afgenomen bij Mg1 en Mg2, terwijl b.v. *Corydalis claviculata* en *Chamerion angustifolium* relatief zijn toegenomen bij deze behandelingen; en in Amerongen 17 (figuur 2a) zijn *Dicranum scoparium* en *Calluna vulgaris* relatief afgenomen en *Stellaria media* en *Dryopteris* spp. toegenomen bij Mg1 en Mg2). Dit patroon is echter niet consequent aanwezig. In de andere proeven is in het geheel geen consistent patroon te ontdekken. Ook de ligging van de interacties t.o.v. de hoofdeffecten vertoont een grillig patroon.

4.4 Rotatable design proef

In beide proeven werden de sterkste effecten (in de zin van de meeste verklaarde variantie) gevonden voor P en de zwakste effecten voor K (tabel 4a-b, figuur 3a-b). Mg neemt een intermediaire positie in. Het effect van P op de gehele vegetatie is in de oude opstand (Venray+Mill) bijna significant($p \simeq 0.09$). In beide proeven is er bij alle nutriënten een tendens tot verruiging, hetgeen tot uiting komt in o.a. een significante afname van *Calluna vulgaris* (beide proeven) en *Campylopus* sp. (jonge opstanden), en een toename van de grassen (beide proeven). Opvallend is dat de regressiecoëfficiënten voor de kwadratische termen en de interacties in het algemeen hoog zijn t.o.v. die voor de hoofdeffecten; dit geldt met name voor Venray+Mill (figuur 3b). Uit een nadere analyse van deze laatste proef blijkt de oorzaak hiervan te zijn dat de veranderingen in de opstand Mill veel groter zijn dan die in Venray. Omdat de behandelings-extremen ($-\alpha$ en $+\alpha$) gelocaliseerd zijn in Venray en de middenwaarden (-1 en +1) in Mill, zijn deze kwadratische termen in feite schattingen voor de hoofdeffecten in de opstand Mill. Het grote verschil tussen de twee blokken noopt tot voorzichtigheid bij de interpretatie.

tabel 4a: Uden 123g + Anthonis 64d (zomereik, jong)

soort	behandeling	extra	cum.	teken	sign.
alle soorten	P	05	05		ns
	P^2	05	10		ns
	Mg	04	14		ns
	Mg^2	08	22		ns
	K	03	25		ns
	biplot	12	21		
	alle variabelen		49		
Calamagrostis epigejos	Mg	15	20	+	?
Calluna vulgaris	K	03	03	+	ns
	K^2	32	35	-	*
	P	02	37	-	ns
	K.Mg	15	52	-	?
Campylopus introflexus	P	14	14	-	?
	Mg	01	14	+	ns
	Mg^2	15	49	-	*
Campylopus pyriformis	Mg	00	00	-	ns
	Mg^2	07	07	+	?
Deschampsia flexuosa	K	25	25	-	**
	P	00	25	+	ns
	Mg	00	25	+	ns
	P.Mg	27	52	-	**
	Mg^2	14	68	+	*
Molinia caerulea	K	01	01	+	ns
	K^2	22	23	+	?
	P	01	23	+	ns
	Mg	00	23	+	ns
	Mg.P	18	41	+	?
Polytrichum formosum	P	16	16	+	?
	K	13	28	-	?
	Mg	00	29	+	ns
	K.Mg	20	48	+	*
	K.P	13	61	+	?
	P^2	10	71	-	*
Pleurozium schreberi	Mg	38	38	+	*
	P	07	44	+	ns
	P^2	19	63	+	*
	K	00	64	+	ns
	K.Mg	19	83	+	*
Rumex acetosella	P	34	34	-	*
	P^2	25	59	-	?

tabel 4b: Venray 709b + Mill 143c (zomereik, oud)

soort	behandeling	extra	cum.	teken	sign.
alle soorten	P	07	07		?
	P^2	06	14		?
	Mg	05	19		ns
	P.Mg	07	26		ns
	Mg^2	05	31		ns
	biplot	16	28		
	alle variabelen		49		
Agrostis stolonifera	P	17	17	0	*
	K	00	17	+	ns
	Mg	01	18	+	ns
	K.Mg	16	35	+	?
Calluna vulgaris	Mg	02	02	-	ns
	K	00	03	-	ns
	K^2	07	09	+	?
Chamerion angustifolium	Mg	09	09	-	ns
	Mg^2	17	26	+	*
	P	06	32	-	?
	Mg.P	07	38	-	**
	P^2	05	44	-	*
Deschampsia flexuosa	Mg	24	24	0	*
	K	01	25	+	ns
	P	00	25	+	ns
	K.P	25	50	-	*

tabel 4b, vervolg

Lophocolea heterophylla	K	02	02	-	ns
	K^2	18	20	+	*
	Mg	02	22	+	ns
	Mg^2	14	36	+	*
Pleurozium schreberi	P	19	19	0	?
	Mg	05	23	-	ns
	K	00	23	-	ns
	K.Mg	19	42	+	?
Polytrichum commune	Mg	22	22	0	*
	K	03	25	+	ns
	P	02	27	-	ns
	K.P	22	49	+	**
Agrostis canina	K	26	26	0	*
	P	17	43	+	*
	Mg	00	43	+	ns
	P.Mg	26	69	+	**

5 Discussie

De resultaten van de kalktrappenproeven vertonen sterke overeenkomt met die van de z.g. Harderwijk-proef (Dirkse & Van Dobben 1990), hoewel daar voor meer soorten significante effecten gevonden werden. Een mogelijke oorzaak hiervan is de veel grotere homogeniteit van de Harderwijk-opstand vergeleken met die in St. Anthonis. In het algemeen kan gesteld worden dat bekalking leidt tot een toename van ruderale soorten. Een mogelijke verklaring hiervoor is een toename van de N-mineralisatie bij hogere pH.

De resultaten van de andere proeven zijn moeilijker interpreteerbaar. Er lijkt een tendens te bestaan tot een toename van ruderale soorten en grassen bij P- en Mg-bemesting. Uit een vergelijking van de proeven onderling blijkt dat slechts enkele soorten in meer dan één proef hetzelfde gedrag vertonen (*Brachythecium* spp. en *Rumex acetosella*: afname bij K-gift; *Calluna vulgaris*: toename bij K-gift). Andere soorten geven slechts in één proef significante verschillen te zien of vertonen tegengestelde reacties in verschillende proeven (b.v. *Dryopteris dilatata* die in Amerongen 17 significant toenam bij Mg2 maar in Garderen 141 juist toenam bij Mg0). Een interpretatie van de rotatable design proef in algemene termen wordt bemoeilijkt door het feit dat voor veel soorten een significant kwadratisch effect gevonden werd. Wel blijkt uit de variabelenselecties voor de gehele vegetatie in beide rotatable design proeven dat het effect van de nutriënten afneemt in de volgorde P > Mg > K. Hetzelfde werd gevonden in de Harderwijk-proef (Van Dobben et al. in prep.) en in een vergelijkbare proef in Zweden (Van Dobben et al. 1992). De verschillen tussen de proeven onderling kunnen wellicht ten dele bodemkundig verklaard worden. Mogelijk zijn in bepaalde opstanden sommige of alle geteste nutriënten in het geheel niet beperkend. Dit zou met name het geval kunnen zijn in de K*Mg-proeven op 'arme' bodem (Chaam en Garderen), waar wellicht alleen N of P beperkend zijn.

In vergelijking met de Harderwijk-proef en de Zweedse proeven geven de hier besproken proeven slechts weinig significante, en vaak moeilijk interpreteerbare resultaten te zien. Oorzaken hiervan kunnen zijn (a) de betrekkelijk korte looptijd van de huidige proeven (de Zweedse proeven waarin vegetatieonderzoek werd verricht lopen nu ca. 20-30 jaar; in de Harderwijk-proeven werden overigens na twee jaar al significante effecten voor een groot aantal soorten gevonden); en (b) gebrek aan homogeniteit van de gebruikte opstanden. In dit opzicht zijn zowel de Harderwijk-proef als de Zweedse proeven zeker superieur aan de huidige. Mogelijk zijn veel veranderingen wel opgetreden maar niet significant ten gevolge van de grote achtergrondruis. Dit probleem kan bij een multivariate analyse slechts ten dele worden ondervangen door het opdelen van de proef in blokken (zoals bij de rotatable design proef). Wanneer de verschillen tussen de blokken groot zijn (slechts weinig gemeenschappelijke soorten), komt het onderscheiden van blokken in feite neer op het doen van twee aparte analyses. Gezien de waargenomen effecten lijkt voortzetting van de kalktrappenproeven en de rotatable design proeven met een heropname na ca. 3-5 jaar echter wel zinvol.

6 Literatuur

Braak, C.J.F. ter 1988. CANOCO - a FORTRAN program for canonical community ordination by [partial] [detrended] [canonical] correspondence analysis, principal component analysis and redundancy analysis (version 2.1) (+ update notes version 3.10, 1990). Groep Landbouwwiskunde, Technical Report LWA-88-02: 95 p.

Braak, C.J.F. ter 1992. Permutation versus bootstrapping significance tests in multiple regression and ANOVA. In: K.-H. Jöckel, G. Rothe, W. Sendler (eds.), Bootstrapping and related techniques, 79-86. Springer, Berlin.

Dirkse, G.M. & H.F. van Dobben 1990. Effecten van de mineralenproef en de bekalkingsproef op de ondergroei, 1987-1989. In: K. Dilz, A. Hekstra, A. van Diest & J. van den Burg (eds.): Bemestingsproef in het gemeente bos van Harderwijk, 1988-1989, p. 16-22. Rapport NMI.

Dirkse, G.M. 1987. De natuur van het Nederlandse bos. RIN-rapport 87/28, 217 p.

Dobben, H.F. van & Dirkse, G.M. 1990. Bemesting en vegetatieontwikkeling in bossen. In: De vitaliteit van het Nederlandse bos: wat kan de beheerder? Dorschkamp Rapport 609: 35-40.

Dobben, H.F. van, G.M. Dirkse, C.J.F. ter Braak & C.O. Tamm 1992. Effects of acidification, liming and fertilization on the undergrowth of a pine forest stand in central Sweden. RIN-rapport 92/21.

Goeij, S. de & M. Siebum 1990. Effecten van experimentele bekalking en bemesting op de ondergroei van enkele eiken - en dennenbossen op arme zandgronden in Nederland. Intern Rapport RIN, 24 p.

Jongman, R.H.G., C.J.F. ter Braak & O.F.R. van Tongeren 1987. Data analysis in community and landscape ecology. Pudoc, Wageningen. 299 p.

Montgomery, D.C. 1976. Design and analysis of experiments. Wiley, New York.

7 Figuren

De figuren geven biplots met de soorten en de behandelingen. De plots zijn als volgt te lezen: trek pijlen van de oorsprong naar het midden van elke soortnaam (weergegeven als afkorting, verklaring zie tabel 5). In figuur 1 en 2 geeft de projectie van het midden van de naam van een behandeling (rood; interacties en kwadratische termen weergegeven als in tabellen 3 en 4) op zo'n pijl een benadering voor het *gedrag van een soort t.o.v. een behandeling: hoe verder dit projectie*punt van de oorsprong verwijderd is, hoe sterker het effect van de behandeling op deze soort. Als het projectiepunt en de punt van de pijl aan dezelfde kant van de oorsprong liggen, is het effect positief, d.w.z. de soort is bij deze behandeling meer toegenomen of minder afgenomen dan bij andere behandelingen; als het projectiepunt aan de andere kant van de oorsprong ligt, is het effect negatief. Als het projectiepunt samenvalt met de kop van de pijl, is de gemiddelde verandering van de soort bij de behandeling gelijk aan het gemiddelde over alle plots plus de standaardafwijking.

De punten voor de behandelingen zijn de centroiden (gemiddelden) van de 'sample scores' behorende bij de opnamen uit een bepaalde behandeling; de afstanden tussen deze punten zijn een benadering voor de euclidische afstand tussen de behandelingen in de oorspronkelijke n-dimensionale ruimte gedefinieerd door de soorten (d.w.z. voor $\sqrt{\Sigma_{k=1,n}(y_{k,1}-y_{k,2})^2}$ met n = aantal soorten en $y_{k,i}$ = relatieve verandering in bedekking van soort k bij behandeling i). Bij de factoriële proeven (figuur 2) zijn alleen de interacties geplot; omdat het schema gebalanceerd is kan het hoofdeffect van elke behandeling gevonden worden als het centroid van de punten die betrekking hebben op de interacties met die behandeling. Bij de rotatable design proef (figuur 3) zijn de behandelingen opgevat als kwantitatieve variabelen en daarom als pijlen geplot; de punt van de pijl geeft de verwachtingswaarde voor de sample score bij een behandelings-waarde gelijk aan het gemiddelde plus de standaarddeviatie (d.w.z. een relatieve gift van 0.73). Interacties kunnen hier gevonden worden door vector-optelling van de pijlen voor hoofdeffecten en interactie. In deze twee biplots zijn de soorten en de behandelingen apart geplot op een verschillende schaal (in figuur 10 is de schaal van de behandelingen 8.8 * de schaal van de soorten, in figuur 11 is dit schaalverschil 7.1).

De lengte van de pijl van een soort is een benadering voor de varianties van de relatieve verandering in bedekking (hoe langer, d.w.z. hoe verder een soortnaam van de oorsprong staat, hoe groter de variantie). De hoeken tussen de pijlen zijn een benadering voor de correlaties tussen de relatieve veranderingen in bedekking van de soorten (scherpe hoek = positieve, rechte hoek = geen, stompe hoek = negatieve correlatie). De geplotte soorten zijn een selectie van de meest voorkomende soorten met een niet te geringe variantie. De eigenwaarden van de assen zijn de vinden in tabel 2-4.

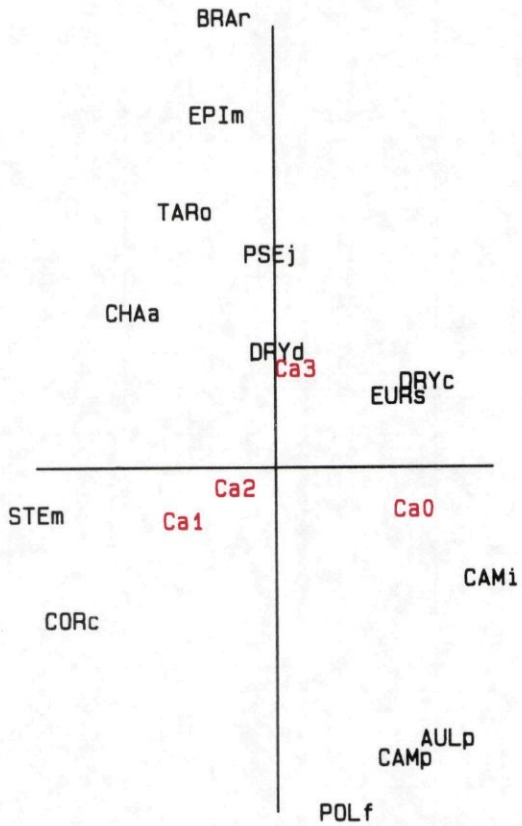
Figuur 1: kalktrappenproeven:
- 1a: Anthonis 44c (grove den, oud)
- 1b: Anthonis 46a (zomereik, jong)
- 1c: Anthonis 46e (grove den, jong)

Figuur 2: factoriële K*Mg proeven:
- 2a: Amerongen 17 (grove den, oud)
- 2b: Amerongen 2f (grove den, oud)
- 2c: Chaam 78 (grove den, oud)
- 2d: Chaam 79 (grove den, oud)
- 2e: Garderen 118 (grove den, oud)
- 2f: Garderen 141 (grove den, oud)

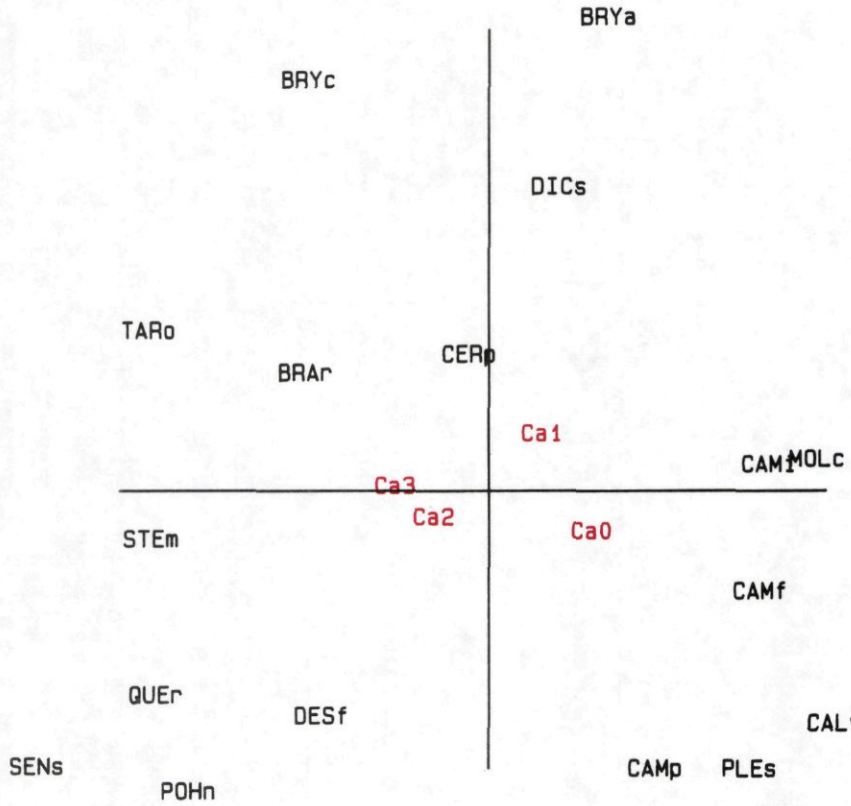
Figuur 3: rotatable design P*K*Mg proeven:
- 3a: Uden 123g + Anthonis 64d (zomereik, jong) (1 soorten, 2 behandelingen)
- 3b: Venray 709b + Mill 143c (zomereik, oud) (1 soorten, 2 behandelingen)

Tabel 5: verklaring van de afkortingen van soortnamen gebruikt in de figuren. Voor een volledige soortenlijst zie De Goeij & Siebum (1990) of de bij dit rapport behorende gegevensbestanden.

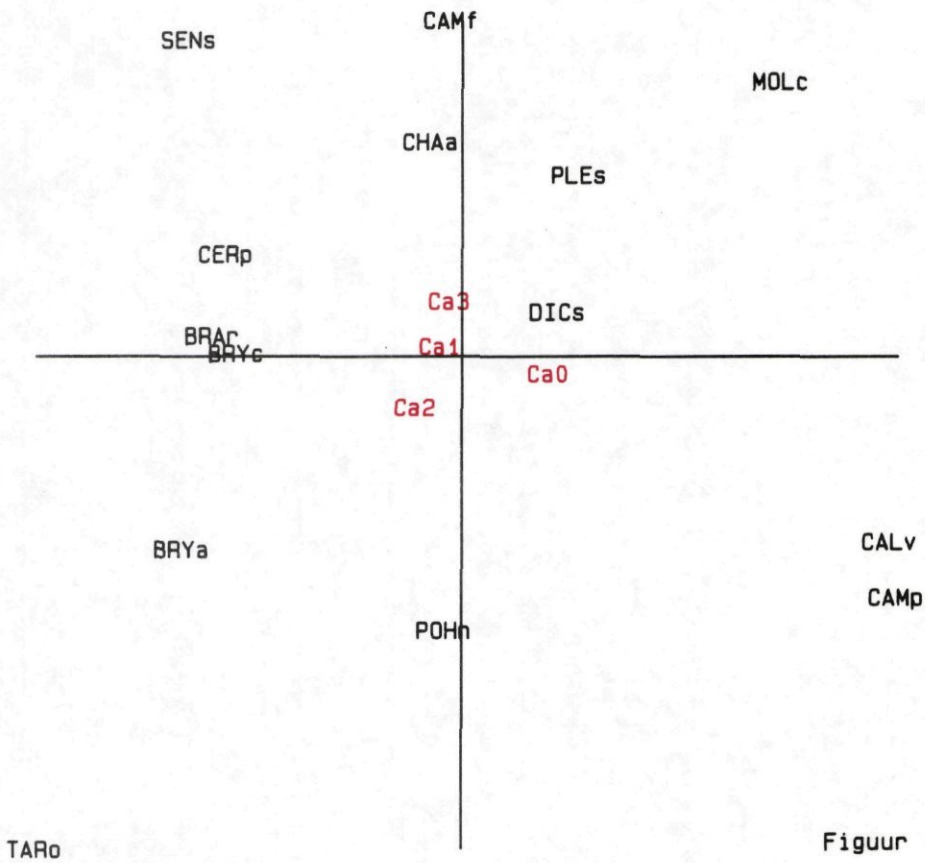
AGRc	Agrostis canina
AGRs	Agrostis stolonifera
AULa	Aulacomnium androgynum
AULp	Aulacomnium palustre
BETj	Betula spec. opslag
BRAo	Brachythecium oedipodium
BRAr	Brachythecium rutabulum
BRYa	Bryum argenteum
BRYc	Bryum capillare
CALe	Calamagrostis epigejos
CALv	Calluna vulgaris
CAMf	Campylopus flexuosus
CAMi	Campylopus introflexus
CAMp	Campylopus pyriformis
CARp	Carex pilulifera
CERp	Ceratodon purpureus
CHAa	Chamerion angustifolium
CLAm	Cladonia macilenta
CORc	Corydalis claviculata
DESf	Deschampsia flexuosa
DICp	Dicranum polysetum
DICs	Dicranum scoparium
DRYc	Dryopteris carthusiana
DRYd	Dryopteris dilatata
EPIm	Epilobium montanum
EURs	Eurhynchium striatum
FAGj	Fagus sylvatica opslag
FRAa	Frangula alnus
GALs	Galium saxatile
HYPj	Hypnum jutlandicum
LEUg	Leucobryum glaucum
LOPb	Lophocolea bidentata
LOPh	Lophocolea heterophylla
MOLc	Molinia caerulea
PLAc	Plagiothecium curvifolium
PLAi	Placynthiella icmalea
PLAu	Plagiomnium undulatum
PLEs	Pleurozium schreberi
POHn	Pohlia nutans
POLc	Polytrichum commune
POLf	Polytrichum formosum
POLj	Polytrichum juniperum
PSEj	Pseudotsuga menziesii opslag
PSEp	Pseudoscleropodium purum
PTIc	Ptilidium ciliare
QUEr	Quercus robur opslag
Qruj	Quercus rubra opslag
RUBf	Rubus fruticosus
RUMa	Rumex acetosella
SENs	Senecio sylvatica
SORs	Sorbus aucuparia opslag
STEm	Stellaria media
TARo	Taraxacum officinale
VACm	Vaccinium myrtillus


BRAr
EPIm
TARo
PSEj
CHAa
DRYd
Ca3
DRYc
EURs
Ca2
STEm
Ca1
Ca0
CAMi
CORc
AULp
CAMp
POLf

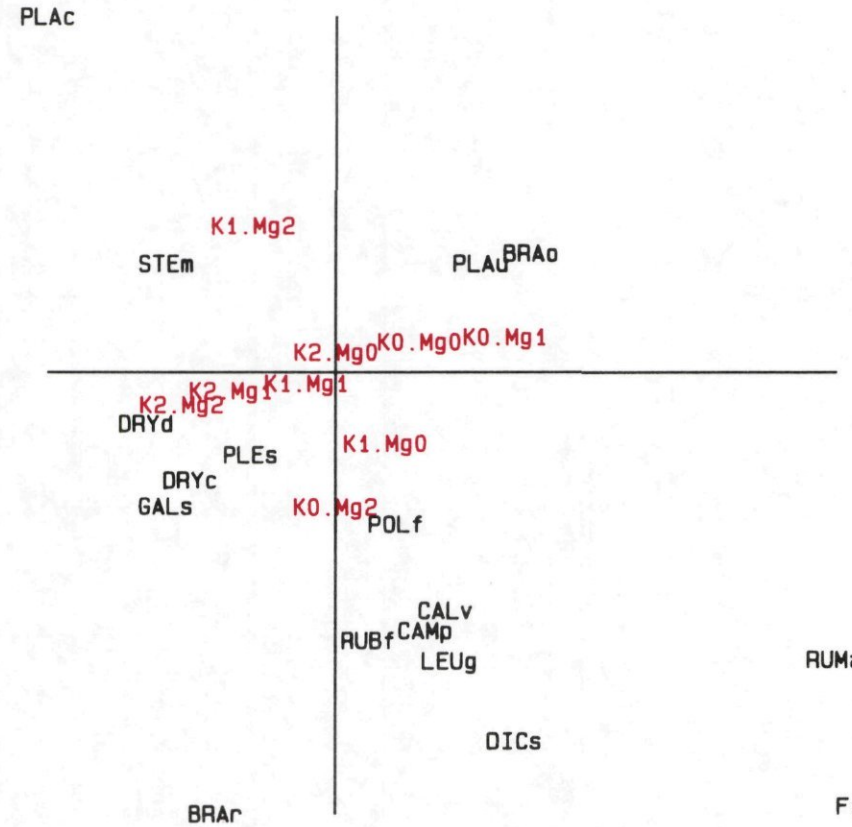
Figuur 1a



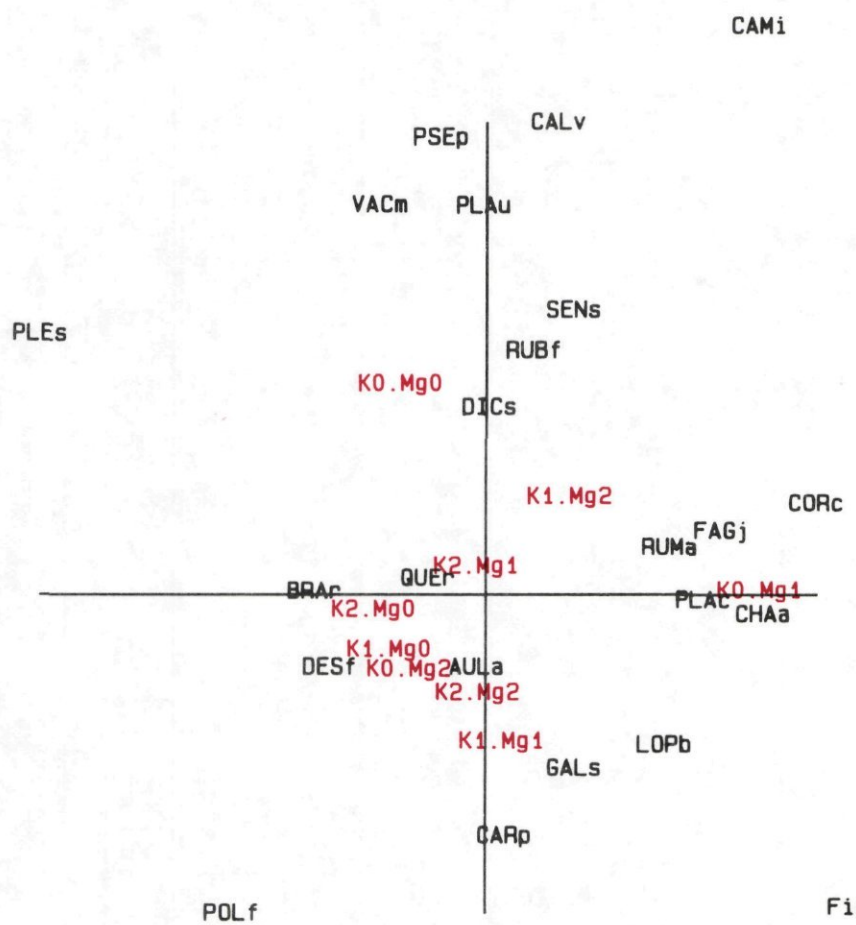
Figuur 1b



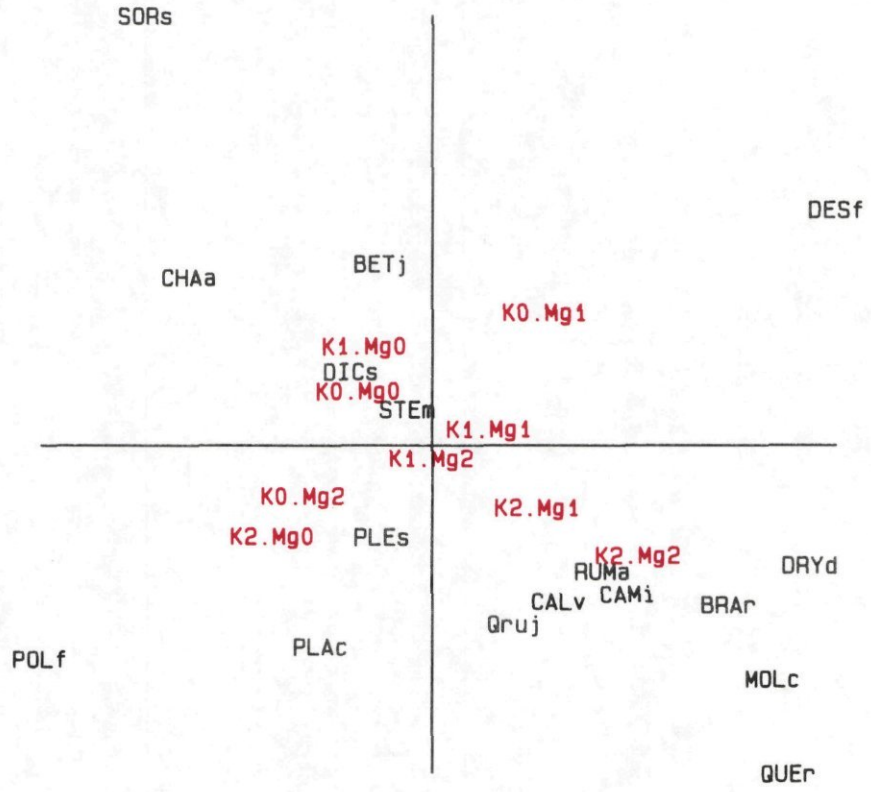
Figuur 1c



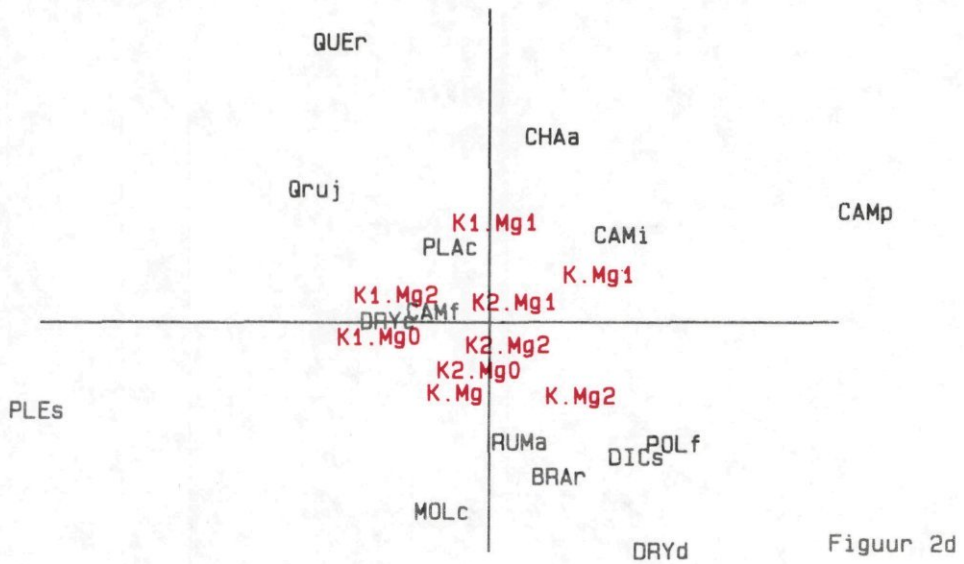
Figuur 2a



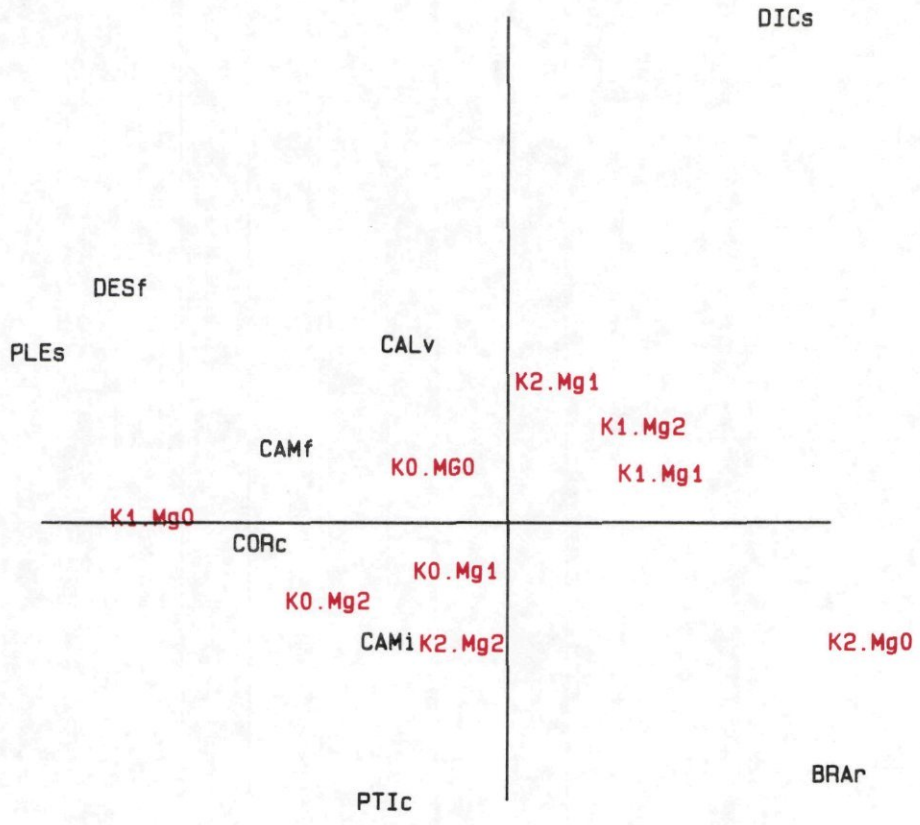
Figuur 2b



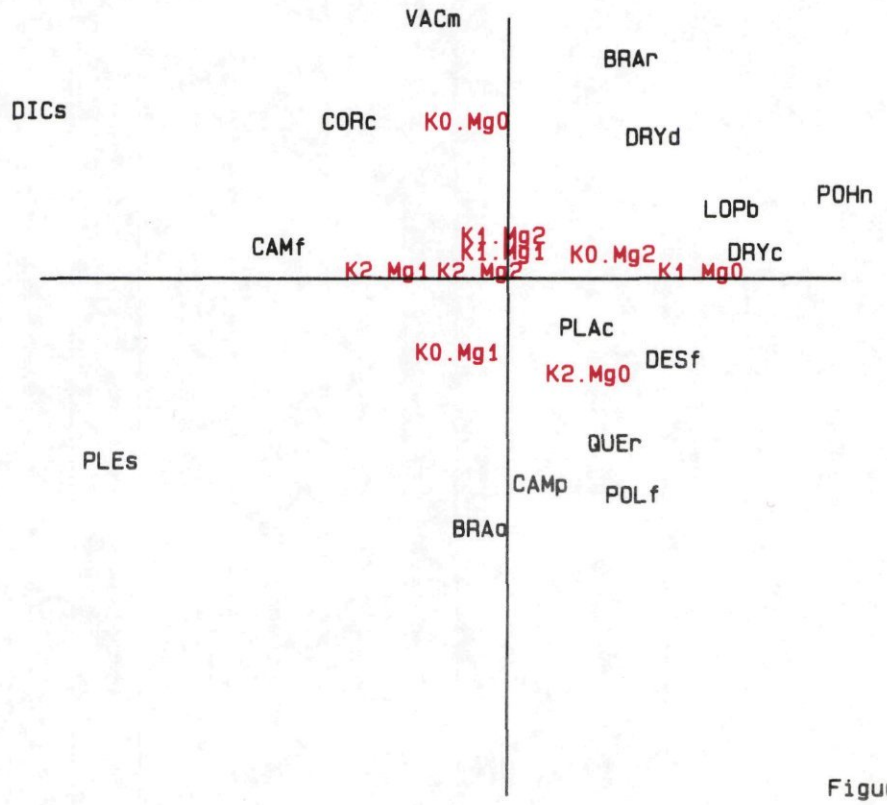
Figuur 2c



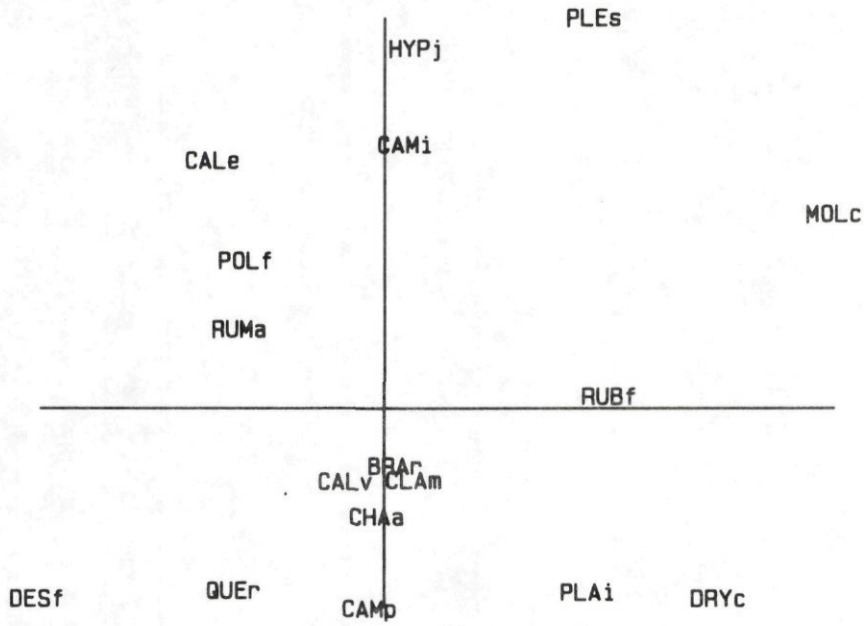
Figuur 2d



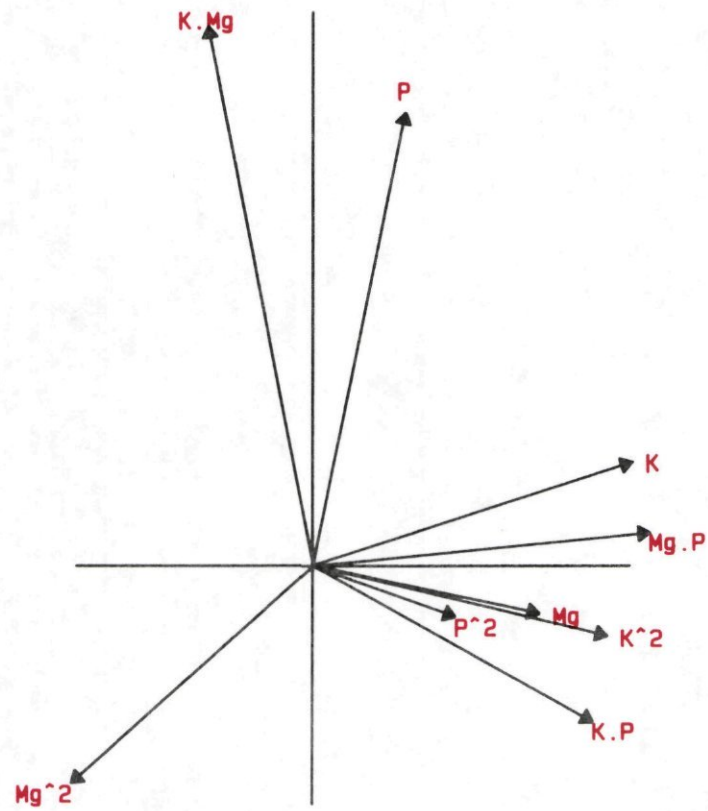
Figuur 2e



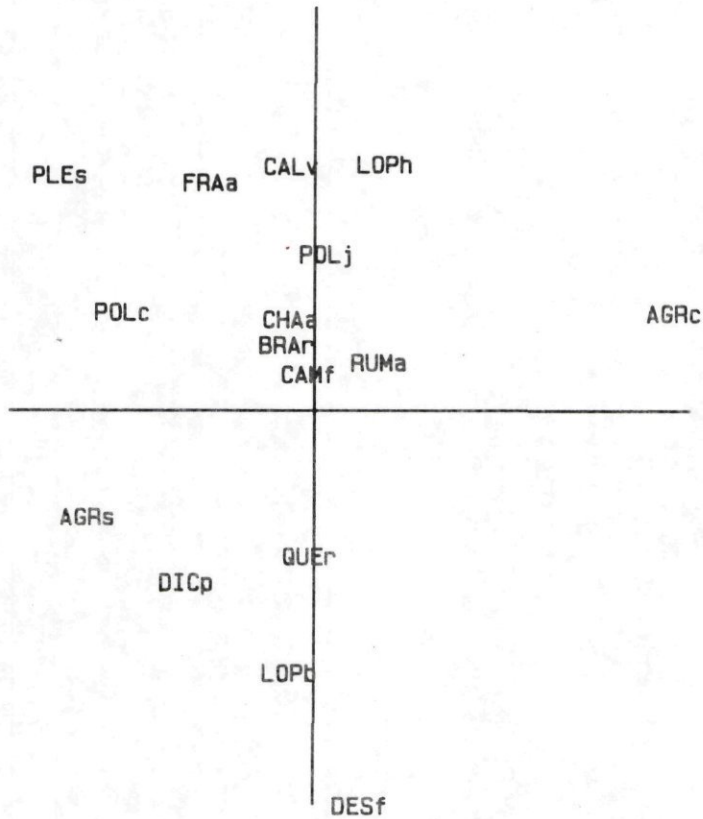
Figuur 2f



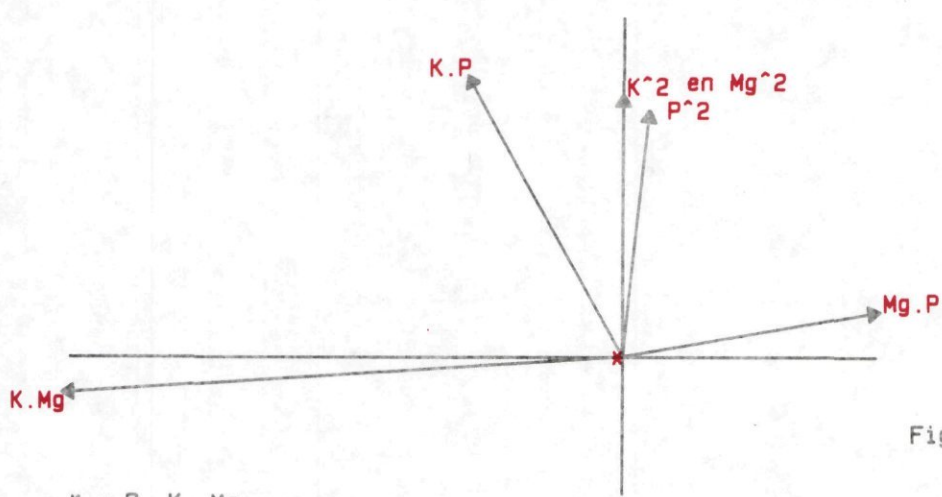
Figuur 3a1



Figuur 3a2



Figuur 3b1



Figuur 3b2

* = P, K, Mg

RIN-rapporten en IBN-rapporten kunnen besteld worden door overschrijving van het verschuldigde bedrag op postbanknummer 94 85 40 van het DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO) te Wageningen onder vermelding van het rapportnummer. Uw girobetaling geldt als bestelformulier; toezending geschiedt franco.

Gebruik **geen verzamelgiro** omdat het **adres** van de besteller niet op onze bijschrijving komt zodat het bestelde niet kan worden toegezonden.

To order RIN and IBN reports advance payment should be made by giro transfer of the price indicated in Dutch guilders to postal account 94 85 40 of the

DLO Institute for Forestry and Nature Research, P.O.Box 23, 6700 AA Wageningen, The Netherlands. Please note that your payment is considered as an order form and should mention only the report number(s) desired. Reports are sent free of charge.

88/30 P.F.M. Verdonschot & R. Torenbeek, Lettercodering van de Nederlandse aquatische macrofauna voor mathematische verwerking. 75 p. f 10,-

88/31 P.F.M. Verdonschot, G. Schmidt, P.H.J. van Leeuwen & J.A. Schot, Steekmuggen (Culicidae) in de Engbertsdijksvenen. 109 p. f 16,-

88/35 A.J. de Bakker & H.F. van Dobben, Effecten van ammoniakemissie op epifytische korstmossen; een correlatief onderzoek in de Peel. 48 p. f 7,50

88/38 P. Opdam & H. van den Bijtel, Vogelgemeenschappen van het landgoed Noordhout. 65 p. f 9,-

88/39 P. Doelman, H. Loonen & A. Vos, Ecotoxicologisch onderzoek in met Endosulfan verontreinigde grond: toxiciteit en sanering. 34 p. f 6,-

88/40 G.P. Gonggrijp, Voorstel voor de afwerking van de groeve Belvédère als archeologisch-geologisch element. 13 p. f 3,-

88/41 J.L. Mulder (red.), De vos in het Noordhollands Duinreservaat. Deel 1: Organisatie en samenvatting. 32 p.

88/42 J.L. Mulder, idem. Deel 2: Het voedsel van de vos. 78 p.

88/43 J.L. Mulder, idem. Deel 3: De vossenpopulatie. 129 p.

88/44 J.L. Mulder, idem. Deel 4: De fazantenpopulatie. 59 p.

88/45 J.L. Mulder & A.H.Swaan, idem. Deel 5: De wulpenpopulatie. 76 p.

De rapporten 41-45 worden niet los verkocht maar als serie van vijf voor f 25.

88/46 J.E. Winkelman, Methodologische aspecten vogelonderzoek SEP-proefwindcentrale Oosterbierum (Fr.). Deel 1. 145 p. f 19,50

88/48 J.J. Smit, Het Eemland en de polder Arkemheen rond het begin van de twintigste eeuw. 64 p. f 9,-

88/49 G.W. Gerritsen, M. den Boer & F.J.J. Niewold, Voedselecologie van de vos in Nederland. 96 p. f 14,50

88/50 G.P. Gonggrijp, Permanente geologische ontsluitingen in de taluds van Rijksweg A1 bij Oldenzaal. 18 p. f 4,50

88/52 H. Sierdsema, Broedvogels en landschapsstructuur in een houtwallandschap bij Steenwijk. 112 p. f 16,-

88/54 H.W. de Nie & A.E. Jansen, De achteruitgang van de oevervegetatie van het Tjeukemeer tussen Oosterzee (Buren) en Echten. 18 p. f 4,50

88/56 P.A.J. Frigge & C.M. van Kessel, Adder en zandhagedis op de Hoge Veluwe: biotopen en beheer. 16 p. f 3,50

88/62 K. Romeyn, Estuariene nematoden en organische verontreiniging in de Dollard. 23 p. f 5,-

88/63 S.E. van Wieren & J.J. Borgesius, Evaluatie van bosbegrazingsobjecten in Nederland. 133 p. f 18,50

88/66 K.S. Dijkema et al., Effecten van rijzendammen op opslibbing en omvang van de vegetatie-zones in de Friese en Groninger landaanwinningswerken. Rapport in samenwerking met RWS Directie Groningen en RIJP Lelystad. 130 p. f 19,-

88/67 G. Schmidt & J.C.M. van Haren, Achtergronden van een steekmuggenplaag; steekmuggen (Culicidae) in de Engbertsdijksvenen 2. 162 p. f 21,-

88/68 R. Noordhuis, Maatregelen ter voorkoming en beperking van schade door zilvermeeuwen. 48 p. f 7,50

89/3 F. Maaskamp, H. Siepel & W.K.R.E. van Wingerden, Een monitoring experiment met ongewervelde dieren in graslanden op zandgrond. 44 p. f 13,50

89/5 R.J. Bijlsma, Remote sensing voor classificatie van de vegetatie en schatting van de biomassa op ganzenpleisterplaatsen in het waddengebied. 62 p. f 8,50

89/7 R. Ketner-Oostra, Lichenen en mossen in de duinen van Terschelling. 157 p. f 21,-

89/8 A.L.J. Wijnhoven, Effecten van aanleg, beheer en gebruik van golfbanen en mogelijkheden voor natuurtechnische milieubouw. 19 p. f 4,50

89/13 K. Lankester, Effecten van habitatversnippering voor de das (Meles meles); een modelbenadering. 101 p. f 15,-

89/14 A.J. de Bakker, Monitoring van epifytische korstmossen in 1988. 53 p. f 8,-

89/15 J.E. Winkelman, Vogels en het windpark nabij Urk (NOP): aanvaringsslachtoffers en verstoring van pleisterende eenden, ganzen en zwanen. 169 p. f 22,-

89/16 J.J.M. Berdowski et al., Effecten van rookgas op wilde planten. 108 p. f 16,-

89/17 E.C. Gleichman-Verheijen & W. Ma, Consequenties van verontreiniging van de (water)bodem voor natuurwaarden in de Biesbosch. 91 p. f 14,-

89/18 A. Farjon & J. Wiertz, Milieu- en vegetatieveranderingen in het schraalland van Koolmansdijk (gemeente Lichtenvoorde); 1952-1988. 134 p. f 18,50

89/19 P.G.A. ten Den, Achtergronden en oorzaken van de recente aantalsontwikkeling van de fazant in Nederland. 168 p. f 22,-

90/1 R.J. Bijlsma, Het RIN-bosecologisch informatiesysteem SILVI-STAR; documentatie van FOREYE-programmatuur en subprogramma's. 96 p. f 14,50

90/2 J.E. Winkelman, Vogelslachtoffers in de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) tijdens bouwfase en half-operationele situaties (1986-1989). 74 p. f 10,-

90/5 G.M. Dirkse & P.A. Slim, Naar een methode voor het monitoren van vegetatieontwikkeling in het waddengebied. 40 p. f 6,50

90/6 J.C.M. van Haren & P.F.M. Verdonschot, Steekmuggen (Culicidae) in de Engbertsdijksvenen 3. 61 p. f 8,50

90/8 H. Siepel et al., Effecten van verschillen in mestsoort en waterstand op vegetatie en fauna in klei-op-veen graslanden in de Alblasserwaard. 50 p. f 7,50

90/9 J.E. Winkelman, Verstoring van vogels door de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) tijdens bouwfase en half-operationele situaties (1984-1989). 157 p. f 21,-

90/10 P.J.H. Reijnders, I.M. Traut & E.H. Ries, Verkennend onderzoek naar de mogelijkheden voor het terugzetten van gerevalideerde zeehonden, Phoca vitulina, in de Oosterschelde. 36 p. f 6,-

90/11 M. Elbers & P. Doelman, Studie naar de mogelijke effecten op flora en fauna als gevolg van de inrichting van de Noordpunt Oost-Abtspolder als definitieve opslagplaats voor verontreinigde grond. 128 p. f 18,-

90/12 K. Kramer & P. Spaak, **meadowsim**, een evaluatie-instrument voor de kwaliteit van graslandgebieden voor weidevogels. 51 p. f 7,50

90/13 P.A. Slim & L.J. van Os, Effecten van natuurbeheer op de vegetatie in het veenweidegebied van de Donksche Laagten (Alblasserwaard). 45 p. f 7,-

90/14 F. Fennema, Effects of exposure to atmospheric SO_2, NH_3 and $(NH_4)_2SO_4$ on survival and extinction of Arnica montana and Viola canina. 60 p. f 8,50

90/16 J. Wiertz, Ontstaanswijze, grondwater en bijzondere plantesoorten van enkele duinvalleien op Oost-Ameland. 49 p. f 7,50

90/17 J.E. Winkelman, Nachtelijke aanvaringskansen voor vogels in de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.). 209 p. f 26,50

90/18 N.J.M. Gremmen & R.J.B. Zwanikken, De haalbaarheid van een kennis-systeem voor heidebeheer. 49 p. f 7,50

90/19 N. Dankers, K.S. Dijkema, P.J.H. Reijnders & C.J. Smit, De Waddenzee in de toekomst - waarom en hoe te bereiken? 137 p. f 18,50

90/21 W.J. Wolff, Verslag van de workshop op 2 oktober 1990 te Wageningen gewijd aan het Rapport van de Werkgroep II van het Intergovernmental Panel on Climate Change. 63 p. f 9,-

91/2 W.A. Teunissen, De uitstralingseffecten van geluidsproduktie van de militaire 25 mm schietbaan in de Marnewaard op plaatskeuze en gedrag van watervogels in het Lauwersmeergebied binnendijks. 101 p. f 15,-

91/3 G.J.M. Wintermans, De uitstralingseffecten van militaire geluidsproduktie in de Marnewaard op het gedrag en de ecologie van wadvogels. 60 p. f 8,50

91/6 J. Wiertz, De dassenpopulatie in Nederland 1960-1990. 76 p. f 10,-

91/8 H. van Dobben, Monitoring van epifytische korstmossen in 1989. 62 p. f 8,50

91/10 K.S. Dijkema et al., Natuurtechnisch beheer van kwelderwerken in de Friese en Groninger Waddenzee: greppelonderhoud en overig grondwerk. 156 p. f 20,50

91/12 A.J. Verkaik, Verspreidings- en verplaatsingspatronen van muskusratten Ondatra zibethicus in Flevoland. 79 p. f 13,-

1991-1 N. Dankers et al., The Wadden Sea in the future - why and how to reach?RIN contributions to research on management of natural resources. 108 p. f16.-

IBN-rapport 91/1 M.J.S.M. Reijnen & R.P.B. Foppen, Effect van wegen met autoverkeer op de dichtheid van broedvogels.Hoofdrapport 110 p. f 16,-

IBN-rapport 91/2 **i d e m** Opzet en methoden 44 p. f 7,-

92/1 P.F.M. Verdonschot, J. Runhaar, W.F. van der Hoek, C.F.M. de Bok & B.P.M. Specken, Aanzet tot een ecologische indeling van oppervlaktewateren in Nederland. 174 p. f 23,50

92/2 J.E. Winkelman, De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum(Fr.)opvogels1.Aanvaringsslachtoffers
92/2 J.E. Winkelman, idem; 2. Nachtelijke aanvaringskansen
92/3J.E.Winkelman,idem;3,Aanvlieggedragoverdag
92/4J.E.Winkelman,idem;4.Verstoriring
Rapport 92/2-5 wordt niet los verkocht maar als serie van vier voor f 77,50

92/6 J.E. Winkelman, Methodologische aspecten vogelonderzoek Sep-proefwindcentrale Oosterbierum (Fr.), deel 2 (1988-1991) 123 p. f 18,50

92/7 J. Wiertz, Schatting van ontbrekende vocht- en stikstofindicatiegetallen van Ellenberg (1979). 32 p. f 6,-

92/8 H.N. Siebel, Omvorming naar een meer natuurlijk bos in het Spanderswoud. 118 p. f 17,-

92/9 A.A. Mabelis & M.C. van Velden, Bosjes in het cultuurlandschap als ecologische eilanden voor ongewervelden; de rol van oppervlakte en isolatie. 68 p. f 9,50

92/10 C.J.M. Philippart, K.S. Dijkema & N. Dankers, De huidige verspreiding en de mogelijke toekomst van het litoraal zeegras in de Nederlandse Waddenzee. 28 p. f 5,50

92/15 N. Dankers & J. de Vlas, Multifunctioneel beheer in de Waddenzee; integratie van natuurbeheer en schelpdiervisserij. 18 p. f 4,50

92/16 H.J.P. Vercruijsse, Schouwse zilvermeeuwen nader bekeken: resultaten van het kleurringonderzoek in 1991. 155 p. f 20,50

92/17 A. Brenninkmeijer & E.W.M. Stienen, Ecologisch profiel van de grote stern (Sterna sandvicensis). 107 p. f 15,50

92/18 E.W.M. Stienen & A. Brenninkmeijer, Ecologisch profiel van de visdief (Sterna hirundo). 128 p. f 18,-

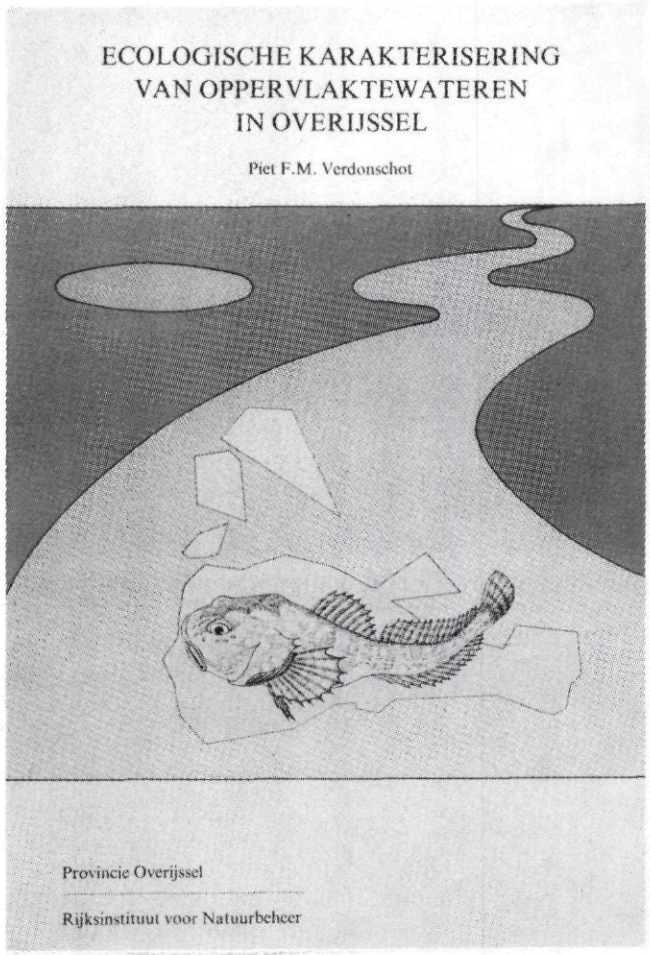
92/22 H.F.van Dobben & M.J.M.R. Vocks Effect van bekalking en bemesting met fosfor, magnesium en kalium op de ondergroei van eiken- en dennenopstanden op arme grond. 24 p. f 6,00

92/23 H.F. van Dobben & W. Wamelink, Effects of atmospheric chemistry and bark chemistry on epiphytic lichen vegetation in The Netherlands. 34 p. f 7,-

Ecologische karakterisering van oppervlaktewateren in Overijssel

Dit boek is een produkt van een jarenlange samenwerking tussen het Rijksinstituut voor Natuurbeheer en de provincie Overijssel. Een ecologische indeling van wateren is nodig voor goed waterbeheer. Met dit boek kunnen ecologische doelstellingen op korte en middellange termijn gerealiseerd worden; het bevat praktische adviezen voor een gedifferentieerd waterbeheer. Ook kunnen de maatregelen op hun ecologische effecten worden beoordeeld.

301 pagina's
prijs *f* 40,-
bestelcode: EK00



De boeken zijn te bestellen door het verschuldigde bedrag over te schrijven op postbanknummer 94 85 40 van het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO) te Wageningen onder vermelding van de bestelcode. Uw overschrijving geldt als bestelformulier. De portokosten zijn voor onze rekening.