R-0388

SYNOECOLOGIE VAN WEGBERMVEGETATIES

Biomassa en soortensamenstelling van een aantal plantengemeenschappen in wegbermen in relatie tot abiotische factoren.

RWS-DWW project 522

EINDRAPPORT

André Schaffers

Dienst Weg- en Waterbouwkunde
Rijkswaterstaat
Delft

Vakgroep Terrestrische Oecologie en Natuurbeheer
Landbouwuniversiteit
Wageningen

2

BIBLIOTHECA BOTANICA
JOOP SCHAMINEE
BOEKEN



R-0388

SYNOECOLOGIE VAN WEGBERMVEGETATIES

Biomassa en soortensamenstelling van een aantal plantengemeenschappen in wegbermen in relatie tot abiotische factoren.

RWS-DWW project 522

EINDRAPPORT

André Schaffers

1995

Dienst Weg- en Waterbouwkunde
Rijkswaterstaat
Delft

Vakgroep Terrestrische Oecologie en Natuurbeheer
Landbouwuniversiteit
Wageningen

INHOUD

	VOORWOORD	5
1	INLEIDING EN GESCHIEDENIS	7
2	DOELSTELLING	9
3	MATERIAAL EN METHODE	11
3.1	Selectie van de plantengemeenschappen	11
3.2	Selectie en beschrijven van de proefvlakken	13
3.3	Parameters in onderzoek	18
3.3.1	Vegetatie	18
3.3.1.1	Plantengemeenschap, soortensamenstelling, soortenrijkdom	18
3.3.1.2	Jaarlijkse bovengrondse biomassaproduktie	20
3.3.1.3	Chemische samenstelling van het gewas	22
3.3.2	Standplaatsfactoren	23
3.3.2.1	Stikstofmineralisatie	23
3.3.2.2	Vochtgehalte van de grond	24
3.3.2.3	Grondwaterstanden	28
3.3.2.4	Soortelijk gewicht	30
3.3.2.5	Zuurgraad (pH)	30
3.3.2.6	Oplosbaar N,P,K,Na,Mg gehalte	30
3.3.2.7	Totaal N,P,K,Na gehalte	31
3.3.2.8	Fosfor mbv. ammonium-lactaat	31
3.3.2.9	C-gehalte, C/N-quotiënt en gehalte aan organische-stof	32
3.3.2.10	Kalkgehalte	32
3.3.2.11	Cation Exchange Capacity (C.E.C.) en baseverzadiging	32
3.3.2.12	Granulaire samenstelling	33
3.4	Tijdschema	33
3.5	Gebruikte verwerkingsmethoden	34
4	VEGETATIEBESCHRIJVING	37
4.1	TWINSPAN	37
4.2	Dendrogram	51
4.3	Syntaxonomische elementen-tabel	54
5	RESULTATEN EN DISCUSSIE	73
5.1	Abiotische factoren: relatie met plantengemeenschap	73
5.1.1	Grondwaterstanden	73
5.1.1.1	Jaarverloop per gemeenschap	73
5.1.1.2	Statistische verschillen	80
5.1.2	Vochtgehalte van de grond	83
5.1.2.1	Jaarverloop per gemeenschap	83
5.1.2.2	Statistische verschillen	91
5.1.3	Stikstofmineralisatie	92
5.1.3.1	Jaarverloop per gemeenschap	93
5.1.3.2	Totale mineralisatie per jaar	106
5.1.3.3	Statistische verschillen	107
5.1.4	pH van de bodem	110
5.1.5	Kalkgehalte	112

5.1.6	Organische-stof gehalte	114
5.1.7	C/N-quotiënt	116
5.1.8	Granulaire samenstelling	118
5.1.9	Stikstof: oplosbaar en totaal	123
5.1.10	Fosfor: oplosbaar en totaal	125
5.1.11	Kalium: oplosbaar en totaal	127
5.1.12	Cation Exchange Capacity (CEC)	129
5.1.13	Overzicht abiotische factoren in ordinatiediagram	130
5.2	Biomassaproduktie: relatie met plantengemeenschappen	132
5.2.1	Biomassaproduktie in 1993 en 1994	133
5.2.2	Gemiddelde jaarlijkse produktie	135
5.2.3	Statistische verschillen	136
5.3	Biomassaproduktie: relatie met soortsdiversiteit	140
5.4	Biomassaproduktie: relatie met abiotische factoren	144
5.5	Gewassamenstelling: relatie met abiotische factoren	149
5.6	Nutriëntenafvoer onder invloed van het beheer	153
6	SAMENVATTING EN CONCLUSIES	157
7	KANTTEKENINGEN BIJ HET BEHEER	159
8	LITERATUUR	161
	APPENDIX	163

VOORWOORD

In de afgelopen vier jaar heb ik met bijzonder veel plezier gewerkt aan het onderzoek waarvan het verslag nu voor u ligt. In die vier jaar zijn ruim 65.000 km verreden en 2.600 monsters geanalyseerd. Deze afwisseling van extremen gaf het werk een bijzonder karakter. Hoewel de steeds terugkerende veldwerk-rondes vaak erg intensief waren moest aan het eind van het veldwerk vastgesteld worden dat het toch enige moeite kostte om dit vertrouwde "bioritme" te moeten missen. De grote hoeveelheid chemische analyses kon soms wat erg veel van het goede zijn. De goede sfeer op het laboratorium voor Bodemkunde en Plantevoeding compenseerde dit echter volledig.

Mijn dank gaat in de eerste plaats uit naar de Dienst Weg- en Waterbouwkunde van Rijkswaterstaat en de Leliestichting die samen dit onderzoek financierden. Daarnaast gaat mijn dank uit naar Karlè Sýkora die het initiatief genomen heeft voor dit onderzoek. Tevens wil ik hem heel erg bedanken voor de begeleiding.

Ook is dank verschuldigd aan alle mensen die bijgedragen hebben aan het onderzoek, soms simpelweg met een opbeurende babbel wanneer weer eens een proefvlak onder een dikke laag slootvuil was verdwenen. In het bijzonder wil ik hier mijn vader noemen die in elk van de 17 veldrondes wel één of twee keer de trein van 06:15 nam naar een uithoek van Nederland vanwaar hij mij de rest van de dag bij het veldwerk assisteerde en voor gezelschap en chocolade zorgde. Zijn oecologische kennis is met sprongen vooruitgegaan vanaf het moment dat hij een nat pak haalde in een door een rietkraag verborgen sloot. Joep Frissel heeft gedurende drie maanden bodem- en gewasanalyses uitgevoerd. Ondanks de geringe binding die zij met de monsters had is het werk zeer zorgvuldig en secuur verricht. Voor de determinatie van een aantal mossen en korstmossen kon ik altijd bij Ab Masselink terecht. De karakteristieke gezelligheid en levensvisie van "directeur" Arie van den Berg op het bodemkundig laboratorium heeft mij zeer gesterkt tijdens de analyse van de mineralisatiemonsters. Aad Termorshuizen en Friso van der Zee hebben mij gesteund bij de statistische verwerking van de gegevens. Ook de gedachtenwisselingen met Karlè Sýkora op momenten van kleine motivatiedips heb ik zeer op prijs gesteld, wellicht meer dan door hem gerealiseerd. Uiteraard bedank ik ook iedereen die mij tijdens het veldwerk geholpen heeft: met name Louis de Nijs, Tim Pelsma, Jaap Blijjenberg, Marja van Voorst, Ingeborg Bax en Moniek Vesseur.

Rest mij Loes van der Loos te bedanken. Na het veldwerk dacht zij weer wat meer rust, gezelligheid en kookkunst van mij te kunnen verwachten. De afgelopen acht weken van verslaglegging brachten eerder het omgekeerde. Zonder de desondanks compleet verzorgde afzondering weet ik niet hoe dit verslag tot stand had moeten komen.

André Schaffers

1 INLEIDING EN GESCHIEDENIS

Wegbermen vormen in ons land een zeer groot oppervlak aan onbemeste, extensief beheerde, half-natuurlijke begroeiingen. In die hoedanigheid is er voor de bermen de laatste jaren een toenemende aandacht te bespeuren. Deze aandacht uit zich in het beleid door het grote belang dat aan bermen wordt toegekend voor de instandhouding van een ecologische hoofdstructuur. In deze structuur vervullen bermen een functie als verbindend element tussen natuurgebieden en als laatste wijkplaats voor fauna, flora en vegetatie.
In het beheer uit deze aandacht zich in eerste instantie in een toenemende interesse bij beheerders omtrent de samenstelling van de vegetaties in hun bermen en de oecologische waarde ervan. Ook is er steeds meer interesse voor de fauna in de wegbermen, met name waar het gaat om insekten en vlinders.

Om op vegetatiekundig gebied een landelijk beeld van de wegbermen te krijgen is onderzoek gedaan door Sýkora, de Nijs en Pelsma. Op basis van ca. 2500 vegetatiebeschrijvingen verscheen in 1993 het boek "Plantengemeenschappen van Nederlandse Wegbermen". Voor wegbermen in Nederland kan dit momenteel gerust het standaardwerk genoemd worden. In het boek worden in totaal 69 plantengemeenschappen onderscheiden, verdeeld over 16 hoofdgroepen. Het feit dat in dit onderzoek ongeveer de helft van de Nederlandse flora in wegbermen werd aangetroffen is opnieuw een bevestiging van het belang van wegbermen. Naast beschrijvingen van de gemeenschappen en een korte indicatie van de standplaats en het beheer bevat het boek een determinatiesleutel. Aan de hand hiervan kan van elke berm in Nederland vastgesteld worden tot welke hoofdgroep en tot welk van de 69 gemeenschappen deze behoort.

Als vervolg op de vraag uit het beheer: "wat heb ik in mijn bermen" spelen echter ook de vragen: "hoe hou ik het daar" of "hoe krijg ik het daar". Op welke manier zijn waardevolle vegetaties in wegbermen te behouden of door een bepaald beheer of bepaalde keuzes bij de aanleg te verkrijgen. Het gaat hierbij dus om de voorwaarden die plantengemeenschappen stellen aan de bodem en aan het beheer. Om deze vragen te kunnen beantwoorden is gedetailleerder inzicht nodig in de oecologie van plantengemeenschappen in wegbermen. Daarom werd besloten het inventariserende onderzoek te vervolgen met een oecologisch onderzoek naar de standplaatsfactoren van bermgemeenschappen.

Voor u ligt het verslag van dit vervolgonderzoek. Onderzocht zijn niet alle 69 gemeenschappen in wegbermen, maar een brede selectie van een aantal interessante of belangrijke plantengemeenschappen. Deze prioriteit is aangebracht omdat het beheer in eerste instantie juist deze gemeenschappen zal willen behouden of de ontwikkeling ervan zal willen stimuleren.
In oktober 1991 is het onderzoek gestart. Het werk is gefinancierd door Rijkswaterstaat (Dienst Weg- en Waterbouwkunde) en de Leliestichting, en is uitgevoerd aan de Landbouwuniversiteit te Wageningen bij de vakgroep Terrestrische Oecologie en Natuurbeheer.

2 DOELSTELLING

De algemene omschrijving van de doelstelling is het uitvoeren van standplaatsonderzoek. Hieronder wordt in dit rapport verstaan:

- Het op een uniforme en nauwkeurige manier vaststellen van de standplaats-omstandigheden waaronder een aantal waardevolle plantengemeenschappen in wegbermen voorkomt. De aandacht gaat hierbij vooral uit naar een aantal fysische en chemische bodemparameters (met name de stikstofmineralisatie), de grondwaterstand en het beheer.
- Het scheppen van een referentiekader van standplaatsomstandigheden en de daaraan gerelateerde plantengemeenschappen, soortensamenstelling en biomassaproduktie. Dit referentiekader moet kunnen dienen als hulpmiddel bij het nemen van beslissingen omtrent behoud, beheer en ontwikkeling van deze plantengemeenschappen in wegbermen (middels beheersplan, maaischema en bestek).

Concreet kan dit bereikt worden door het beantwoorden van de volgende onderzoeksvragen:

- Hoe is de relatie tussen bodemfactoren en soortensamenstelling (plantengemeenschappen)? Aan welke voorwaarden moet het abiotisch milieu voldoen willen deze plantengemeenschappen kunnen voorkomen?
- Hoe is de relatie tussen bodemfactoren en de bovengrondse biomassaproduktie? Welke bodemfactoren zijn met name bepalend voor de produktie?
- Hoe is de relatie tussen soortsdiversiteit en biomassaproduktie? Heeft een hoge biomassaproduktie een negatief effect op de soortsdiversiteit?
- Is er een rechtstreekse relatie tussen de hoeveelheid stikstof, fosfor en kalium in de bodem en die in het gewas (de vegetatie)?
- Hoeveel nutriënten worden er bij het gevoerde beheer afgevoerd?

3 MATERIAAL EN METHODE

3.1 Selectie van de plantengemeenschappen

Het onderzoek richt zich op 14 gemeenschappen uit Sýkora et al. (1993). De selectieprocedure die tot deze 14 gemeenschappen geleid heeft had tot doel te komen tot een zo breed mogelijke keuze van een aantal waardevolle plantengemeenschappen in wegbermen. Tabel 1 geeft een overzicht van de geselecteerde gemeenschappen. Elke gemeenschap is in tabel 1 aangeduid met een referentienummer. Deze nummers zullen in dit verslag steeds terugkomen, vooral in figuren en tabellen waar het vermelden van de volledige naam onoverzichtelijk zou werken. In de tabellen is echter ter bevordering van de leesbaarheid geprobeerd om naast de referentienummers zo ook veel mogelijk een afkorting van de volledige gemeenschapsnaam te gebruiken.

Het referentienummer is steeds in principe gelijk aan het nummer van de betreffende gemeenschap in Sýkora et al. (1993). Bij enkele van de geselecteerde gemeenschappen is echter binnen het onderzoek geen onderscheid gemaakt tussen twee zeer verwante gemeenschappen uit Sýkora et al. Het gaat bij de geselecteerde gemeenschap in een dergelijk geval dus om een combinatie van twee gemeenschappen uit Sýkora et al. Als referentienummer wordt in deze situatie één van de twee nummers uit Sýkora et al. gebruikt.

Tabel 1. De plantengemeenschappen in onderzoek. Tenzij anders vermeld komt de nummering overeen met de gemeenschapsnummers uit Sýkora et al. (1993).

Gem. 02	*Valeriano-Filipenduletum* (Moerasspirea-associatie)
	- variant met *Phragmites australis* en *Lysimachia vulgaris* (Sýkora et al. gem. 02)
	- variant met *Phragmites australis* en *Elymus repens* (Sýkora et al. gem. 03)
Gem. 08	*Agropyro repentis-Aegopodietum podagrariae* (Zevenblad-associatie)
Gem. 09	*Alliario-Chaerophylletum temuli* (Associatie van Look-zonder-look en Dolle kervel)
Gem. 19	*Calthion palustris* (Dotter-verbond)
	- rompgemeenschap van *Carex disticha* en *Festuca rubra* (Sýkora et al. gem. 20)
	- rompgemeenschap van *Rumex acetosa* en *Festuca rubra* (Sýkora et al. gem. 19)
Gem. 21	Fragmentair *Fritillario-Alopecuretum pratensis* (Associatie van Kievitsbloem en Grote vossestaart)
Gem. 31	Fragmentair *Ranunculo-Alopecuretum geniculati* (Associatie van Kruipende boterbloem en Geknikte Vossestaart)
Gem. 32	Fragmentair *Triglochino-Agrostietum juncetosum gerardii* (Associatie van Moeraszoutgras en Fioringras, fragmentaire Zilte rus subassociatie)
Gem. 39	Fragmentair *Tortulo-Phleetum arenarii* (Duinsterretjes-associatie)
Gem. 48	Fragmentair *Arrhenatheretum*, subassociatiegroep B (Glanshaverhooiland, relatief droge vorm)
	- variant met *Trisetum flavescens* en *Arrhenatherum elatius*
Gem. 49	*Arrhenatheretum picridetosum* (Glanshaverhooiland, Echt bitterkruid subassociatie)
Gem. 50	*Mesobromion* (Verbond van de droge kalkgraslanden)
	- rompgemeenschap van *Brachypodium pinnatum* en *Centaurea scabiosa*
Gem. 52	*Ericion tetralicis* (Dopheide-verbond)
	- fragmentair *Lycopodio-Rhynchosporetum albo-fuscae* (Associatie van Moeraswolfsklauw en Bruine snavelbies) (Sýkora et al. gem. 55)
	- rompgemeenschap met *Molinea caerulea* & *Polytrichum commune* (Sýkora et al. gem. 52)
Gem. 62	*Calluno-Genistion pilosae* (Struikheide-Kruipbrem-verbond)
	- rompgemeenschap met *Deschampsia flexuosa* en *Lycopodium clavatum*
Gem. 67	*Spergulo-Corynephoretum agrostietosum caninae* (Buntgras-associatie, Zandstruisgras subassociatie)
	- variant met *Agrostis capillaris* en *Corynephorus canescens*

In tabel 1 valt op dat het bij de plantengemeenschappen in wegbermen in veel gevallen om romp- of fragmentgemeenschappen gaat. Het gaat daarbij om afgeleide vormen van gemeenschappen die ook buiten de bermen voorkomen en daar vaak volledi ger ontwikkeld zijn. Voor de duidelijkheid moet vermeld worden dat deze "onvolledigheid" een syntaxonomische onvolledigheid betreft. Dit betekent slechts dat de soorten die voor de vegetatiekundige indeling en naamgeving van belang zijn (kensoorten) veelal ontbreken. Dit kan de classificatie bemoeilijken.
Voor sommige gemeenschappen zijn overigens de vegetaties juist in bermen het best ontwikkeld. Voorbeelden hiervan zijn het *Valeriano-Filipenduletum*, het *Alliario-Chaerophylletum* en het *Agropyro-Aegopodietum*. Ook het *Arrhenatheretum* kan in bermen zeer goed ontwikkeld zijn.

In tabel 2 wordt voor elk van de geselecteerde gemeenschappen een ruwe indicatie gegeven van de vegetatie en de standplaats. Deze tabel is slechts bedoeld om een globaal beeld te geven.

3.2 Selectie en beschrijven van de proefvlakken

In het onderzoek is gewerkt met Permanente Quadraten (PQ's). Van deze proefvlakken werden er in principe steeds vijf geselecteerd voor èlk van de 14 gemeenschappen. In enkele gemeenschappen zijn 6 of 7 proefvlakken geselecteerd. Dit gebeurde wanneer er risico bestond op uitval of wanneer 5 proefvlakken een onvoldoende beeld zouden geven van de geselecteerde gemeenschap. In totaal werden er 74 proefvlakken geselecteerd.

De selectie vond per gemeenschap plaats, voornamelijk op grond van de vegetatiesamenstelling en -structuur. De criteria waren:

1) De soortensamenstelling van elk proefvlak dient zo goed mogelijk te voldoen aan de voorwaarden om tot de betreffende gemeenschap gerekend te kunnen worden. De vegetaties dienen representatieve vertegenwoordigers te zijn van de gemeenschap in kwestie.
2) De proefvlakken moeten zich bevinden in de wegberm, waarbij wegberm omschreven is als het gehele begroeide gedeelte naast een verharde weg dat onder de verantwoording valt van de wegeigenaar en/of van de bermbeherende instantie. Ook hellingen en taluds vallen dus binnen deze omschrijving. Als praktische begrenzingen van de wegberm werden echter wel aangehouden: sloten, open water, hekken en bosranden (voor zover niet gelegen binnen de lussen van klaverbladen en opritten).
3) Het onderzoek moet in de proefvlakken praktisch uitvoerbaar zijn en weinig risico voor verstoring bezitten.
4) De proefvlakken dienen indien mogelijk verspreid over Nederland te liggen. Binnen de gemeenschappen kon aan dit criterium helaas vaak niet voldaan worden. De reden hiervoor is enerzijds dat veel gemeenschappen specifiek in een bepaalde streek voorkomen (bv. *Mesobromion* in Zuid-Limburg, *Tortulo-Phleetum* langs de kust). Anderzijds is de beschikbaarheid van geschikte proefvlakken op grond van de eerder genoemde criteria soms zo laag (bv. *Fritillario-Alopecuretum*) dat noodgedwongen moest worden overgegaan tot het selecteren van twee (zelden drie) proefvlakken binnen één lokatie.

Niet tot de selectiecriteria behoorden o.a.:

- Het bodemtype. De bodemeigenschappen (en ook de variatie daarin) zijn immers onderwerp van dit onderzoek. De proefvlakken liggen derhalve op diverse bodems; afhankelijk van waar vegetatiekundig geschikte lokaties gevonden werden uiteenlopend van droog humusarm zand tot zware klei en zeer slap veen.
- Het wegtype. De proefvlakken liggen daarom langs verschillende wegen; zowel langs kleine gemeentelijke wegen als langs grote provinciale wegen en auto(snel)wegen van Rijkswaterstaat.
- De afstand tot het wegdek. De proefvlakken liggen in het algemeen vrij ver van de weg aangezien zich juist daar de vereiste gemeenschappen bevonden. Dit zijn soms plekken die een buitenstaander niet direct als "wegberm" zou betitelen aangezien dit in de beleving van veel mensen alleen het stuk dicht langs de weg omvat. (Zie ook de definitie van een wegberm onder punt 2, hierboven.)

Tabel 2. De plantengemeenschappen in onderzoek. Globale aanduiding van vegetatie en standplaats, en vermelding van enkele in de proefvlakken veel voorkomende of karakteristieke soorten.

Gem. 02 *Valeriano-Filipenduletum* (Moerasspirea-associatie)
Hoog opgaande ruigtkruidengemeenschappen op vochtige tot natte, voedselrijke bodem.
Phragmites australis (Riet), *Valeriana officinalis* (Valeriaan), *Filipendula ulmaria* (Moerasspirea), *Eupatorium cannabinum* (Koninginnekruid), *Thalictrum flavum* (Poelruit), *Lysimachia vulgaris* (Gewone wederik), *Stachys palustris* (Moerasandoorn), *Lythrum salicaria* (Kattestaart), *Calamagrostis canescens* (Hennegras), *Phalaris arundinacea* (Rietgras).

Gem. 08 *Agropyro repentis-Aegopodietum podagrariae* (Zevenblad-associatie)
Ruigtkruidengemeenschappen op (half-) beschaduwde lokaties op zeer voedselrijke, matig vochtige, meestal kleiige grond.
Aegopodium podagraria (Zevenblad), *Urtica dioica* (Grote brandnetel), *Geum urbanum* (Geel Nagelkruid), *Rumex sanguineus* (Bloedzuring), *Anthriscus sylvestris* (Fluitekruid), soms *Festuca gigantea* (Reuzenzwenkgras), *Circea lutetiana* (Heksenkruid) of *Fragaria vesca* (Bosaardbei).

Gem. 09 *Alliario-Chaerophylletum temuli* (Associatie van Look-zonder-look en Dolle kervel)
Ruigtkruidengemeenschappen op (half-) beschaduwde lokaties op voedselrijke, meestal zandige grond. Veelal op drogere lokaties dan de vorige gemeenschap.
Alliaria petiolata (Look zonder look), *Chearophyllum temulum* (Dolle kervel), *Bromus sterisis* (IJle dravik), *Anthriscus sylvestris* (Fluitekruid), soms *Cruciata laevipes* (Kruisbladwalstro), *Ballota nigra* (Stinkende ballote), *Geum urbanum* (Geel nagelkruid) of *Chelidonium majus* (Stinkende gouwe).

Gem. 19 *Calthion palustris* (Dotter-verbond)
Hooilandgemeenschappen van drassige, matig voedselrijke omstandigheden.
Lychnis flos-cuculi (Echte koekoeksbloem), *Lotus uliginosus* (Moerasrolklaver), *Carex disticha* (Tweerijige zegge), *Angelica sylvestris* (Engelwortel), *Cirsium palustre* (Kale jonker), *Rumex acetosa* (Veldzuring), *Cardamine pratensis* (Pinksterbloem), soms *Juncus subnodulosus* (Padderus).

Gem. 21 Fragmentair *Fritillario-Alopecuretum pratensis* (Associatie van Kievitsbloem en Grote vossestaart)
Hooilandgemeenschappen op matig voedselrijke, matig vochtige gronden.
Fritillaria meleagris (Kievietsbloem), *Alchemilla glabra* (Kale vrouwenmantel), *Sanguisorba officinalis* (Grote pimpernel), *Alopecurus pratensis* (Grote vossestaart), *Rumex acetosa* (Veldzuring), *Plantago lanceolata* (Smalle weegbree), en soms *Silene dioica* (Dagkoekoeksbloem).

Gem. 31 Fragmentair *Ranunculo-Alopecuretum geniculati* (Associatie van Kruipende boterbloem en Geknikte Vossestaart)
Gemeenschappen van voedselrijke plaatsen met sterk wisselende waterstand. 's Winters drassig of onder water, 's zomers uitdrogend.
Agrostis stolonifera (Fioringras), *Alopecurus geniculatus* (Geknikte vosestaart), *Ranunculus repens* (Kruipende boterbloem), *Carex cuprina* (Valse voszegge), *Juncus inflexus* (Zeegroene rus), *Potentilla anserina* (Zilverschoon), *Polygonum amphibium* (Veenwortel), soms *Juncus compressus* (Platte rus).

Gem. 32 Fragmentair *Triglochino-Agrostietum juncetosum gerardii*
(Associatie van Moeraszoutgras en Fioringras, fragmentaire Zilte rus subassociatie)
Gemeenschappen van relatief voedselarme, matig zure, altijd vochtige bodems.
Agrostis stolonifera (Fioringras), *Dactylorhiza majalis ssp. preatermissa* (Rietorchis), *Trichlogin palustris* (Moeraszoutgras), *Juncus articulatus* (Zomprus), *Hydrocotyle vulgare* (Waternavel), *Potentilla anserina* (Zilverschoon), *Juncus gerardus* (Zilte rus), *Carex distans* (Zilte zegge).

Gem. 39 Fragmentair *Tortulo-Phleetum arenarii* (Duinsterretjes-associatie)
Soortenrijke pioniervegetaties op droog kalkhoudend duinzand.
Turtula ruralis var. ruraliformis (Duinsterretje), *Phleum arenarium* (Zanddoddegras), *Viola curtisii* (Duinviooltje), *Cochlearia danica* (Deens lepeltjesblad), *Erodium cicutarium ssp. dunense* (Duinreigersbek), *Echium vulgare* (Slangekruid), *Saxifraga tridactylitus* (Kandelaartje), *Brachythecium albicans* (Bleek dikkopmos), *Carex arenaria* (Zandzegge), *Cerastium arvense* (Akkerhoornbloem).

Gem. 48 Fragmentair *Arrhenatheretum*, subassociatiegroep B (Glanshaverhooiland, relatief droge vorm)
Glanshaverhooilanden op matig voedselrijke, matig droge, zwak zure tot zwak basische bodems.
Arrhenatherum elatius (Glanshaver), *Trisetum flavescens* (Goudhaver), *Ranunculus bulbosus* (Knolboterbloem), *Knautia arvensis* (Beemdkroon), *Centaurea jacea* (Knoopkruid), *Pimpinella saxifraga* (Kleine bevernel), *Galium verum* (Geel walstro), *Daucus carota* (Wilde peen), *Plantago media* (Ruige weegbree), *Senecio jacobea* (Jacobskruiskruid), soms *Saxifraga granulata* (Knolsteenbreek).

Gem. 49 *Arrhenatheretum picridetosum* (Glanshaverhooiland, Echt bitterkruid subassociatie)
Enigszins verruigde glanshaverhooilanden op matig voedselrijke, matig droge, kalkrijke gronden.
Arrhenatherum elatius (Glanshaver), *Trisetum flavescens* (Goudhaver), *Avenula pubescens* (Zachte haver), *Picris hieracioides* (Echt bitterkruid), *Agrimonia eupatoria* (Agrimonie), *Brachypodium pinnatum* (Gevinde kortsteel), *Centaurea scabiosa* (Grote centaurie), *Origanum vulgare* (Wilde marjolein), *Knautia arvense* (Beemdkroon), *Pimpinella saxifraga* (Kleine bevernel).

Gem. 50 *Mesobromion* (Verbond van de droge kalkgraslanden)
Kalkgraslandgemeenschappen op droge, voedselarme, kalkhoudende bodems.
Brachypodium pinnatum (Gevinde kortsteel), *Centaurea scabiosa* (Grote centaurie), *Briza media* (Bevertjes), *Carex flacca* (Zeegroene zegge), *Carex caryophyllea* (Voorjaarszegge), *Galium pumilum* (Kalkwalstro), *Linum catharticum* (Geelhartje), *Thymus pulegioides* (Grote tijm), *Potentilla verna* (Voorjaarsganzerik), *Scabiosa columbaria* (Duifkruid), *Ononis repens ssp. spinosa* (Kattedoorn).

Gem. 52 *Ericion tetralicis* (Dopheide-verbond)
Lycopodio-Rhynchosporetum (Associatie van Moeraswolfsklauw en Bruine snavelbies)
Heidegemeenschappen op vochtige, voedselarme, zeer zure bodems.
Erica tetralix (Dopheide), *Molinia caerulea* (Pijpestrootje), *Polytrichum commune* (Gewoon haarmos), *Juncus squarrosus* (Trekrus), soms *Lycopodium innundatum* (Moeraswolfsklauw), *Drosera intermedia* (Kleine zonnedauw) of *Rhynchospora fusca* (Bruine snavelbies).

Gem. 62 *Calluno-Genistion pilosae* (Struikheide-Kruipbrem-verbond)
Heidegemeenschappen op relatief droge, voedselarme, zure gronden.
Calluna vulgaris (Struikheide), *Empetrum nigrum* (Kraaiheide), *Deschampsia flexuosa* (Bochtige smele), *Genista anglica* (Stekelbrem), *Genista pilosa* (Kruipbrem), *Danthonia decumbens* (Tandjesgras), *Pleurozium schreberi* (Bronsmos), soms *Lycopodium clavatum* (Grote wolfsklauw).

Gem. 67 *Spergulo-Corynephoretum agrostietosum caninae* (Buntgras-associatie, Zandstruisgras subassociatie)
Korstmosrijke pioniervegetaties van stuifzanden: droge en losse, zeer voedselarme, humusarme, zure zandgrond.
Corynephorus canescens (Buntgras), *Agrostis vinealis* (Zandstruisgras), *Festuca ovina* (Schapegras), *Spergula morisonii* (Heidespurrie), *Coelocaulon aculeatum* (Kraakloof) en zeer veel *Cladonia* en *Cladina* soorten (korstmossen).

In tabel 3 is een beknopt overzicht te vinden van de 74 geselecteerde proefvlakken. In deze tabel worden de proefvlaknummers vermeld gevolgd door een korte plaatsaanduiding en vermelding van de beheerder of eigenaar. Uit deze informatie is veelal het wegtype af te leiden. De gemeentelijke wegen zijn in dit onderzoek steeds kleine en rustige lokale wegen, de provinciale wegen zijn grote doorgaande relatief drukke wegen en de Rijkswegen zijn in dit onderzoek op één na alle autosnelwegen.
Ook wordt in de tabel een indicatie gegeven van het beheer aan de hand van zowel de door de beheerder opgegeven informatie alsmede het zelf vastgestelde beheer. Vermeld wordt het beheer voor het proefvlak zelf. Dit kan verschillen van het beheer dat dichter bij het wegdek uitgevoerd wordt. De beheersgegevens in deze tabel dienen met enige voorzichtigheid gehanteerd te worden en zijn slechts als beschrijving van het proefvlak bedoeld. Niet alle vermelde beheersvormen zijn ook daadwerkelijk geschikt voor de betreffende gemeenschap. Soms is het aangegeven beheer pas sinds enkele jaren van kracht en kan het op termijn aanleiding zijn voor veranderingen in de vegetatie. Wanneer bij één of enkele proefvlakken van een gemeenschap een afwijkend beheer gevoerd wordt (bv. klepelen, niet afvoeren, of niets doen) blijkt vaak dat juist deze proefvlakken de meest ruige of atypische vormen van de gemeenschap representeren (bv. proefvlakken 02-1/2, 19-5, 21-5, 31-2 en 32-6/7).
In de appendix is de ligging van de proefvlakken aangegeven op overzichtskaartjes van Nederland.

Alle proefvlakken zijn 25 m^2 groot, de vorm is echter steeds afhankelijk van de lokale situatie. De meeste proefvlakken zijn langgerekt, vaak 1 x 25m of 1.25 x 20m, maar ook 2 x 12.5m of 3 x 8.33m komen veel voor. Een enkel proefvlak is vierkant (5 x 5m) of zeer langgerekt (0.7 x 35.5m).
De positie van de proefvlakken werd in het veld vastgelegd met speciale metalen pennen bij 2 van de 4 hoekpunten. Deze pennen bevinden zich vrijwel geheel onder het maaiveld, afgezien van een platte ringvormige kraag welke zich op maaiveld-nivo bevindt. Met behulp van een metaaldetector en aan de hand van een situatieschets zijn de proefvlakken zo altijd te lokaliseren.

Tabel 3. Beknopt overzicht van de onderzochte proefvlakken: proefvlaknummer, globale plaatsaanduiding, de eigenaar/beheerder en een indicatie van het beheer.

Valeriano-Filipenduletum			
02-1	Joure, A50 Hm 203.6p zuid	RWS Friesland	Geen beheer (meer)
02-2	Zwartsluis, Arembergerweg	Gem. Brederwiede	Geen beheer (meer)
02-3,4	Giethoorn-Blauwe Hand, Hm 8.3/8.9	Prov. Overijssel	1x p jaar + afvoeren
02-5	Wezep, Kamperstraatweg Hm 8.5	Prov. Overijssel (boer?)	Max. 1x p jaar, afvoeren slecht
Agropyro repentis-Aegopodietum podagrariae			
08-1	Echteld, Weijenburgsestraat	Gem. Echteld	2x p jaar klepelen
08-2	Lienden/Ommeren, Hm 5.5 à 5.6	Prov. Gelderland	2x p jaar + meestal afvoeren
08-3	Ellecom, Eikenstraat	Gem. Rheden	Geen beheer
08-4	Breukelen-Loenen, Hm 11.7	Prov. Utrecht	2x p jaar + ged. afvoeren
08-5	Werkhoven, Beverweertseweg	Gem. Bunnik	2x p jaar klepelen
Alliario-Chaerophylletum temuli			
09-1,2	Wageningen, Onderlangs	Gem. Wageningen	Geen beheer (hazen, konijnen)
09-3	Middelaar, Elzenstraat	Gem. Mook en Middelaar	Geen beheer (koeien via hek)
09-4	Mook, Rijksweg Hm 121.3	Prov. Limburg	1x p jaar + afvoeren
09-5	Amerongen, Zandvoort	Gem. Amerongen (boer?)	1x p jaar + soms afvoeren
Calthion palustris			
19-1	Andelst, A15 Hm 149.7p zuid	RWS Gelderland	1x à 2x p jaar + afvoeren
19-2	Jisp-Neck, Jisperdijk	W.schap de Waterlanden	2x p jaar (nu weer afvoeren)
19-3,6	Wilnis, Ter Aase Zuwe	Gem. de Ronde Venen	1x p jaar + afvoeren
19-4	Meije, Stichtse Meije	Gem. Woerden / boer	2x p jaar + afvoeren
19-5	Giethoorn, De Bramen	Gem. Brederwieden	2x p jaar klepelen
Fritillario-Alopecuretum pratensis			
21-1,2,3	Zwolle, binnenlus oprit A28	RWS Overijssel	2x p jaar + afvoeren
21-4	Lichtmis, Ruitendwarsweg	Gem. Nieuwleusen (boer?)	2x p jaar + afvoeren
21-5	Rouwveen, Geezenland	Gem. Staphorst	2x p jaar klepelen
Ranunculo-Alopecuretum geniculati			
31-1	Tiel, A15 Hm 130.9 noord	RWS Gelderland	2x (1x) p jaar + afvoeren
31-2	Ochten, A15 Hm 143.7 zuid	RWS Gelderland	3 à 4x p jaar zonder afvoeren
31-3	Dodewaard, oprit A15 Hm146.9b zuid	RWS Gelderland	2x (1x) p jaar + afvoeren
31-4	Beuningen, A73 Hm 111.3 zuid	RWS Gelderland	2x (1x) p jaar + afvoeren
31-5	Dirkshorn, Hm 11.4 à 11.5	Prov. Noord-Holland	2x p jaar + afvoeren
Triglochino-Agrostietum juncetosum gerardi			
32-1,2	Knooppunt Zaanstad, klaverblad	RWS Noord-Holland	1x p jaar + afvoeren
32-3,4,5	Koog a/d Zaan, lus oprit A8 Hm 8.6d	RWS Noord-Holland	1x p jaar + afvoeren
32-6,7	Westzaan, afrit A8 Hm 10.5a oost	RWS Noord-Holland	1x (2x) p jaar, slecht afvoeren
Tortulo-Phleetum arenarii			
39-1,2	Wassenaar, Wassenaarseslag	Gem. Wassenaar	Konijnen, verder geen beheer
39-3,4	Noordwijk, Langevelderslag	Gem. Noordwijk	Konijnen, verder geen beheer
39-5	Castricum, Zeeweg	Prov. Noord-Holland	Konijnen, soms 1x + afvoeren
Arrhenatheretum, subassociatiegroep B			
48-1	Rossum, v. Heemstrabaan Hm 38.2	Prov. Gelderland	2x p jaar + afvoeren
48-2	Rossum-rotonde, vlak voor rotonde	Gem. Rossum	2x p jaar + afvoeren
48-3	Olst, afweggetje IJsseldijk Hm 8.5	RWS/Prov. Overijssel/boer?	Paarden over hek/ maai + af?
48-4	Echt, oprit A2 Hm 224.7b oost	RWS Limburg	1x p jaar + afvoeren
48-5	Wijlre, provinciale weg Hm 7.0	Prov. Limburg	1x p jaar + afvoeren
Arrhenatheretum picriditosum			
49-1,2	Eys, Eys-Trintelen	Gem. Wittem	1x p jaar + afvoeren
49-3	Stokhem, Dodeman	Gem. Gulpen	1x p jaar + af. of branden
49-4	Schin op Geul, Keutenbergweg	Gem. Valkenburg	1x p jaar + afvoeren
49-5	Gulpen, Gulperbergweg	Gem. Gulpen	1x p jaar klepelen, soms niets
Mesobromion			
50-1,2	Gulpen, Heezelsweg	Gem. Gulpen	1x p jaar + af. of branden
50-3,4	Ubachsberg, Vrakelbergse weg	Gem. Voerendaal / IKL	1x p jaar + afvoeren
50-5	Gulpen, provinciale weg Hm 10.7	Prov. Limburg	1x p jaar + af/ koeien via hek?
Ericion / Lycopodio-Rhynchosporetum albo-fuscae			
52-1	Assen, N33 Assen-Gieten Hm 8.1	RWS Drenthe	Geen beheer
52-2,x	Almelo (Azelo), A1 Hm 138.4 zuid	Oranjewoud	1x p jaar + afvoeren
52-3	Eersel-België, A67 Hm 2.2 zuid	RWS Noord-Brabant	1x p 6-8 jaar + afvoeren
52-4,5	Knooppunt Batadorp, A2 Hm 153.5/6	RWS Noord-Brabant	1x p jaar + afvoeren
Calluno-Genistion pilosae			
62-1	Kootwijk, A1 Hm 71.6 zuid	RWS Gelderland	Geen beheer
62-2	Assel-Apeldoorn, Asselse veld	Kon. Houtvesterij het Loo	Geen beheer
62-3	Apeldoorn, A1 Hm 79.0 zuid	RWS Gelderland	Geen beheer
62-4,5	Nunspeet, A28 Hm 68.7 zuid	RWS Gelderland	Geen beheer
Spergulo-Corynephoretum agrostietosum caninae			
67-1,2	Kootwijk, viaduct met A1 Hm 0.4/0.5	Prov. Gelderland	Geen beheer
67-3,4	Hulshorst, A28 Hm 58.5/58.6 zuid	RWS Gelderland	Geen beheer
67-5	Nunspeet, A28 Hm 68.6 noord	RWS Gelderland	Geen beheer

3.3 Parameters in onderzoek

3.3.1 Vegetatie

Aan de vegetatie zijn drie soorten parameters bepaald:
1) de plantengemeenschap, soortensamenstelling en soortenrijkdom;
2) de jaarlijkse bovengrondse biomassaproduktie;
3) de chemische samenstelling van het gewas.
Deze drie groepen worden in de volgende paragrafen nader toegelicht.

3.3.1.1 Plantengemeenschap, soortensamenstelling, soortenrijkdom

Tabel 4. Gemodificeerde schaal van Braun-Blanquet, aangepast voor 25m².

Traditionele code	ordinale code	bedekking in %	aantal exemplaren
r	1	< 5	1
+	2	< 5	2-50
1	3	< 5	50-250
2m	4	< 5	>250
2A	5	5-12.5	n.v.t.
2B	6	12.5-25	n.v.t.
3	7	25-50	n.v.t.
4	8	50-75	n.v.t.
5	9	75-100	n.v.t.

De plantengemeenschap waartoe een proefvlak behoort was in principe steeds bekend, aangezien het proefvlak hierop geselecteerd is. Om echter de exacte samenstelling van de vegetatie te beschrijven is in het groeiseizoen van 1992 van elk proefvlak (25 m²) een volledige vegetatiekundige opname gemaakt volgens de Braun-Blanquet methode. Alle soorten hogere planten en mossen in het proefvlak zijn geïnventariseerd en hun bedekking is geschat in een 9-delige gecombineerde abundantie-/bedekkingsschaal. Dit betreft een gemodificeerde Braun-Blanquet schaal (Barkman et al., 1964) waarbij de abundantiegrenzen enigszins verlegd zijn om te compenseren voor de relatief grote oppervlakte van de opnamen (zie tabel 4). Eventuele onbekende soorten zijn steeds verzameld en werden later gedetermineerd.
Zo nodig werden de vegetatieopnamen in de groeiseizoenen van 1993 en 1994 tijdens het toen lopende bodemkundige veldwerk nog aangevuld. Hierbij valt te denken aan soorten die in 1992 gemist waren (bv. vroege voorjaarssoorten) of toen niet meer op soortsnivo determineerbaar waren (bv. vroeg bloeiende *Carex*-soorten). De naamgeving volgt voor de hogere planten de 21e druk van de Flora van Nederland (van der Meijden et al., 1990), voor mossen de Beknopte flora van Nederlandse blad- en levermossen (Margadant & During, 1982), en voor korstmossen de Standaardlijst van de Nederlandse korstmossen (Brand et al., 1988).
Op basis van de vegetatieopnamen werd zowel het totale soortenaantal per proefvlak bepaald (inclusief mossen en korstmossen) als het aantal soorten hogere planten.

Om de variatie in het opnamemateriaal onbevooroordeeld te kunnen beschrijven is de kennis omtrent de gemeenschap waar de proef-

vlakken toe behoren in eerste instantie losgelaten. Vervolgens zijn clusteranalyses uitgevoerd. De resultaten hiervan kunnen verschillen van de gehanteerde indeling in plantengemeenschappen. De resultaten hangen immers alleen af van de variatie in het beschikbare materiaal. Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen soorten die voor de indeling in landelijke plantengemeenschappen "belangrijk" of "minder belangrijk" zijn. Ook van bestaande kennis omtrent de oecologische indicatiewaarde van soorten wordt geen gebruik gemaakt.
Door de nu verkregen groepsindelingen te vergelijken met de van te voren gemaakte indeling in plantengemeenschappen wordt informatie verkregen over de mate van variatie die er binnen de proefvlakken van elke plantengemeenschap aanwezig is. Deze informatie kan bijvoorbeeld aangeven dat er proefvlakken zijn die een aparte positie innemen in de gemeenschap waartoe zij gerekend worden. In extreme gevallen zou er zelfs aanleiding kunnen zijn om achteraf te concluderen dat een proefvlak beter tot een andere gemeenschap gerekend kan worden.

Twee clustermethoden zijn gebruikt om inzicht in de variatie in de vegetatieopnamen te krijgen.
Met behulp van het programma TWINSPAN (Two Way INdicator SPecies ANalysis) (Hill, 1979a) is een gestructureerde vegetatietabel gemaakt waarbij TWINSPAN een divisieve clustering uitvoert. Het opnamemateriaal wordt hierbij herhaalde malen op basis van een reciprocal averaging techniek steeds verder in groepen opgesplitst. De methode zoekt voordat een groep definitief wordt opgesplitst naar soorten die differentiërend zijn voor de berekende splitsing, waardeert deze soorten op, en berekent dan de bewuste splitsing opnieuw (definitief). Uiteindelijk wordt een vegetatietabel verkregen waarin zowel de soorten als de opnamen gesorteerd zijn volgens de berekende clustering.
Daarnaast is een clusteranalyse uitgevoerd met het programma DENDRO (Schaffers, 1991) waarbij een agglomeratieve clustering ("average linkage" methode) wordt uitgevoerd. De resultaten, en de hiërarchie daarin, worden hierbij in een dendrogram zichtbaar gemaakt. De clustering vindt plaats op basis van verwantschapscoëfficiënten tussen opnamen. Elke informatie over concrete soorten gaat hierbij verloren. Er is gebruik gemaakt van de Sørensen-index (Sørensen, 1948). Deze index wordt voor elk opnamepaar als volgt berekend:

$$Si = (2 * \Sigma min(a,b) / (\Sigma A + \Sigma B)) * 100\%$$

met: $\Sigma min(a,b)$ = som over alle soorten van steeds de kleinste overeenkomstige abundantie (opname A versus B).
ΣA = som van de abundanties van alle soorten in opname A.
ΣB = som van de abundanties van alle soorten in opname B.

Deze coëfficiënt is gevoelig voor zowel kwalitatieve als kwantitatieve aspecten van de opnamen, waarbij dominante soorten de uitkomst wel mede bepalen maar geen dominerende rol spelen (Jongman et al., 1987)

Om los van de resultaten van de clusteranalyses te controleren tot welke gemeenschap elk proefvlak behoort, is vervolgens een syntaxonomische elementen-tabel opgesteld. Hiertoe worden de soorten ingedeeld in syntaxonomische elementen. Dat wil zeggen dat soorten gegroepeerd worden naar de syntaxa waarvoor zij kenmerkend of differentiërend geacht worden. Op basis hiervan is voor elk proefvlak te beslissen tot welk syntaxon (bijvoorbeeld gemeenschap, verbond, etc.) het proefvlak gerekend dient te worden. Daartoe wordt gekeken naar de aanwezige syntaxonomische elementen en hun onderlinge verhoudingen. De proefvlakken kunnen hierna in de tabel per syntaxon gegroepeerd worden.
Op basis van de syntaxonomische elementen-tabel is na te gaan in welke mate de proefvlakken (ondanks alle eerdere clusteringen) vertegenwoordigers zijn van de gemeenschap waarvoor zij geselecteerd werden, of dat hierin eventueel wijzigingen moeten worden aangebracht.

3.3.1.2 Jaarlijkse bovengrondse biomassaproduktie

De jaarlijkse bovengrondse biomassaproduktie is gedurende twee jaar bepaald, namelijk in 1993 en 1994. Dit is gedaan om verschillen tussen jaren die veroorzaakt kunnen worden door onder andere het weer of het beheer enigszins te kunnen ondervangen.

De jaarlijkse biomassaproduktie werd vastgesteld met behulp van biomassabepalingen rond de maaibeurten. Hierbij werd niet het hele proefvlak geoogst, maar werden steekproefsgewijs 5 vlakjes van 0.5 x 0.5 m geknipt. Deze 5 submonsters werden vervolgens bij elkaar gevoegd tot één totaalmonster voor het proefvlak.
Het knippen vond plaats met behulp van een op de bodem rustend, horizontaal in de vegetatie geschoven metalen raster waardoor op een vast hoogte van 1½ à 2 cm boven de grond geknipt werd. Dit raster bood twee voordelen: een uniforme, vaste hoogte van bemonstering en een ruwe imitatie van het maaibeheer waarbij immers ook niet tot op de grond gemaaid wordt. Als nadeel kan opgemerkt worden dat in de praktijk vaak beduidend hoger wordt gemaaid.
De biomassamonsters zijn steeds zo veel mogelijk de zelfde dag verder verwerkt. De monsterverwerking bestond uit het drogen bij 70° C gedurende ca. 24 uur, direct gevolgd door een bepaling van het drooggewicht. Hierna vond opslag van de monsters plaats.

Er is voor gekozen zoveel mogelijk de werkelijke produktie vast te stellen. Dat wil zeggen de jaarlijkse produktie zoals deze optreedt bij het ter plekke gevoerde beheer (veelal bestaand uit twee maal per jaar maaien en afvoeren). Daarbij speelde de overweging dat voor het alternatief, de bepaling van de "peak standing crop", de meeste proefvlakken omrasterd zouden moeten worden. In dat geval vindt de ontwikkeling van het gewas echter niet plaats op de manier zoals dit voor de betreffende vegetatie gebruikelijk is. Er wordt een situatie gecreëerd waarbij zich op termijn een andere vegetatie met een andere samenstelling en/of structuur ontwikkeld zou hebben, welke wellicht zelfs tot een andere plantengemeenschap zou behoren.

Nadeel van een peak standing crop bepaling is ook dat het geen zuiver beeld van de produktie geeft aangezien op het moment van de bepaling ervan enerzijds al veel planten afgestorven kunnen zijn en anderzijds de produktie die later in het jaar nog plaatsvindt gemist wordt. Daarnaast verschilt het moment van peak standing crop bepaling voor de verschillende gemeenschappen.
Ook kleefden er praktische bezwaren aan het omrasteren van grote aantallen proefvlakken. Dit zou inhouden dat al deze proefvlakken na de bepaling zelf gemaaid (en vaak afgevoerd) zouden moeten worden om weer een zuivere uitgangssituatie voor de volgende bepaling (in het volgende jaar) te verkrijgen en ook om het risico op verruiging tegen te gaan.

De gevolgde werkwijze is daarom dat zowel in 1993 als in 1994 voor alle proefvlakken bij beheerders geïnformeerd is naar de maaidata van de verschillende maaibeurten. Vervolgens is in elk proefvlak steeds zo kort mogelijk vóór de eigenlijke maaibeurt een steekproefsgewijze biomassabepalingen uitgevoerd. 1 à 1½ week later (maximaal 2) werd er gecontroleerd of het maaien inderdaad had plaatsgevonden. Zo niet dan werd de eerdere bepaling ongeldig verklaard en werd opnieuw de biomassa bepaald.
Aan het eind van het groeiseizoen (eind oktober/ begin november) werd voor alle proefvlakken nagegaan of er sinds de laatste maaibeurt nog hergroei van betekenis was opgetreden. Was dit het geval dan werd ook van deze hergroei de biomassa bepaald. De jaarproduktie is vervolgens berekend uit de som van de geldige biomassabepalingen bij de verschillende maaibeurten, vermeerderd met de eventueel bepaalde hergroei.
Deze werkwijze impliceert een intensief contact met de beheerders over het beheer rond de proefvlakken. Het heeft als nadeel dat het organisatorisch lastig en gevoelig voor mislukkingen is. Omdat de informatie van de beheerders omtrent de maaidata vaak zeer globaal of onjuist is (mede door het feit dat veel beheer wordt uitbesteed) moest de biomassabepaling bij elke maaibeurt noodgedwongen vaak dubbel (soms zelfs driedubbel) uitgevoerd worden. Omgekeerd kon een proefvlak al voor een eerste biomassabepaling gemaaid blijken. Zelfs wanneer vanuit het onderzoek met een zeer ruime marge op de aangegeven vroegst mogelijke maaidatum gewerkt werd kwam dit voor. Als inderdaad bij één van de maaibeurten geen biomassabepaling uitgevoerd kon worden betekende dit vervolgens dat in dat jaar voor het betreffende proefvlak geen jaarproduktie berekend kon worden.

Bij proefvlakken waar het beheer dusdanig intensief is dat de beschreven werkwijze in 1993 onuitvoerbaar bleek, werd alsnog een raster geplaatst om de biomassabepalingen voor 1994 veilig te stellen. In deze proefvlakken werd in 1994 twee maal een biomassabepaling uitgevoerd waarna de vegetatie vanuit het onderzoek zelf gemaaid (en zo nodig afgevoerd) werd.

Uiteindelijk bleek dat van ca. eenderde van de proefvlakken slechts in één van de twee jaren een jaarproduktie bepaald kon worden. In één geval slechts is de jaarproduktie-bepaling in beide jaren mislukt.

Enkele proefvlakken onttrokken zich aan het standaard patroon van de produktiebepaling omdat zij op afwijkende data of in het geheel niet gemaaid werden. De voor deze proefvlakken gevolgde procedure wordt hieronder beschreven.

- Bij onbeheerde proefvlakken (*Spergulo-Corynephoretum*, sommige *Valeriano-Filipenduletum* proefvlakken, etc.) is ervoor gekozen de produktie te benaderen met een peak standing crop bepaling. Deze bepaling bestond in beide jaren uit een eenmalige biomassabepaling op de eerder beschreven manier die afhankelijk van de gemeenschap en het weer tussen juni en begin september plaatsvond.
- Wanneer een proefvlak slechts één maal per jaar gemaaid zou worden op een tijdstip dat zonder twijfel ná het moment zou liggen waarop voor dat proefvlak de peak standing crop bereikt zou zijn, is in het betreffende proefvlak de jaarproduktie net als bij onbeheerde proefvlakken benaderd uit een bepaling van de peak standing crop.
- Bij onbeheerde maar door konijnen begraasde proefvlakken (*Tortulo-Phleetum* in de duinen) zijn in maart 1993 twee bermgedeelten uitgerasterd. Binnen de rasters heeft vervolgens in beide jaren een "peak standing crop" bepaling plaats gehad. Aan het eind van het seizoen is de totale vegetatie binnen de rasters steeds met de hand afgeknipt en afgevoerd ("begraasd") om weer een verse uitgangssituatie te verkrijgen voor het volgende jaar. Elk van de twee rasters levert een schatting van de jaarproduktie voor de twee nabijgelegen proefvlakken op die lokatie. Voor het overblijvende proefvlak van deze gemeenschap (derde lokatie) kon geen jaarproduktie bepaald worden omdat het plaatsen van een raster hier niet mogelijk was.
- Bij meerjarige heidevegetaties vormt de bepaling van de jaarproduktie een probleem op zich. In deze gevallen is geprobeerd een verschil vast te stellen tussen een biomassabepaling aan het begin van het groeiseizoen (half maart) en een biomassa ten tijde van de peak standing crop (rond eind augustus/ begin september). Dit verschil zou als een schatting van de "jaarproduktie" opgevat kunnen worden. Door de grofkorrelige vegetatiestructuur (grote heidepollen) is de variatie in de verschillende biomassabepalingen van een proefvlak zeer groot. De hoop bestaat echter dat per gemeenschap toch een redelijke indruk gekregen kan worden van gemiddelde jaarproduktie, ondanks de grote variatie tussen de individuele bepalingen.

3.3.1.3 Chemische samenstelling van het gewas

Om de chemische samenstelling van het gewas vast te stellen zijn gewasanalyses uitgevoerd gebaseerd op destructie met behulp van H_2O_2 (bij relatief lage temperatuur) en een oplossing van salicylzuur in een H_2SO_4-Se mengsel bij ca. 300° C (Walinga, et al., 1989). Bepaald zijn de gehalten aan stikstof, fosfaat en kalium. Voor elk onderzoeksjaar zijn deze gehalten omgerekend tot een jaargemiddelde door het gehalte bij elke maaibeurt te wegen met de biomassa bij die maaibeurt. Door vervolgens de twee jaargemiddelden op hun beurt ongewogen te middelen werd een "karakteristiek gehalte" van elk element voor elk van de proefvlakken verkregen.

3.3.2 Standplaatsfactoren

De onderzochte standplaatsfactoren vallen uiteen in twee groepen. Eén groep omvat factoren waarvan gedurende twee jaar (1993 en 1994) periodiek de waarde bepaald werd. De bemonsteringen of bepalingen hiervoor werden om de 5 à 8 weken uitgevoerd; de exacte lengte van de periode was afhankelijk van het seizoen (zie tabel 5 voor een indicatie van de bemonsteringsdata). Van deze factoren kan dus het jaarverloop onderzocht worden. Daarnaast kunnen er uiteraard enkelvoudige factoren uit afgeleid worden waaronder gemiddelden en totalen.
De andere groep omvat de factoren met een puur enkelvoudig (momentaan) karakter.

Periodieke factoren:
- Stikstofmineralisatie
- Vochtgehalte van de grond
- Grondwaterstanden

Momentane factoren:
- Soortelijk gewicht
- Zuurgraad (pH-$CaCl_2$)
- Oplosbaar N,P,K,Na,Mg gehalte (in $CaCl_2$)
- Totaal N,P,K,Na gehalte (destructie)
- Fosfor mbv. ammonium-lactaat
- C-gehalte, C/N-quotiënt en gehalte aan organische-stof
- Kalkgehalte ($CaCO_3$)
- Cation Exchange Capacity (C.E.C.) en baseverzadiging
- Granulaire samenstelling

In de volgende paragrafen zullen de genoemde bepalingen worden toegelicht. Voor meer informatie over de analysemethoden wordt verwezen naar Houba et al. (1989).

3.3.2.1 Stikstofmineralisatie

De stikstofmineralisatie is gedurende twee jaar in het veld bepaald om verschillen tussen jaren die veroorzaakt kunnen worden door onder andere het weer of het beheer enigszins te ondervangen. Er konden dus ook twee jaartotalen voor de mineralisatie bepaald worden. Het mineralisatieonderzoek vond plaats in dezelfde jaren als de biomassa-bepalingen: 1993 en 1994.

- Waarom mineralisatie? -

De gedachte is dat "vruchtbaarheid" (naast vocht) de belangrijkste factor in de bodem is. De vraag is echter: wat is vruchtbaarheid en kan deze het beste gemeten worden? De belangrijkste macronutriënt in de bodem is in veel gevallen stikstof, maar juist stikstof is een erg mobiel element. Een éénmalige bepaling van de hoeveelheid stikstof in de grond geeft daarom niet altijd voldoende informatie omdat voor

de vruchtbaarheid vooral de doorstroomsnelheid van nutriënten naar de vegetatie belangrijk is. De vraag is dus: hoe snel komt stikstof beschikbaar in voor de plant opneembare vorm. Het gaat hierbij om het proces van beschikbaar komen van stikstof in oplosbare, minerale vorm: de mineralisatie.
De noodzaak van mineralisatiebepalingen wordt duidelijk wanneer een hypothetisch systeem met een hoge hoeveelheid organisch gebonden stikstof in de bodem in ogenschouw genomen wordt. Wanneer deze stikstof door bepaalde oorzaken (pH, droogte, inundatie, hoge C/N-verhouding) maar erg langzaam vrij komt voor de planten spreken we van een onvruchtbare situatie (voor stikstof), ondanks het feit dat een hoge hoeveelheid stikstof in de bodem aangetroffen wordt. Omgekeerd is een situatie voor te stellen met weinig stikstof in de bodem aanwezig, maar een grote stikstofbeweging tussen bodem en vegetatie: een vruchtbare situatie dus.

- De methode in theorie -

De gebruikte methode is een veldincubatie methode. Kenmerkend voor deze methode is het uitsluiten van stikstofopname door planten. Hiertoe wordt gewerkt met PVC-monsterbuisjes met een scherpe onderrand. Tijdens de incubatie (het in de grond slaan van de buisjes) worden de plantewortels afgesneden terwijl de monsters verder ongestoord blijven. De in het monster door mineralisatie vrijkomende stikstof kan niet meer naar de planten waar deze normaal gesproken vrijwel direct door opgenomen wordt. Omdat een dop op de buisjes de regen buiten houdt kan de vrijgekomen stikstof niet uitspoelen. De omstandigheden in het buisje zijn voor het overige goeddeels hetzelfde als in de omgeving. Ook het vochtgehalte blijft ongeveer gelijk aan dat van de omgeving want de onderkant van het buisje blijft open. Er zal dus in het veld stikstofaccumulatie plaatsvinden in de buisjes. Deze stikstofmineralisatie is te meten door de accumulatie in het incubatiemonster te bepalen. Hiertoe wordt het monster na enkele weken opgehaald. De hoeveelheid mineraal stikstof in het monster wordt gemeten en vergeleken met de hoeveelheid mineraal stikstof in een niet geïncubeerd monster dat gestoken werd op hetzelfde moment dat het geïncubeerde monster geïncubeerd werd en op dezelfde plek. De verkregen mineralisatie is de mineralisatie over de incubatieperiode. Door de mineralisaties van de verschillende perioden uit een jaar op te tellen wordt een jaarmineralisatie verkregen. De jaarmineralisaties van de beide jaren kunnen vervolgens gemiddeld worden tot een gemiddelde jaarmineralisatie.

Wat op deze manier gemeten wordt is een netto-mineralisatie: de werkelijke-mineralisatie minus datgene wat door immobilisatie en denitrificatie verdwijnt en niet langer voor de plant beschikbaar is. Dit kan dus ook een negatief getal zijn; in dat geval is uit de "pool" van mineraal stikstof in de bodem meer mineraal stikstof verdwenen door immobilisatie en/of denitrificatie dan er door werkelijke-mineralisatie bij gekomen is. Dat alleen de netto-mineralisatie gemeten wordt en niet de werkelijke mineralisatie is geen nadeel maar een groot voor-

deel want het is alleen deze netto-mineralisatie die de vegetatie kan benutten en die dus bepalend is voor de vruchtbaarheid.
In dit verslag wordt (wanneer niet nadrukkelijk anders vermeld) de term mineralisatie gebruikt wanneer feitelijk netto-mineralisatie bedoeld wordt.

- Bemonstering -

Tabel 5. Data van de veldrondes.

Ronde-nummer	Begin- tot eind datum
9301	10-jan tot 19-jan 1993
9302	01-mrt tot 09-mrt 1993
9303	08-apr tot 13-apr 1993
9304	17-mei tot 03-jun 1993
9305	05-jul tot 13-jul 1993
9306	12-aug tot 23-aug 1993
9307	01-okt tot 11-okt 1993
9308	10-nov tot 18-nov 1993
9401	03-jan tot 14-jan 1994
9402	28-feb tot 08-mrt 1994
9403	06-apr tot 13-apr 1994
9404	14-mei tot 25-mei 1994
9405	27-jun tot 05-jul 1994
9406	11-aug tot 19-aug 1994
9407	27-sep tot 04-okt 1994
9408	14-nov tot 21-nov 1994
9501	02-jan tot 09-jan 1995

De twee veldwerkjaren werden elk opgedeeld in 8 perioden. Buiten het groeiseizoen beslaat een periode 7 à 8 weken, en in het groeiseizoen 5 à 6. Het einde van een periode is steeds tevens het begin van een volgende. Op dat moment worden alle proefvlakken bezocht: de zogenaamde "mineralisatieronde". De eerste mineralisatieronde begon 10 januari 1993, de laatste ronde op 2 januari 1995. Een ronde beslaat ongeveer anderhalve week; de proefvlakken werden in deze anderhalve week zoveel mogelijk in dezelfde volgorde bezocht. In tabel 5 worden de data van de verschillende rondes vermeld.

In het veld vond incubatie plaats middels PVC buisjes van 15 cm lang en 2.5 cm binnendiameter. De buisjes werden ca. 12.5 cm de grond in geslagen waarbij dankzij de scherpe onderrand de wortels afgesneden werden en een vrijwel ongestoord monster in het buisje komt te zitten. In het boven de grond uitstekende gedeelte bevonden zich aan de zijkant enkele luchtgaten terwijl de bovenkant zelf afgesloten werd met een dop. De onderzijde van de buisjes bleef open.

Het is bekend dat de ruimtelijke variatie in de grond erg groot is. Om deze variatie zo veel mogelijk uit te schakelen werd met mengmonsters gewerkt. Alle monsters werden daartoe in 5-voud gestoken en in het veld tot mengmonsters verwerkt. De 5 monsterplekken lagen in een regelmatig patroon binnen het proefvlak en in elke ronde werd vanuit elke plek ca 10 cm opgeschoven.
In elk proefvlak werden bij een mineralisatie-bezoek dus steeds de volgende handelingen verricht: 1) De 5 geïncubeerde monsters van de afgelopen periode werden uit de grond gehaald en tot een mengmonster gemengd. 2) Er werden 5 nieuwe mineralisatiemonsters geïncubeerd voor de komende periode. 3) Met behulp van de PVC-buisje werden vlak naast de nieuw ingezette monsters 5 ongeïncubeerde monsters gestoken en tot een mengmonster gemengd. Dit was het zogenaamde "nultijd"-monster, dat diende om de gehalten in

het 5 à 8 weken later beschikbaar komende incubatiemonster (het zogenaamde "eindtijd"-monster) mee te vergelijken.

Vòòr het plaatsen van het buisje werden mossen en kleine plantjes opzij geschoven. Voorkomen moest immers worden dat er planten in de buisjes zouden gaan groeien. Met het opzij schuiven van mos en plantjes werd ook het losse strooisel opzij geschoven. Bij de verdere analyse van de monsters zijn geen andere bodemlagen verwijderd.

In sommige terreinen kon het een probleem zijn om voldoende monster in de buisjes te krijgen. Dit komt voornamelijk door het wegdrukken van de grond tijdens het plaatsen van de buisjes, in veel mindere mate door compactering. Op praktische gronden werden monsters waarbij het buisje tot halverwege gevuld was (ca. 6 cm monsterlengte) nog geaccepteerd. Zou een monster kleiner gaan worden, dan werd het verworpen en werd er opnieuw gestoken. In een enkel proefvlak (veen) helpt ook opnieuw steken niet en werden de buisjes handmatig met grond gevuld en daarna in de grond teruggeplaatst (incubatie-monster) of meegenomen ("nultijd"-monster).

Het bleek in sommige gevallen niet eenvoudig de geïncubeerde monsters terug te vinden. Vooral in het groeiseizoen of na een maaibeurt kon dit problematisch zijn. Toch werden na enige tijd zoeken vrijwel steeds alle PVC-buisjes teruggevonden. Een enkele maal waren één of twee buisjes verdwenen, onvindbaar of kapot gereden. In deze gevallen bestond het mengmonster dus uit minder dan 5 monsters. Slechts een enkele maal bleken helaas alle buisjes verdwenen.
In bijzonder vochtige terreinen hadden de monsters de neiging om in de grond achter te blijven wanneer de buisjes uit de grond getrokken werden. Voor dit probleem is een praktische oplossing gevonden door gebruik te maken van een asperge-mes. Hiermee kan het monster onder het buisje losgesneden worden terwijl er tevens onder het monster (langs het mes) lucht toe kan stromen zodat geen zuiging meer ontstaat.

Per ronde werd dus voor elk proefvlak één geïncubeerd mengmonster ("eindtijd" monster van de vorige periode) en één ongeïncubeerd mengmonster ("nultijd" monster voor de komende periode) verkregen. Aan het eind van elke ronde zijn dus 148 monsters verzameld (74 proefvlakken x 2 mengmonsters). Na twee jaar leverde dit 2442 monsters op.

- Transport, voorbewerking en analyse -

De bodemmonsters werden steeds in een koelbox naar het laboratorium vervoerd en werden zoveel mogelijk direct gedroogd om alle processen in de bodem stil te leggen. Soms was echter gekoelde opslag onvermijdelijk, deze bedroeg dan 24 tot 48 uur, in een enkel geval (dus maximaal) 70 uur.
Het drogen van de monsters gebeurde bij 40° C gedurende 24 tot 60 uur. De gewichten van de monsters werden zowel voor als na het

drogen bepaald. De droge monsters werden vervolgens gezeefd door een 1 mm zeef.
Het gewicht van de uitgezeefde fractie groter dan 1 mm (de restfractie) werd voor elk proefvlak in elke ronde bepaald. Aan het eind van de twee jaar kon op grond van deze getallen de gemiddelde uitgezeefde restfractie bepaald worden voor elk proefvlak. De resultaten van alle hierna te bespreken chemische analyses (die uitgevoerd zijn aan de gezeefde monsters) zijn met behulp van deze restfractie gecorrigeerd (met uitzondering van de pH).

De bodemmonsters werden na de voorbewerking opgeslagen tot het moment van analyse. De analyse vond plaats na extractie gedurende 2 uur met een zwak extractiemiddel, een neutrale zoutoplossing van 0.01 M $CaCl_2$. Het gebruik van dit extractiemiddel garandeert dat alleen oplosbare fracties gemeten worden. De meting vond plaats in een autoanalyser. Analyseresultaten werden steeds verkregen voor de gehalten aan: $N\text{-}NH_4$ (stikstof in de ammonium vorm), $N\text{-}NO_3$ (stikstof in de nitraat vorm), Nts (totaal oplosbaar stikstof), P (fosfor in de fosfaat vorm), K (kalium) en Na (natrium). Door het sommeren van $N\text{-}NH_4$ en $N\text{-}NO_3$ wordt N-mineraal verkregen (stikstof in minerale vorm). Door Nts te verminderen met N-min wordt N-org verkregen (stikstof in oplosbare organische vorm).

Aangezien per monster van 8 elementen gegevens uit de analyse verkregen werden leverde dit in twee jaar een kleine 20.000 getallen op.

Het gaat bij de bepaling van de mineralisatie echter in eerste instantie om het bepalen van de stikstofmineralisatie waarvoor vooral $N\text{-}NH_4$, $N\text{-}NO_3$ en N-mineraal interessant zijn. De analysemethode levert ook getallen voor fosfaat, kalium en natrium maar de bruikbaarheid van deze getallen voor het bepalen van de mineralisatie van deze elementen is in het algemeen niet erg hoog. De reden hiervoor is het andere karakter van deze elementen dat zich uit in een ander gedrag in de bodem (andere mobiliteit, evenwichtsreacties, adsorptie, etc.).

3.3.2.2 Vochtgehalte van de grond

Het vochtgehalte van de grond werd bepaald aan de voor de mineralisatie verzamelde ongeïncubeerde monsters door deze te wegen voor en na het drogen (40° C gedurende 24 tot 60 uur). De vochtgehalten kwamen dus periodiek beschikbaar, 8 keer per jaar met dezelfde tussenperioden van 5 à 8 weken als die waarmee de mineralisatierondes werden uitgevoerd (zie tabel 5).

De getallen zullen indicatie geven van het verloop van het vochtgehalte over het jaar. Er moet echter rekening mee worden gehouden dat de individuele bepalingen van het vochtgehalte beïnvloed kunnen zijn door een incidentele gebeurtenis als een regenbui vlak voor of tijdens het verzamelen van het monster gedurende een overigens droge periode.
Ook zullen aan de hand van de reeks vochtgetallen redelijk betrouwbare uitspraken te doen zijn over de gemiddelde uitdroging van de

grond. Hiertoe zijn allereerst het gemiddelde hoogste en het gemiddelde laagste vochtgehalte per proefvlak bepaald. Deze waarden zijn als volgt berekend.
Het gemiddeld hoogste vochtgehalte werd verkregen door voor elk van de drie winters (twee halve winters en één hele) het hoogste vochtgehalte uit de reeks te zoeken en deze drie waarden te middelen. Het gemiddeld laagste vochtgehalte werd bepaald door van elk van de twee zomers het laagste vochtgetal uit de reeks te zoeken en deze twee getallen te middelen. Door het gemiddelde laagste vochtgehalte te delen door het gemiddelde hoogste vochtgehalte en deze waarde van 1 af te trekken wordt de vochtverlies-fractie verkregen, een maat voor de uitdroging in de zomer (ten opzichte van het vochtgehalte in de winter).

3.3.2.3 Grondwaterstanden

Grondwaterbuizen tot ca. 1.60 cm beneden maaiveld werden geplaatst in alle proefvlakken waarvan de vegetatie onder invloed van het grondwater stond of mogelijkerwijs tijdelijk onder invloed hiervan zou kunnen komen te staan. Het gaat hierbij om grofweg de helft van het totale aantal proefvlakken. Dit bleken alle proefvlakken te zijn die behoorden tot de volgende 8 gemeenschappen: *Valeriano-Filipenduletum, Agropyro-Aegopodietum, Alliario-Chaerophylletum, Calthion, Fritillario-Alopecuretum, Ranunculo-Alopecuretum, Triglochino-Agrostietum* en *Ericion/ Lycopodio-Rhynchosporetum.*

Het plaatsen van de buizen vond plaats in de late herfst van 1992. De grondwaterbuizen zijn in de regel steeds ongeveer 1 meter buiten het proefvlak aangebracht om verstoring van het proefvlak (vooral tijdens het plaatsen, maar ook tijdens het regelmatige peilen van de grondwaterstand) zoveel mogelijk te voorkomen.
In situaties waar meerdere proefvlakken dicht bij elkaar liggen is er voor gekozen om slechts één grondwaterbuis aan te brengen voor de betreffende groep proefvlakken. Hierop werd een uitzondering gemaakt wanneer er een dusdanig reliëf aanwezig was dat verschillen in grondwaterstand tussen de proefvlakken verwacht konden worden.

De PVC-grondwaterbuizen zijn zodanig geplaatst dat hun bovenzijde op ca. 10 à 15 cm onder het maaiveld eindigt, tussen 4 klinkers waarop een stoeptegel rust waarvan de bovenkant exact op maainivo ligt. Op deze manier zijn de buizen onkwetsbaar voor maaimachines. De stoeptegel was gemakkelijk verwijderbaar om de buis toegankelijk te houden. De buis werd aan de bovenzijde afgesloten met een rubber stop. Deze stop was aan de zijkant voorzien van een gleuf om ontluchting van de buis (en dus beweging van de waterspiegel in de buis) mogelijk te maken. Rond het onderste deel van de buis, daar waar zich over een lengte van ca. 50 cm perforaties in de buis bevinden en de buis met filterkous omwonden is, werd tijdens het plaatsen filtergrind aangebracht om het dichtslibben van de filterkous te voorkomen. De buizen reiken tot ca. 1.60 meter onder maaiveld en zijn aan de onderzijde afgesloten met een rubber stop.

Peiling van de grondwaterstand vond steeds plaats tijdens de mineralisatierondes, wanneer de proefvlakken voor de mineralisatiebepalingen bezocht werden. De grondwaterstanden kwamen dus periodiek beschikbaar, 8 keer per jaar met dezelfde tussenperioden van 5 à 8 weken als die waarmee de vochtgehalten en de mineralisatiegegevens beschikbaar kwamen (zie tabel 5).

Hoewel de tussenliggende perioden vrij lang zijn moeten deze waarnemingen een redelijk beeld van het verloop van de grondwaterstand over het jaar kunnen geven.
Aan de hand van de reeks grondwaterstanden zijn ook uitspraken te doen over de gemiddelde hoogste en gemiddelde laagste grondwaterstand per proefvlak en het gemiddelde seizoensverschil. Deze waarden zijn voor elk proefvlak als volgt berekend.
De gemiddeld hoogste grondwaterstand werd bepaald door voor elk van de drie winters (twee halve winters en één hele) de hoogste grondwaterstand uit de reeks te zoeken en deze drie waarden te middelen. De gemiddeld laagste grondwaterstand werd bepaald door van elk van de twee zomers de laagste grondwaterstand uit de reeks te zoeken en deze twee getallen te middelen. Het gemiddelde seizoensverschil werd per proefvlak bepaald uit de gemiddelde hoogste min de gemiddelde laagste grondwaterstand.
Ook een gemiddelde grondwaterstand over de hele onderzoeksperiode is berekend. Hoewel dit getal weinig concrete betekenis bezit wanneer er een groot seizoensverschil is, kan het bij de zeer uiteenlopende standplaatsen in dit onderzoek vergelijkenderwijs wellicht toch dienen als een eenvoudige maat voor de diepte van het grondwater in het algemeen.

Tabel 6. Grondwaterstandsklassen.

GWS klasse	cm t.o.v. maaiveld
0	> +1
-1	-2 à +1
-2	-3 à -30
-3	-31 à -60
-4	-61 à -90
-5	-91 à -120
-6	-121 à -150
-7	< -150

Om ook waarden te verkrijgen voor de gemiddelde hoogste, de gemiddelde laagste en de gemiddelde grondwaterstand in de gevallen waar het grondwater zich tijdelijk of permanent buiten het bereik van peilbuizen bevond zijn klassen ingesteld (zie tabel 6). Ook al is in dergelijke situaties de exacte grondwaterstand niet bekend, wel is bekend dat deze zich buiten het bereik van de grondwaterbuis en de vegetatie bevindt. Daarom werd de laagste klasse gereserveerd voor gevallen waarbij het grondwater zich meer dan 150 cm beneden maaiveld of buiten het bereik van de peilbuis bevond. De hoogste klasse duidt op inundatie, de op één na hoogste geeft een situatie weer waarbij het grondwater zich op of vrijwel op maaiveldnivo bevindt. Afhankelijk van de verwerkingsmethode kan ervoor gekozen worden ofwel de werkelijke grondwaterstanden (niet voor alle proefvlakken beschikbaar) ofwel de grondwaterstands-klassen (wel voor alle proefvlakken beschikbaar) te gebruiken.

3.3.2.4 Soortelijk gewicht

Begin 1994 werd bij alle proefvlakken een bepaling van het volumegewicht van de grond uitgevoerd met behulp van een speciale grondboor waarbij compactie van de grond tijdens het boren zoveel mogelijk vermeden werd.
Met deze volumeboor werd een ongestoorde cilinder grond met exact bekende inhoud verkregen. De cilinder grond was steeds afkomstig uit de laag van 5 tot 15 cm diepte. In de gemeenschappen *Mesobromion* en *Arrhenatheretum picriditosum* echter werd vanwege de oppervlakkig aanwezige mergel alleen de laag van 5 tot 10 cm bemonsterd. Er werd steeds gewerkt met een mengmonster van 5 deelmonsters (5 boringen) per proefvlak. Uit het bekende volume en het drooggewicht van het monster (na drogen bij 40° C gedurende ca. 60 uur) is het soortelijk gewicht (volume-gewicht) van de bodem te berekenen.

Deze bepaling werd uitgevoerd om de resultaten van die bodemanalyses die uitgedrukt worden in een bepaalde eenheid per gewicht om te kunnen zetten naar eenheid per volume grond (of eenheid per oppervlak per diepte).
Dit is in het wegbermonderzoek van extra groot belang aangezien er zeer verschillende bodemtypen in onderzoek zijn. De drooggewichten van een liter grond zijn van sommige veengronden niet zwaarder dan ca. 200 g terwijl op minerale bodems hetzelfde volume een drooggewicht van 1500 tot 1600 gram (of soms zelfs iets meer) kan hebben. Dit betekent dat geanalyseerde submonsters (steeds vaste gewichten) in werkelijkheid uit 8-voudig groter of kleinere volumes afkomstig konden zijn! Omrekenen van de resultaten per gewicht naar resultaat per volume is dan zeker het overwegen waard. Hiertoe is des te meer reden wanneer bedacht wordt dat plantenwortels (en de vegetatie evenzeer) in theorie vooral te maken hebben met dat wat een bepaalde volume grond "te bieden heeft".

3.3.2.5 Zuurgraad (pH)

De zuurgraad van de bodem is in duplo bepaald in 0.01 M $CaCl_2$ extracten na twee uur schudden (pH-$CaCl_2$).
Hiervoor is gebruik gemaakt van de, met het oog op de mineralisatiebepaling verzamelde, ongeïncubeerde monsters uit twee verschillende rondes. Per proefvlak is van de twee waarden het gemiddelde bepaald.

3.3.2.6 Oplosbaar N,P,K,Na,Mg gehalte

Deze grootheden zijn interessant aangezien zij een indicatie geven van de voor de plant beschikbare hoeveelheden van deze nutriënten in de bodem.
Voor wat betreft N,P,K en Na zijn deze gegevens bekend via de resultaten van de ongeïncubeerde mineralisatie monsters. Voor elk proefvlak zijn de beschikbare gegevens (17 analyses over 2 jaar)

gemiddeld om tot een betrouwbaarder waarde te komen. Dit leverde gemiddelden op voor: N-NH_4, N-NO_3, N-mineraal, N-org (oplosbaar organische stikstof), Nts (totaal oplosbaar stikstof), oplosbaar fosfor, oplosbaar kalium en oplosbaar natrium.
Het gehalte aan oplosbaar magnesium werd éénmalig bepaald in een $CaCl_2$ extract. Hiervoor is gebruik gemaakt van ten behoeve van de mineralisatiebepaling verzamelde, ongeïncubeerd monsters afkomstig uit één bepaalde ronde.

3.3.2.7 Totaal N,P,K,Na gehalte

Deze grootheden geven géén direct beeld van de voor de plant beschikbare hoeveelheden van deze nutriënten. Zij kunnen alleen gezien worden als de op den (lange) duur voor planten mogelijk beschikbaar komende hoeveelheden (via mineralisatieprocessen en eventueel fysieke verwering).
De totale gehalten aan N, P, K en Na werden bepaald via een destructie met behulp van waterstofperoxyde (relatief lage temperatuur), en een oplossing van salicylzuur in een sterk zwavelzuur en selenium mengsel (ca. 300° C.).
Voor deze bepaling is gebruik gemaakt van de, met het oog op de mineralisatiebepaling verzamelde, ongeïncubeerd monsters afkomstig uit één bepaalde ronde. Dit is overigens het geval voor alle hierna te bespreken bodemanalyses.

3.3.2.8 Fosfor mbv. ammonium-lactaat

Naast de analyse van P-totaal en de bepaling van de oplosbare hoeveelheid fosfor is ook een P-al (fosfor in ammoniumlactaat) bepaling uitgevoerd. De reden hiervoor is dat de hoeveelheden oplosbaar fosfor in de bodem in de (onbemeste) bermen in het algemeen zo laag waren dat er met behulp van $CaCl_2$ veelal weinig verschillen vastgesteld konden worden. Dit betekende dat geen beeld verkregen kon worden van de direct voor de plant beschikbare hoeveelheden fosfor, behalve dan dat deze hoeveelheden vaak zeer laag zijn.
De ammoniumlactaat-extractie is echter een methode die het midden houdt tussen een extractie met een neutrale zoutoplossing als 0.01 M $CaCl_2$ en een totale destructie met behulp van een sterk zuur. De ammoniumlactaat-extractie vindt plaats door het monster gedurende 4 uur te schudden in een gebufferde oplossing van ammoniumlactaatazijnzuur met een pH van 3.75. Hiermee worden behalve de oplosbare bestanddelen ook een deel van de uitwisselbare bestanddelen bepaald. De methode geeft zo een beeld van de hoeveelheid direct beschikbare fosfor plus de hoeveelheid die binnen een redelijke termijn voor de plant beschikbaar kan komen.

3.3.2.9 C-gehalte, C/N-quotiënt en gehalte aan organische-stof

Het C-gehalte van de gronden is bepaald met behulp van de methode van Kurmies. De koolstof in de grond wordt hierbij geoxideerd in een oplossing van kaliumbichromaat in zeer sterk zwavelzuur bij 100° C gedurende 1½ uur.

Het C/N-quotiënt van de grond is vervolgens bepaald door de C-gehalten te delen door de N-totaal gehalten uit de destructie.

Aan de hand van het C-gehalte dat via de methode van Kurmies verkregen werd is het gehalte aan organische-stof te berekenen door vermenigvuldiging met 1.72. Voor de Nederlandse situatie is namelijk empirisch vastgesteld dat humus (organische-stof) voor ca. 58% (1/1.72) uit koolstof bestaat.
Voor zeer venige gronden gaat deze conversie echter niet op. Om voor deze gronden toch het gehalte aan organische-stof te kunnen bepalen is voor deze gronden de gloeiverlies methode toegepast. Het gehalte aan organische-stof wordt hierbij bepaald uit het gewichtsverlies van de monsters na verhitting tot 550° C gevolgd door een correctie voor het verdampen van kleigebonden water (kristalwater).

3.3.2.10 Kalkgehalte

Bepaling van het kalkgehalte ($CaCO_3$) vond plaats met de methode van Scheibler. Hierbij wordt volumetrisch de hoeveelheid CO_2 bepaald die ontstaat wanneer zoutzuur bij een grondmonster in een gesloten systeem gevoegd wordt. De hoeveelheid geproduceerde CO_2 is een maat voor de hoeveelheid $CaCO_3$ in het monster.

De bepaling is in principe alleen uitgevoerd aan die monsters waarvan de pH hoger dan ca. 5.5 was. Bij pH's lager dan 6.5 is het voorkomen van kalk in de grond immers al niet meer te verwachten (tenzij het gaat om grotere deeltjes zoals bijvoorbeeld stukjes schelp). In een enkel geval is daarom uit voorzichtigheid van het criterium afgeweken en is ondanks een lage pH toch een kalkbepaling uitgevoerd.

3.3.2.11 Cation Exchange Capacity (C.E.C.) en baseverzadiging

De C.E.C. is bepaald in een ongebufferde oplossing (dus bij de actuele pH van de grond) en bij een lage ionensterkte (0.01 M $BaCl_2$).

Hiertoe wordt het adsorptiecomplex van de grond eerst met Barium verzadigd door deze enkele malen te behandelen (schudden, centrifugeren en afgieten) met een 0.1 M $BaCl_2$ oplossing. De baseverzadiging van een aantal individuele kationen (K, Ca, Mg, Na) is bepaald door de gehalten van deze ionen in het aldus verkregen extract te meten.
Vervolgens wordt de grond in evenwicht gebracht met de 0.01 M $BaCl_2$ oplossing. Daarna wordt een bekende hoeveelheid Magnesium-

sulfaat toegevoegd. Hierdoor slaat de Barium neer als Bariumsulfaat en treedt Magnesium op als vervanger aan het uitwisselingscomplex. Door het teveel aan Magnesium te meten is de geadsorbeerde hoeveelheid (en hiermee de C.E.C.) bekend.

3.3.2.12 Granulaire samenstelling

De granulaire samenstelling is bepaald met behulp van de sedimentatiesnelheid van verschillende fracties. Hierbij wordt eerst met behulp van waterstofperoxyde op een heet waterbad de organische-stof uit het monster verwijderd. De aanwezige kalk, ijzer- en aluminiumoxyden worden verwijderd met behulp van zoutzuur; oplosbare zouten worden verwijderd door herhaalde sedimentatie, afgieten en aanvullen met schoon water. De zandfractie wordt hierna bepaald door te zeven op een 65 μm zeef.
De lutumfractie ($<2\mu$) en de slibfractie ($<16\mu$) worden vervolgens bepaald uit de sedimentatiesnelheid. Daartoe wordt het monster in een kolom gebracht en met een peptisator geschud. Deze peptisator zorgt ervoor dat de deeltjes in de suspensie vrij van elkaar blijven en niet "klitten" aan elkaar of aan de wand van de kolom. Na een bepaalde sedimentatieduur wordt op een bepaalde diepte een suspensiemonster uit de kolom gepipeteerd. De sedimentatieduur en pipeteerdiepte worden hierbij gedicteerd door de te bepalen fractie en de temperatuur.
De suspensiemonsters worden in een droogstoof ingedampt en de drooggewichten bepaald. Uit deze gewichten zijn de lutum- en slibfracties te bereken na correctie voor de toegevoegde peptisator.

Op basis van de analyse zijn de zand-, de silt-, de lutum- en de slibfractie bepaald. De zandfractie betreft steeds de deeltjes groter dan 65 μ, inclusief de uitgezeefde fractie (restfractie) groter dan 1 mm. De siltfractie omvat de deeltjes tussen 2 μ en 65 μ, de lutumfractie de deeltjes kleiner dan 2 μ.
De slibfractie betreft de deeltjes kleiner dan 16 μ, en bestaat dus uit de lutumfractie en het fijnste gedeelte van de siltfractie.

3.4 Tijdschema

Een samenvatting van het tijdschema van het onderzoek ziet er als volgt uit:

1991 (vanaf oktober)
- Selectie plantengemeenschappen, voorselectie proefvlakken.

1992 (voorbereidingen en vegetatieopnamen)
- Definitieve selectie en markering van de proefvlakken;
- Contact zoeken met de beheerders;
- Maken van de vegetatieopnamen;
- Fabricage van de mineralisatiebuisjes;
- Fabricage van de grondwaterbuizen;
- Plaatsen van de grondwaterbuizen.

1993 & 1994 (tweejarig veldwerkgedeelte)
- Mineralisatierondes (inclusief grondwaterstandsbepalingen en bepalingen van het vochtgehalte van de grond);
- Analyse van de mineralisatiemonsters;
- Produktiebepalingen;
- Contacten met de beheerders omtrent de maaitijdstippen;
- Aanvullen (eventueel) van de vegetatieopnamen uit 1992.

1995 (afronding veldwerk en momentane bepalingen)
- Laatste mineralisatieronde;
- Laatste analyses van de mineralisatiemonsters;
- Momentane bodemanalyses;
- Gewasanalyses;
- Rapportage.

Vooral het tweejarig veldwerkgedeelte bleek uitermate arbeidsintensief.
Voor de mineralisatiebepalingen (inclusief grondwaterstandsbepalingen en bepalingen van het vochtgehalte van de grond) vonden in elk jaar 8 rondes plaats. Elke ronde besloeg inclusief het drogen en zeven van de monsters: 2 weken. Vervolgens was steeds 1 week nodig voor het analyseren van de monsters, en 1 week voor het analyseren van eventuele verdunningen en het invoeren van de gegevens in de computer. Zo koste elke ronde 4 weken van de gemiddelde 6½ week periodelengte. Per jaar bleef er dus 8x2½ week over.
Van deze 8 resterende perioden van 2½ week waren er elk jaar 2 nodig voor de produktiebepalingen, en 1 voor het onderhouden van contacten met beheerders omtrent de maaitijdstippen. Verspreid over het jaar bleven er zo maximaal 5 perioden van 2½ week over voor andere werkzaamheden.

3.5 Gebruikte verwerkingsmethoden

De gehanteerde verwerkingsmethoden vallen uiteen in diverse categorieën:

- Beschrijvend. (Bijvoorbeeld syntaxonomische elementen tabel van de proefvlak-vegetaties, verloop van de mineralisatie over het jaar, verloop grondwaterstand en vochtgehalte over het jaar, etc.).

- Statistisch: de proefvlakken worden hierbij gezien als herhalingen van de "behandeling" plantengemeenschap. Een voorbeeld is de ANalysis Of VAriance (ANOVA) methode (Sokal & Rohlf, 1981). Methoden uit deze categorie zijn vooral gebruikt om voor de omgevingsfactoren verschillen tussen de gemeenschappen te ontdekken. (Bijvoorbeeld gemeenschappen onderzoeken op verschil in N-totaal gehalte in de bodem, gemeenschappen onderzoeken op verschil in jaarmineralisatie, etc.).

- Multivariaat: De proefvlakken worden hierbij individueel behandeld om verbanden tussen de totale soortensamenstelling en omgevingsfactoren te achterhalen. Dit kan inzicht geven in de relatie tussen omgevingsfactoren en plantengemeenschappen. Daarbij wordt ook informatie verkregen over de mate waarin de verschillende factoren bepalend zijn. Bij deze methode wordt met behulp van een "Detrended Correspondence Analysis" een ordinatiediagram gemaakt. De gemeten omgevingsfactoren worden vervolgens gecorreleerd met plaats van de proefvlakken in dit diagram (ter Braak, 1987). De mate van correlatie van een omgevingsfactor met een bepaalde richting in het diagram is maatgevend voor de mate waarin deze omgevingsfactor samenhangt met de vegetatiekundige variatie langs de betreffende richting.

- Correlatief. Hierbij worden verbanden onderzocht tussen omgevingsfactoren onderling (bijvoorbeeld het verband tussen de mineralisatie over het jaar en het vochtgehalte over het jaar, het verband tussen de jaarmineralisatie en de biomassaproduktie, het verband tussen de pH en de soortenrijkdom, etc.). De gebruikte methoden zijn enkelvoudige correlatieberekeningen en multipele regressie analyses (Sokal & Rohlf, 1981).

4 VEGETATIEBESCHRIJVING

De vegetatie van de proefvlakken verschilt aanzienlijk. De proefvlakken zijn immers geselecteerd als vertegenwoordigers van sterk verschillende plantengemeenschappen. Echter ook tussen de proefvlakken van één gemeenschap bestaan er verschillen.
Voordat de relaties met standplaatsfactoren onderzocht worden is het belangrijk om inzicht te hebben in de variatie die er op vegetatiekundig gebied tussen de proefvlakken bestaat.

Twee verschillende clusteranalyses zijn uitgevoerd, een divisieve TWINSPAN clustering en een agglomeratieve clustering weergegeven in een dendrogram. De resultaten hiervan kunnen verschillen van de gehanteerde indeling in plantengemeenschappen omdat de resultaten van de clustermethoden alleen afhangen van de variatie in het beschikbare materiaal. Van bestaande kennis omtrent de oecologische- of syntaxonomische indicatiewaarde van soorten wordt bij deze methoden immers geen gebruik gemaakt.
Vervolgens is een syntaxonomische elementen-tabel opgesteld. Op basis van deze tabel is te controleren of de proefvlakken inderdaad vertegenwoordigers zijn van de gemeenschap waarvoor zij geselecteerd zijn, ondanks de variatie die de clustermethoden ook binnen de gemeenschappen aantonen.

4.1 TWINSPAN

Het resultaat van de clustering volgens TWINSPAN is te zien in tabel 7. De clustering in deze tabel volgt de TWINSPAN clustering met daarop twee uitzonderingen: de posities van proefvlak 48-3 en 62-1 (hier wordt nog nader op ingegaan). De belangrijkste splitsingen van TWINSPAN worden hieronder nader toegelicht.

Bij de splitsing op het eerste nivo blijkt TWINSPAN de opnamen uit de gemeenschappen 67 (*Spergulo-Corynephoretum*) en 62 (*Calluno-Genistion*) met een deel van de opnamen uit gemeenschap 52 (*Ericion*) af te scheiden van de rest. Het gaat hierbij dus om de pioniersgemeenschappen op stuifzand, de droge heiden en een deel van de vochtige heiden. Blijkbaar is dit het belangrijkste aanwezige verschil in het opnamemateriaal: de heide- en stuifzandgemeenschappen tegenover de grazige- en ruigtkruidenvegetaties.
Opvallend is dat niet alle opnamen uit de vochtige heide gemeenschappen bij de overige heide- en stuifzandvegetaties gegroepeerd worden. Dit komt doordat een deel van de proefvlakken uit deze gemeenschap een grazige inslag heeft en zich daardoor beter aansluit bij de andere grazige gemeenschappen. Het gaat hierbij om soorten als *Festuca rubra, Plantago lanceolata, Anthoxanthum odoratum, Leontodon saxatilis, Lotus uliginosus, Lycopos europaeus, Polygonum amphibium, Ranunculus repens*, en dergelijke. Hierdoor nemen deze opnamen een soort middenpositie in bij de eerste splitsing. Eén van deze opnamen wordt bij deze splitsing dan ook door TWINSPAN gemarkeerd als "borderline".

Tabel 7. Gestructureerde vegetatietabel. Opnamevolgorde grotendeels naar TWINSPAN (zie splitsings-schema onder aan de tabel).

Proefvlak-nummers	33333 99999	55555 00000	44444 99999	5555 2222	00000 22222	1122 9911	1133333 9911111	113333333 992222222	222 111	44444 88888	00000 88888	00000 99999	55 22	66666 22222	66666 77777
	12345	52314	14235	25x4	12345	4545	1612345	231234567	312	34512	25413	53412	13	25341	13452
Soorten:															
Festuca rubra	-----	444-2	553-2	3545	3466-	4252	34---45	544424433	555	64652	2----	----4	--	-----	-----
Taraxacum spec.	-----	2-2-2	--222	--2-	--223	2223	-2--232	-22224312	523	22-32	22222	2221-	--	-----	-----
Heracleum sphondylium	-----	1-1--	-22-2	----	----5	--25	-----2-	---------	222	--522	22-22	-----	--	-----	-----
Brachythecium rutabulum	--2--	-----	2-2-2	-222	4234-	632-	2--2353	-2-----2-	563	-4253	-----	-----	4-	-----	-----
Holcus lanatus	---2-	2----	----3	-342	52422	3552	7425564	432222222	555	333-3	1----	-----	3-	-----	-----
Plantago lanceolata	---22	22422	--2-2	2-3-	-22--	5632	252-212	253333222	676	36223	-----	22---	--	-----	-----
Elymus repens	--223	-----	-----	----	2---6	-255	22-2234	42-------	33-	-2-25	---3-	33572	--	-----	-----
Poa pratensis	12222	2----	---4-	----	22-2-	-364	32--333	----222--	333	22322	-2-33	2-2--	--	-----	-----
Cardamine hirsuta	3-222	-----	-----	----	3----	-3-2	-----1-	---------	2--	-----	-----	-----	--	-----	-----
Brachythecium albicans	65573	--2--	----2	2-2-	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	-2---
Tortula ruralis var. ruraliformis	78776	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	-----
Echium vulgare	22223	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	-----
Taraxacum laevigatum	-2322	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	-----
Ammophila arenaria	3--2-	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	-----
Vicia lathyroides	22332	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	-----
Erodium cicutarium ssp. dunense	33233	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	-----
Erophila verna	43324	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	-----
Festuca rubra ssp. arenaria	54-23	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	-----
Saxifraga tridactylites	4443-	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	-----
Sedum acre	3-445	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	-----
Myosotis ramosissima	22242	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	-----
Phleum arenarium	4444-	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	-----
Hypnum lacunosum	5252-	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	-----
Cochlearia danica	4-43-	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	-----
Geranium molle	-2-22	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	----2	--	-----	-----
Elymus athericus	43---	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	-----
Ononis repens ssp. repens	22---	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	-----
Cladonia rangiformis	22---	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	-----
Oenothera biennis	-22--	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	1----	--	-----	-----
Hippophae rhamnoides	--22-	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	-----
Viola curtisii	--23-	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	-----
Salsola kali ssp. ruthenica	--22-	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	-----
Plantago coronopus	---23	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	-----
Erigeron canadensis	1--2-	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	-----
Cladonia foliacea	2-2--	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	-----
Bromus tectorum	--2-2	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	-----
Poa annua	--1-2	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	----2	2----	--	-----	-----
Cladonia humilis	1----	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	-----
Peltigera rufescens	2----	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	-----
Calamagrostis epigejos	2----	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	-----
Populus alba	1----	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	-----
Epipactis helleborine	-2---	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	-----
Silene conica	--2--	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	-----

Stellaria pallida	--2-- ----- ----- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Bryum argenteum	---2- ----- ----- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Cynoglossum officinale	---3- ----- ----- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Trifolium arvense	---1- ----- ----- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Urtica urens	---1- ----- ----- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Chenopodium album	---2- ----- ----- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Trifolium campestre	----2 ----- ----- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Koeleria macrantha	22--2 --2-2 ----- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Polygala vulgaris	2---- --2-2 ----- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Arabidopsis thaliana	--23- ----- ---3- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Linaria vulgaris	-2-2- ---2- ----- ---- ----2 ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Capsella bursa-pastoris	--222 --1-- ---2- ---- ----- --22 ------- --------- --- ----- ----- 2---- -- ----- -----
Brachypodium pinnatum	----- 77776 87887 ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Origanum vulgare	----- -3343 43355 ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Centaurea scabiosa	----- 52532 3333- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Agrimonia eupatoria	----- 2-22- 3222- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Leontodon hispidus	----- 55445 --222 ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Linum catharticum	----- 24332 --2-1 ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Clematis vitalba	----- 1-2-1 25--- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Campylium chrysophyllum	----- -22-6 22--- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Vicia sepium	----- 2---- --2-4 ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Carlina vulgaris	----- -2-1- ----1 ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Briza media	----- 4-2-4 ----2 ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Scabiosa columbaria	----- 2-2-- --2-- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Silene vulgaris	----- ----1 ---22 ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Cirsium acaule	----- ----2 --2-- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Fissidens taxifolius	----- 2---- ----2 ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Homalothecium lutescens	----- --2-3 22--- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Galium pumilum	----- -2314 ----- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Hieracium pilosella	2---- 33-2- ----- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Fissidens cristatus	----- 2-3-2 ----- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Rosa canina	----- ---21 ----- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Rosa rubiginosa	----- --1-2 ----- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Mnium marginatum	----- 2---- ----- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Plagiomnium rostratum	----- 2---- ----- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Weissia controversa	----- 2---- ----- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Cladonia fimbriata	----- 2---- ----- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Euphorbia helioscopia	----- 1---- ----- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Amblystegium serpens	----- 2---- ----- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Cotoneaster horizontalis	----- -1--- ----- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Avenula pratensis	----- -2--- ----- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Ulmus minor	----- -2--- ----- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Barbula revoluta	----- --3-- ----- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Ctenidium molluscum	----- --2-- ----- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Viola hirta	----- ---2- ----- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Hieracium vulgatum	----- ----2 ----- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Barbula hornschuchiana	----- ----2 ----- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Bunium bulbocastanum	----- ----- 3-3-- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Valerianella locusta	----- ----- 2--2- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ---2- -- ----- -----
Rhizomnium punctatum	----- ----- -22-- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Medicago sativa	----- ----- -2-2- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Melilotus altissima	----- ----- -2--- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Papaver dubium	----- ----- -2--- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----
Linaria repens	----- ----- 2---- ---- ----- ---- ------- --------- --- ----- ----- ----- -- ----- -----

| | | |

| | | |

| | | |

| | | |

| | | |

| | | |

| | | |

Cladonia crispata	-----	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	2---2
Trapeliopsis granulosa	-----	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	----2	--2-2
Cladonia rappii	-----	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	---32
Scleranthus annuus	-----	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	-1---
Ptilidium ciliare	-----	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	-2---
Isopaches bicrenatus	-----	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	---2-
Cladonia pyxidata	-----	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	---2-
Placynthiella uliginosa	-----	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	---2-
Ceratodon purpureus	432--	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	22-	-----	-----	-----	--	2---2	-22-2
Carex arenaria	35443	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-2-22	-422-
Corynephorus canescens	1-22-	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	65556
Cladonia furcata	-2---	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	-2--2
Cladonia scabriuscula	--21-	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	22---
Aira praecox	4322-	-----	-----	----	-----	----	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	-22--
Senecio vulgaris	-2-2-	-----	-----	----	-----	----	-------	-------21	1--	-----	-----	-----	--	-----	-----
Pseudoscleropodium purum	-----	5----	----4	--2-	-----	----	-------	--54-----	---	67---	-----	-----	--	3----	-----
Potentilla reptans	----2	-----	-----	----	-----	----	--2----	---------	---	2----	---2-	-2---	--	-----	-----
Plagiomnium undulatum	-----	2----	--2--	----	--4--	----	-------	---------	---	-----	-2---	-----	--	-----	-----
Lophocolea bidentata	-----	2----	-----	----	---2-	-2--	-------	---------	---	-----	-----	-----	--	-----	-----
Bryum spec.	-----	---2-	-----	----	-----	----	-------	-------22	2-3	--2--	-----	-----	-2	2----	----2
Aronia x prunifolia	-----	-----	-----	----	--1--	----	-------	---------	---	-1---	-----	-----	--	-----	-----
Epilobium spec.	-----	-----	-----	----	-----	----	-------	---1---22	-2-	-----	-2---	-----	--	-----	-----
Hieracium laevigatum	-----	-----	-2---	----	-----	----	-------	---------	---	-5---	-----	-----	--	2--2-	-----
Aantal soorten:	43453	63534	34434	2433	44454	4534	4422342	244344344	545	64344	43234	33233	31	33223	24233
	37565	57183	61106	8689	15534	3142	1493893	935962866	771	78815	47277	61501	69	41190	71741
TWINSPAN splitsingen:															
level 1	00000	00000	00000	?000	00000	0000	0000000	000000000	000	00000	00000	00000	11	11111	11111
level 2	00000	00000	00000	1111	11111	1111	1111111	111111111	111	01?1?	11111	11111	00	00001	11111
level 3	00000	11111	11111	0000	00000	0000	0000000	000000000	000	*0000	11111	11111	00	1111*	11111
level 4	00111	00000	00000	0000	11111	1111	1111111	111111111	111	*1111	00000	11111		0011*	0011?
level 5	001	00000	11111	0011	00000	0000	0000?0	000000000	111	*1111	00111	00011			001
level 6		01111	00001		00000	0000	1?11111	1?1111111	000	*1111	011	011			
level 7		0011	0011		00000	1111	0000000	1?1111111	011	*00?1					

In deze tabel is alleen voor de proefvlakken 48-3 en 62-1 de opnamevolgorde van TWINSPAN niét gevolgd. Door TWINSPAN werd 48-3 bij de splitsing op level 2 geclassificeerd bij de proefvlakken van gemeenschap 39, 49 en 50. Hierbij werd het door TWINSPAN echter direct al gemarkeerd als "borderline" (grensgeval). Bij splitsing op level 3 kwam het bij de proefvlakken van gemeenschap 49 en 50 en op level 4 werd het vervolgens als enige opname van deze groep afgesplitst. Dit benadrukt de "foute" eerdere classificatie. Door TWINSPAN werd 62-1 bij de splitsing op level 2 ingedeeld bij de opnamen van gemeenschap 67. Bij de splitsing op level 3 werd ook hier deze opname direct als enige opname weer afgesplitst. Ook hier is de eerdere classificatie dus tamelijk "ongelukkig". Daarom is handmatig gezocht naar een andere plaats voor deze twee proefvlakken in de eindtabel. Zij bleken daarbij alsnog het beste aan te sluiten bij de andere proefvlakken van hun gemeenschap.
De overige proefvlakken die door TWINSPAN bij een bepaalde splitsing aangeduid werden als "borderline" zijn in de tabel op hun oorspronkelijke plaats blijven staan en zijn in het splitsingsschema op het betreffende splitsingsnivo gemarkeerd met een vraagteken.

Op het tweede nivo worden in het deel van de tabel met de grazige en ruigtkruidenvegetaties de proefvlakken afgesplitst die behoren tot de grazige droge en schrale kalkrijke gemeenschappen: 39 (*Tortulo-Phleetum*), 49 (*Arrhenatheretum picriditosum*) en 50 (*Mesobromion*). (De gemeenschapsnummers zijn te vinden in de proefvlak-nummers) Daartegenover staan opnamen uit ruigtkruidengemeenschappen en de vochtiger en kalkarmere grazige gemeenschappen. Hier komen ook de meeste opnamen van gemeenschap 48 (*Arrhenatheretum*, droge subassociatiegroep). Met de opnamen uit deze gemeenschap heeft TWINSPAN het echter moeilijk. Dit is begrijpelijk omdat deze gemeenschap ook oecologisch een tussenpositie bij deze splitsing inneemt. Van de 5 proefvlakken uit deze gemeenschap worden er twee zonder problemen geplaatst en twee worden gemarkeerd als "borderlines". De laatste (48-3) wordt echter geplaatst bij de opnamen uit gemeenschap 39, 49 en 50 maar daar direct als "borderline" gekwalificeerd. Deze kwalificatie in combinatie met het gedrag van de opname bij de komende splitsingen rechtvaardigt het handmatig terugbrengen van de opname naar de andere opnamen van gemeenschap 48. Twee splitsingen later wordt de "borderline" 48-3 namelijk als alleenstaande opname afgescheiden. Tot daar rekende TWINSPAN hem tot de opnamen uit gemeenschappen 49 en 50.

In het stuifzand/heide deel van de tabel splitst TWINSPAN op het tweede nivo gemeenschap 67 (*Spergulo-Corynephoretum*) af van 62 (*Calluno-Genistion*) en de gedeeltelijk hier aanwezige gemeenschap 52 (rompgemeenschap *Ericion*). De pioniersvegetaties op stuifzand worden dus afgesplitst van de heidevegetaties.
Met proefvlak 62-1 heeft TWINSPAN moeite. Deze wordt ingedeeld bij de opnamen uit gemeenschap 67 maar gemarkeerd als "borderline". Deze kwalificatie in combinatie met het feit dat de opname de op het volgende splitsingsnivo direct weer als alleenstaande opname afgesplitst wordt, rechtvaardigt het handmatig terugbrengen ervan naar de andere opnamen van gemeenschap 62.

Op het derde nivo splitst TWINSPAN de opnamen van droge en schrale kalkrijke gemeenschappen in enerzijds de opnamen van gemeenschap 39 (*Tortulo-Phleetum*) en anderzijds de opnamen van gemeenschap 49 (*Arrhenatheretum picriditosum*) en 50 (*Mesobromion*). Dit is dus een splitsing van de opnamen van het kalkrijke duinzand tegenover de opnamen van mergelhoudende bodems.
Verder splitst TWINSPAN de opnamen uit gemeenschappen 08 (*Agropyro-Aegopodietum*) en 09 (Alliario-Chaerophylletum) af van de overige opnamen. Dit behelst dus een splitsing van de halfbeschaduwde ruigtkruidengemeenschappen tegenover de onbeschaduwde ruigtkruiden- en grazige gemeenschappen.
In de heidegroep splitst TWINSPAN gemeenschap 62 (*Calluno-Genistion*) van het gemeenschap 52 gedeelte (rompgemeenschap *Ericion*). Dit is dus de splitsing droge hei tegenover vochtige heide.

Op het vierde nivo splitsen eindelijk de grazige opnamen van de vochtige-heide gemeenschap 52 (fragmentair *Lycopodio-Rhynchosporetum*) zich af van de andere onbeschaduwde ruigtkruiden- en grazige gemeenschappen.

Gemeenschap 08 (*Agropyro-Aegopodietum*) en gemeenschap 09 (*Alliario-Chaerophylletum*) splitsen zich zonder problemen. De opnamen van gemeenschap 08 bezitten altijd *Aegopodium podagraria*, *Rumex sanguineus* en vrijwel steeds *Rumex obtusifolius*, *Ranunculus repens* en *Heracleum sphondylium*, de opnamen uit het gemeenschap 09 nooit. De opnamen van gemeenschap 09 daarentegen bezitten *Poa nemoralis* en in het algemeen meer *Chaerophyllum temulum* en *Bromus sterilis*.
Gemeenschap 67 (*Spergulo-Corynephoretum*) is volgens TWINSPAN eventueel op te delen in een grazige vorm met hoge bedekkingen van *Agrostis vinealis* en *Festuca ovina* tegenover een vroeger stadium met hogere bedekkingen van *Polytrichum piliferum* en/of korstmossen. De drie opnamen uit dit vroege stadium zullen zich op het volgende nivo splitsen in een groep met hoge bedekking van *Polytrichum piliferum* en een die meer door enkele korstmossen gedomineerd wordt en waar zelfs *Festuca ovina* ontbreekt.

Op het 5e nivo splitsen de opnamen van gemeenschap 49 (*Arrhenatheretum picriditosum*) en gemeenschap 50 (*Mesobromion*) zich. De opnamen van gemeenschap 50 bezitten bijvoorbeeld vrijwel steeds *Galium pumilum* en meer *Leontodon hispidus* en *Linum catharticum*, die van 49 in het algemeen meer *Arrhenatherum elatius*, *Agrimonia eupatoria* en *Origanum vulgare*.
Ook splitsen zich op dit nivo een groep opnamen af die alle behoren tot gemeenschap 48 (*Arrhenatheretum*, droge subassociatiegroep) of tot de best ontwikkelde opnamen uit gemeenschap 21 (*Fritillario-Alopecuretum*). De splitsing vindt voornamelijk plaats op grond van de aanwezigheid van *Arrhenatherum elatius* en *Luzula campestris*.
Hier tegenover staan alle opnamen uit de gemeenschappen 02 (*Valeriano-Filipenduletum*), 19 (*Calthion*), 31 (*Ranunculo-Alopecuretum*), 32 (*Triglochino-Agrostietum*) en de minder goed ontwikkelde opnamen uit gemeenschap 21. Dit betreft een grote groep opnamen van in het algemeen vochtige omstandigheden welke nog steeds niet door TWINSPAN opgesplitst is. Deze opnamen verschillen onderling minder dan vergeleken met de overige opnamen in de tabel.

Op het 6e nivo splitsen de opnamen van gemeenschap 48 (*Arrhenatheretum*, droge subassociatiegroep) zich van de best ontwikkelde opnamen van gemeenschap 21 (*Fritillario-Alopecuretum*). Deze goed ontwikkelde opnamen van gemeenschap 21 zijn overigens alle drie afkomstig van dezelfde lokatie, de binnenlus van de oprit A28 richting Zwolle, komend vanaf Ommen. De afsplitsing gebeurt opvallend laat wanneer beseft wordt dat gemeenschap 21 een gemeenschap is die in theorie het hele jaar grondwater-afhankelijk is terwijl gemeenschap 48 de droge subassociatiegroep van het *Arrhenatheretum* betreft waar het grondwater het hele jaar buiten het bereik van de vegetatie is.
Van de opnamen uit gemeenschap 50 (*Mesobromion*) splitst zich één ietwat afwijkende opname af: 50-5. Van deze opname viel al tijdens de selectie op dat zij een relatief hoge produktie bezit en veel extra soorten.
Van de opnamen uit gemeenschap 49 (*Arrhenatheretum picriditosum*) splitst zich nu ook één ietwat afwijkende opname af: 49-5.

De opname valt op door het ontbreken van *Agrimonia eupatoria* en *Centaurium scabiosa* en de grote bedekking van *Arrhenatherum elatius*. Van dit proefvlak is bekend dat zij niet beheerd wordt of soms geklepeld wordt.
Ook van gemeenschap 09 (*Alliario-Chaerophylletum*) splitst zich een alleenstaande opname af: 09-5. De opname mist *Alliaria petiolata* en *Chaerophyllum temulum* en bevat daarentegen veel *Lamium album, Urtica dioica* en *Glechoma hederacea*.

Het verder opsplitsen van de groep opnamen uit de gemeenschappen 02 (*Valeriano-Filipenduletum*), 19 (*Calthion*), 31 (*Ranunculo-Alopecuretum*), 32 (*Triglochino-Agrostietum*) en de minder goed ontwikkelde opnamen uit gemeenschap 21 (*Fritillario-Alopecuretum*) blijkt voor TWINSPAN lastig. De volgende splitsing die TWINSPAN hierin aanbrengt lijkt in eerste instantie rommelig.
Wat er gebeurt is dat alle opnamen van gemeenschap 02 (*Valeriano-Filipenduletum*) samen met de minder ontwikkelde opnamen van gemeenschap 21 (*Fritillario-Alopecuretum*) en twee opnamen uit gemeenschap 19 (*Calthion*) afgesplitst worden op grond van het voorkomen van *Valeriana officinalis, Filipendula ulmaria* en *Glechoma hederacea*. De overblijvende opnamen zijn dan afkomstig van de gemeenschappen 31 (*Ranunculo-Alopecuretum*) en 32 (*Triglochino-Agrostietum*) en de vier resterende opnamen van gemeenschap 19 (*Calthion*). Van twee van deze opnamen is het enigszins begrijpelijk dat dit gebeurt, ze zijn namelijk afkomstig uit streken waar ook het merendeel van de opnamen uit de gemeenschappen 31 en 32 vandaan komen. De overige twee opnamen van gemeenschap 19 (*Calthion*) worden echter aangemerkt als "borderline". Het is duidelijk dat TWINSPAN vooral met deze gemeenschap moeite heeft.

Het 7e nivo is het laatste nivo tot waarop TWINSPAN opgedragen werd door te splitsen. Op dit nivo slaagt TWINSPAN er toch nog in om alle opnamen van gemeenschap 02 (*Valeriano-Filipenduletum*) als geheel af te splitsen, voornamelijk op basis van *Calystegia sepium* en *Calamagrostis canescens*, en in mindere mate *Thalictrum flavum, Phalaris arundinacea, Lysimachia vulgare* en *Rubus fruticosus*. Over blijft een groep met twee opnamen uit gemeenschap 19 (*Calthion*) samen met twee opnamen uit gemeenschap 21 (*Fritillario-Alopecuretum*). De opnamen uit gemeenschap 21 missen kenmerkende soorten als *Fritillaria meleagris* en *Alchemilla glabra* en komen op basis van de uiterlijke verschijningsvorm in het veld wel enigszins overeen met één van de twee *Calthion* opnamen: 19-5.

In het andere "probleemgebied" worden de opnamen van gemeenschap 31 (*Ranunculo-Alopecuretum*) gesplitst van die van gemeenschap 32 (*Triglochino-Agrostietum*). Daarbij zijn voor gemeenschap 31 vooral *Phleum pratense, Rumex crispus* en *Equisetum palustre* differentiërend. Voor gemeenschap 32 zijn dat *Cirsium palustre, Eleocharis palustris ssp. uniglumis, Phragmitis australis, Senecio aquaticus, Leontodon saxatilis* en *Anthoxantum odoratum*.
Bij deze splitsing worden echter ook de vier overgebleven opnamen van gemeenschap 19 over de twee groepen verdeeld. Voor een deel is dat op basis van de geografische herkomst te verklaren: opname

19-1 (afkomstig van de A15 in Gelderland) gaat mee met gemeenschap 31 (ook voor een groot deel afkomstig van de A15 in Gelderland), en opname 19-2 (afkomstig uit Jisp in Noord-Holland) mee met gemeenschap 32 (alle afkomstig uit de Zaanstreek, Noord-Holland). Van de overige twee *Calthion* opnamen is het echter minder eenvoudig te verklaren. De ene gaat mee met gemeenschap 31, de ander (afkomstig van dezelfde lokatie) als "borderline" met gemeenschap 32.

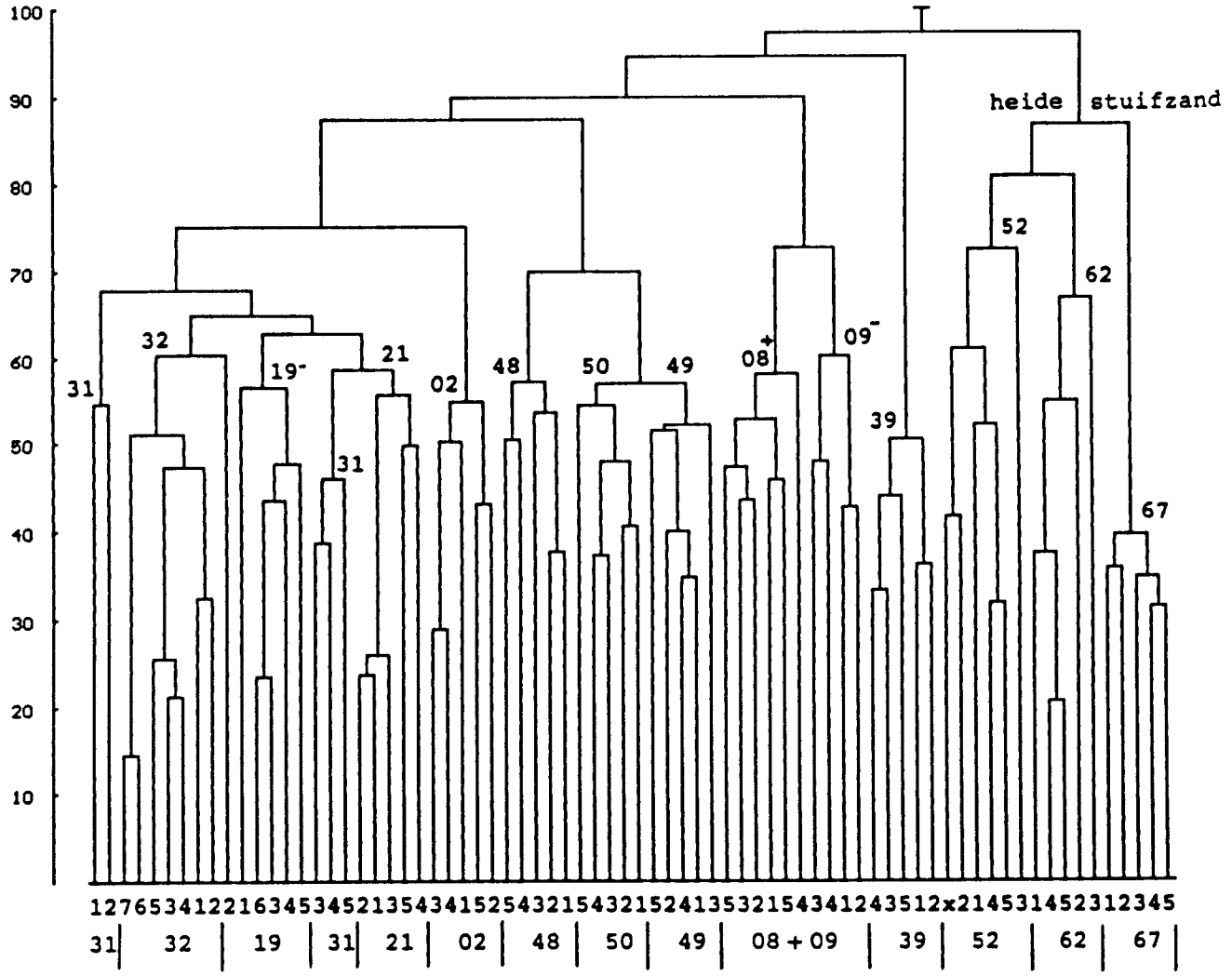
Samenvattend zijn omtrent de TWINSPAN clustering de volgende conclusies te trekken:

- De oorspronkelijke gemeenschappen zijn in de meeste gevallen goed te herkennen in de clusters van TWINSPAN.
- De belangrijkste splitsing in het materiaal is het onderscheid tussen de stuifzand- en heidevegetaties enerzijds en de grazige- en ruigtkruidenvegetaties anderzijds.
- De belangrijkste en best gedefinieerde groepen in het materiaal zijn: pioniersvegetaties van stuifzanden (67), heiden (62 & 52), pioniersvegetaties op kalkrijk duinzand (39), grazige vegetaties van schrale, droge mergelhoudende bodems (49 & 50) en de halfbeschaduwde ruigtkruidenvegetaties (08 & 09). Over blijft een grote restgroep van onbeschaduwde, merendeels vochtige, grazige- en ruigtkruidenvegetaties (02 & 19 & 21 & 31 & 32 & 48).
- Van de genoemde restgroep worden op een lager nivo ook de ruige en de goed ontwikkelde vegetaties door TWINSPAN onderscheiden. Het gaat daarbij om de vochtige ruigtkruidenvegetaties (02), de droge Glanshaverhooilanden (48), en de goed ontwikkelde opnamen van de Kievietsbloem-hooilanden (21).
- Van een enkele gemeenschap worden de opnamen niet door TWINSPAN tot een eigen cluster gegroepeerd. Dit geldt met name voor gemeenschap 19 (*Calthion*) en ook voor de matig ontwikkelde vegetaties uit gemeenschap 21 (*Fritillario-Alopecuretum*). De oorzaak hiervoor moet gezocht worden in de relatief grote variatie binnen deze opnamen (het zijn alle matig ontwikkelde rompgemeenschappen) en de aanwezigheid van andere vochtige gemeenschappen in het materiaal die eveneens fragmentair ontwikkeld zijn. Deze gemeenschappen (31 & 32) worden wel door TWINSPAN onderscheiden maar pas op het allerlaagste nivo.
- De vochtige heide (52) komt in twee varianten in het materiaal voor. Een "echte" heideachtige vorm (rompgemeenschap *Ericion*) en een meer grazige vorm met overigens een aantal eigen soorten (fragmentair *Lycopodio-Rhynchosporetum*).

4.2 Dendrogram

De resultaten van een average linkage clustering op een similariteitsmatrix (Sørensen) zijn weergegeven in een dendrogram (figuur 1). Het gaat hier om een agglomeratieve clustering waarbij het resultaat enkel afhankelijk is van de onderlinge verwantschappen tussen de vegetatieopnamen. Er wordt niet gewerkt met differentiërende soorten en splitsingen zoals bij TWINSPAN.

Figuur 1. Dendrogram van alle proefvlakken, samengesteld met behulp van een "average linkage" clustering op basis van de similariteits-index van Sørensen. Op de verticale as is de dissimilariteit uitgezet (100-similariteit). Horizontaal staan de proefvlakken. Waar proefvlakken van een gemeenschap een duidelijke groep vormen is dit met het gemeenschapsnummer aangegeven.



Het valt op dat het resultaat veel duidelijker overeenstemt met de gemeenschappen waartoe de opnamen behoren dan bij de TWINSPAN tabel het geval was. In het dendrogram zijn zelfs de *Calthion* opnamen als vrijwel complete groep herkenbaar, terwijl TWINSPAN hier grote moeite mee had. In grote lijnen stemmen de resultaten echter overeen met die van TWINSPAN. Het dendrogram wordt hieronder nader toegelicht, mede bezien in relatie tot de resultaten van TWINSPAN.

- Ook in het dendrogram liggen de grootste verwantschappen binnen de stuifzand- en heidevegetaties enerzijds en de grazige- en ruigt-kruidenvegetaties anderzijds.
- Binnen de stuifzand- en heidevegetaties blijken vooral de opnamen van stuifzandvegetaties (gemeenschap 67, *Spergulo-Corynephoretum*) een hechte, dus duidelijk afgebakende, groep te vormen. Het

Spergulo-Corynephoretum vormt hiermee de meest homogene groep binnen de onderzochte proefvlakken.

- De opnamen van de droge heide (gemeenschap 62, *Calluno-Genistion*) vormen in het dendrogram ook een herkenbare onderling verwante groep, waarbij 62-3 een buitenbeentje blijkt te zijn. Dit is ook in het veld waarneembaar: de bedekking aan *Calluna* is in dit proefvlak bijzonder laag, die van *Deschampsia flexuosa* en *Polytrichum commune* hoog en verder ontbreken de *Genista* soorten. Als bijzonderheid komt *Lycopodium tristachyum* er voor.
- De opnamen van vochtige heidevegetaties (gemeenschap 52, *Ericion*) zijn in het dendrogram ook als groep duidelijk herkenbaar. Terwijl TWINSPAN in deze gemeenschap al op het eerste nivo een scheiding aanbracht, komt dit in het dendrogram vrijwel niet naar voren. Wellicht moet geconcludeerd worden dat de opnamen van deze gemeenschap bij de TWINSPAN splitsing teveel een middenpositie innamen om alle bijeen te kunnen blijven (een handicap van het werken met TWINSPAN). In het dendrogram wordt slechts één opname (52-3) als duidelijk afwijkend binnen de groep herkenbaar. Dit proefvlak valt inderdaad op door een relatief hoge *Calluna* bedekking en het ontbreken van een aantal soorten zoals onder andere *Carex panicea* en *Carex nigra*. Als bijzonderheid komt *Polygala serpyllifolia* er voor.

- Binnen de grote groep opnamen die niet tot de stuifzand- en heidevegetaties behoren (de grazige- en ruigtkruidenvegetaties) worden de opnamen van gemeenschap 39 (*Tortulo-Phleetum*) als eerste als hechte groep bijeen gezet, weinig gelijkend op de rest.
- Binnen deze rest worden hierna de opnamen van de halfbeschaduwde ruigtkruidengemeenschappen (08 & 09 samen) als eerste herkend als onderling sterk verwant. Beide gemeenschappen zijn in het dendrogram vervolgens individueel herkenbaar (gemeenschap 08, *Agropyro-Aegopodietum* en gemeenschap 09, *Alliario-Chaerophylletum*). Wel wordt proefvlak 09-5 meer verwant geacht met proefvlak 08-1 en hierdoor ingedeeld bij gemeenschap 08. Dit is gezien de soortensamenstelling inderdaad verklaarbaar; deze twee opnamen liggen op de grens van beide, toch al door overgangen verbonden, gemeenschappen.
- Vervolgens worden de opnamen gegroepeerd die behoren tot de gemeenschappen 48 & 49 & 50 (droge *Arrhenatheretum* gemeenschappen en *Mesobromion*). De opnamen van deze gemeenschappen worden netjes gescheiden in een groep opnamen van gemeenschap 48 (zonder mergel) en een groep opnamen van de gemeenschappen 49 & 50 (met mergel). Ook deze laatste twee groepen worden vervolgens probleemloos herkend.
- Binnen de overgebleven vochtige opnamen worden allereerst de vochtige ruigtkruiden-opnamen van gemeenschap 02 (*Valeriano-Filipenduletum*) gegroepeerd tot een duidelijk herkenbare groep.
- Pas in de nu overgebleven groep opnamen, alle behorend tot de gemeenschappen 19 (*Calthion*), 21 (*Fritillario-Alopecuretum*), 31 (*Ranunculo-Alopecuretum*) en 32 (*Triglochino-Agrostietum*), wordt de situatie ingewikkelder. Deze situatie trad ook op bij TWINSPAN, maar daar werd de situatie al eerder complex. Ook blijkt het dendrogram voor deze "restgroep" eenvoudiger te interpreteren.

- Gemeenschap 21 (*Fritillario-Alopecuretum*) blijkt binnen de restgroep toch herkenbaar als groep. Wel valt op hoe sterk de drie goed ontwikkelde opnamen (met *Fritillaria* en *Alchemilla*) op elkaar lijken en hoe sterk deze verschillen van de twee slecht ontwikkelde opnamen. Toch blijven ze in het dendrogram alle vijf bij elkaar.
- Gemeenschap 32 (*Triglochino-Agrostietum*) blijkt binnen de restgroep ook als groep herkenbaar. Alle zeven proefvlakken blijven als verwante groep opnamen bij elkaar. Wel is te zien hoe er een sterke driedeling in deze gemeenschap aanwezig is, die samenhangt met de drie lokaties waar de proefvlakken zich bevinden. Vooral de opnamen 32-6 en 7 wijken sterk af van de andere vijf, en lijken verwant met een aantal *Calthion* proefvlakken. Ze bezitten onder andere een hoge bedekking van *Lychnis flos-cuculi*.
- Gemeenschap 31 (*Ranunculo-Alopecuretum*) vormt in het dendrogram eigenlijk het grootste probleem. De opnamen van deze gemeenschap zijn niet in één, maar in twee groepen terug te vinden in het dendrogram. Het onderscheid blijkt te liggen in het al of niet aanwezig zijn van een aantal *Molinio-Arrhenatheretea* soorten. In de proefvlakken op de zwaarste klei (31-1 en 2) ontbreken deze, op de iets minder zware klei zijn ze wel aanwezig.
- Gemeenschap 19 (*Calthion*) is in het dendrogram (in tegenstelling tot bij TWINSPAN) redelijk goed te herkennen. Op één na alle opnamen uit deze gemeenschap worden op grond van hun onderlinge verwantschap samengevoegd. Alleen opname 19-2 wordt verwanter geacht met gemeenschap 32 (*Triglochino-Agrostietum*). Zij wordt echter niet binnen deze groep geplaatst maar er later bij gevoegd. De verklaring van de overeenkomst met deze gemeenschap ligt in het feit dat de opname dezelfde herkomst heeft (Zaanstreek, Noord-Holland) als de opnamen van gemeenschap 32. De structuur binnen de *Calthion* groep is goed verklaarbaar. 19-1 blijkt sterk afwijkend te zijn. Deze opname is in tegenstelling tot de andere opnamen afkomstig van zware klei en niet van een veenbodem.

4.3 Syntaxonomische elementen-tabel

De syntaxonomische elementen-tabel is weergegeven in tabel 8. Normaal gesproken vervult een dergelijke tabel een uiterst belangrijke functie bij het inpassen van vegetatietypen en vegetatieopnamen in een landelijk (of internationaal) syntaxonomisch systeem. In dit geval echter waren de proefvlakken van te voren geselecteerd als vertegenwoordigers van bepaalde plantengemeenschappen. De tabel dient in dit geval dan ook meer een controle-functie, vooral op die punten waar de hiervoor beschreven clustertechnieken het materiaal anders opsplitsten dan op basis van de selectie verwacht werd, of waar hoge verwantschappen aangetroffen werden tussen opnamen die voor verschillende gemeenschappen geselecteerd waren.

Uit de tabel wordt allereerst duidelijk wat van het begin af aan bekend was: dat veel gemeenschappen maar zeer fragmentair ontwikkeld zijn en dat daardoor de syntaxonomische positie niet altijd even gemakkelijk is vast te stellen. Desondanks geeft de tabel weinig

aanleiding opnamen tot een andere gemeenschap te rekenen dan die waarvoor zij oorspronkelijk geselecteerd werden.
In twee gevallen is dit echter wel overwogen. Het gaat om opnamen die volgens TWINSPAN of het dendrogram (op basis dus van alle aanwezige soorten) meer gelijkenis vertoonden met opnamen van een andere gemeenschap. In de syntaxonomische elementen-tabel (dus op basis van de soorten die landelijk gezien kenmerkend zijn voor een bepaalde gemeenschap) blijken deze opnamen toch tot de oorspronkelijke gemeenschap gerekend te kunnen worden.
Het ging bij deze grensgevallen allereerst om de *Calthion* opname 19-2 welke zich zeer duidelijk op de grens met de *Triglochino-Agrostietum* opnamen bevindt (gemeenschap 32). Het voorkomen met relatief hoge bedekking van de *Calthion*-soort *Anchelica sylvestris* laat de balans echter doorslaan naar de *Calthion* kant. Daarnaast gaat het om de *Alliario-Chaerophylletum* opname 09-5 die zich op de grens met het *Agropyro-Aegopodietum* (gemeenschap 08) bevindt. Het ontbreken van *Aegopodium podagraria* en het met relatief hoge bedekking voorkomen van *Bromus sterilis* rechtvaardigt echter het handhaven van deze opname als *Alliario-Chaerophylletum*.

De resultaten van TWINSPAN en het dendrogram zijn dus als waardevolle aanvulling op de oorspronkelijke indeling te beschouwen, niet als reden voor wijziging daarin. De aanvulling bestaat dan in het vaststellen welke gemeenschappen duidelijk van elkaar verschillen en welke juist in meer of mindere mate op elkaar lijken. Ook maken TWINSPAN en het dendrogram duidelijk welke eventuele overgangen tussen gemeenschappen er zijn en welke proefvlakken binnen een gemeenschap een afwijkende positie innemen. Voor een gedetailleerde opsomming van deze aanvullingen wordt verwezen naar de vorige twee paragrafen.

Tabel 8. Syntaxonomische elemententabel. Proefvlakken per gemeenschap bijeen. Soorten per syntaxonomisch element.

Proefvlakken	00000 88888	00000 99999	33333 11111	3333333 2222222	00000 22222	111111 999999	22222 11111	44444 88888	44444 99999	55555 00000	33333 99999	66666 77777	66666 22222	555555 222222
	25413	53412	12345	1234567	12345	234516	45312	31452	14235	52314	12345	13452	25341	25x413
SOORTEN PER SYNTAXONOMISCH ELEMENT:														
QUERCETEA ROBORI-PETREAE + QUERCO-FAGETEA														
Quercus robur	2-212	2-2-2	-----	-------	-----	------	-----	--1--	-----	11-2-	-----	-----	2-2--	-2--2-
QUERCETEA ROBORI-PETREAE														
QUERCETALIA ROBORI-PETREAE														
Lonicera periclymenum	----2	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Melampyrum pratense	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--2--	------
Pteridium aquilinum	-----	--2--	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
QUERCION ROBORI-PETREAE														
Holcus mollis	-----	--5--	-----	-------	2---6	------	-5---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Hieracium laevigatum	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	--5--	-2---	-----	-----	-----	2--2-	------
Hieracium umbellatum	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--2---
Hieracium sabaudum	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	----3	-----	-----	-----	-----	------
Hieracium vulgatum	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	----2	-----	-----	-----	------
Populus tremula	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----2-
QUERCO-FAGETEA														
Poa nemoralis	-----	2-355	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Hedera helix	2-27-	6--25	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Geum urbanum	24226	5--22	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Ranunculus ficaria	25435	32-32	-----	-------	--32-	--1---	-22-2	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Fraxinus excelsior	2222-	-1---	-----	-------	-----	------	-----	-----	----1	-----	-----	-----	-----	------
Anemone nemorosa	2---2	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Corylus avellana	22--2	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	--1--	-----	-----	-----	------
Epipactis helleborine	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-2---	-----	-----	------
FAGETALIA SYLVATICAE														
Milium effusum	----2	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Allium ursinum	-----	----2	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Scrophularia nodosa	----1	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
ALNO-PADION														
Anthriscus sylvestris	22725	2-252	-----	-------	-----	---2--	-2---	-2--3	-----	-----	-----	-----	-----	------
Rumex sanguineus	32222	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Circaea lutetiana	-3---	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Festuca gigantea	-3--2	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Geranium phaeum	--2--	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Prunus padus	----2	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Stachys sylvatica	2---2	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	--2--	-----	-----	-----	-----	------
Silene dioica	-----	-----	-----	-------	--32-	------	3----	---2-	-----	-----	-----	-----	-----	------

| | | |

Lapsana communis	22-22	---2-	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Alliaria petiolata	---23	-5522	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Chaerophyllum temulum	----2	-6625	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Bromus sterilis	---3-	55358	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
AGROPYRO REPENTIS-AEGOPODIETUM PODAGRIAE															
Aegopodium podagraria	52522	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Urtica dioica	36266	5222-	-----	-------	2---2	---2--	-----	---2-	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
CONVOLVULETALIA SEPIUM															
Calystegia sepium	-----	-----	-----	-------	32652	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
SONCHO-EPILOBIETUM HIRSUTI															
Sonchus palustris	-----	-----	-----	-------	2-2--	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
PLANTAGINETEA MAJORIS															
PLANTAGINETALIA MAJORIS															
Lolium perenne	2--52	-13--	-2435	--21---	-----	-12---	43222	32--2	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Plantago major	22-22	2-2--	2222-	1---222	-----	-22--2	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-22-1-
Leontodon autumnalis	-----	-----	--2--	--325--	-----	-2----	-----	2----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	32433-
Potentilla anserina	-----	-----	2-3--	-6416--	-----	-----2	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Poa annua	----2	2----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	--1-2	-----	-----	------
LOLIO-PLANTAGINION															
LOLIO-PLANTAGINETUM (kencombinatie)															
Lolium perenne	2--52	-13--	-2435	--21---	-----	-12---	43222	32--2	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Plantago major	22-22	2-2--	2222-	1---222	-----	-22--2	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-22-1-
Poa annua	----2	2----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	--1-2	-----	-----	------
Capsella bursa-pastoris	-----	2----	-----	-------	-----	------	22---	-----	---2-	--1--	--222	-----	-----	-----	------
Polygonum aviculare	2--22	3----	2----	-------	-----	------	221--	-1---	-----	-----	---2-	-----	-----	-----	------
TUSSILAGINETUM															
Tussilago farfara	3----	-----	-----	322--22	2--2-	-2----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
AGROSTIETALIA STOLONIFERAE															
LOLIO-POTENTILLION															
Agrostis stolonifera	33353	---3-	67658	4455667	-4336	5332-3	52655	-267-	-----	23---	-----	-----	-----	-----	----2-
Rumex crispus	-----	-----	22222	-------	-----	------	-22--	-----	-----	-----	--22-	-----	-----	-----	------
Alopecurus geniculatus	-----	-----	423-2	-----22	-----	2-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Juncus inflexus	-----	-----	4-32-	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
RANUNCULO-ALOPECURETUM GENICULATI															
Alopecurus pratensis	--23-	2--22	-411-	-------	-----	------	-5545	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Glechoma hederacea	25556	632--	---4-	12-----	53433	-234-2	532-2	32---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Polygonum amphibium	-----	-----	-232-	532-233	-2-52	5532-3	-222-	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Taraxacum spec.	22222	2221-	--232	2224312	--223	-222-2	23523	232-2	--222	2-2-2	-----	-----	-----	--2---	
Elymus repens	---3-	33572	-2234	-------	2---6	42-222	5533-	-22-5	-----	-----	--223	-----	-----	-----	------
Juncus compressus	-----	-----	52---	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Carex hirta	-----	-----	--76-	-------	--2--	------	-----	3----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Potentilla reptans	---2-	-2---	2----	-------	-----	------	-----	2----	-----	-----	----2	-----	-----	-----	------
Phalaris arundinacea	-----	-----	-----	-------	56225	---3--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Glyceria maxima	-----	-----	-----	-------	-----	-234-2	-2-21	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

SOCIATIEGROEP MET ELEOCHARIS UNIGLUMIS															
Eleocharis palustris subsp. uniglumis	-----	-----	-----	322-3-3	-----	3-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Carex cuprina	-----	-----	3-333	2-223-2	-----	----2-	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Phragmites australis	-----	-----	----2	5532224	73775	3335-2	--1--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
TRIGLOCHINO-AGROSTIETUM STOLONIFERI															
Juncus articulatus	-----	-----	2-22-	6454544	---2-	----32	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	2-2---
Triglochin palustris	-----	-----	-----	-----33	-----	2-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Galium palustre	-----	-----	5----	-------	-223-	2--22-	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Myosotis laxa (subsp. cespitosa)	-----	-----	-----	-----32	-----	------	----2	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Carex nigra	-----	-----	-----	--2-4--	-----	-----2	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	5-6-5-
Hydrocotyle vulgaris	-----	-----	-----	-664---	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Ranunculus flammula	-----	-----	-----	------1	----2	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
AGROSTIO-TRIFOLIETUM FRAGIFERI															
Juncus gerardi	-----	-----	-----	--446--	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Carex distans	-----	-----	-----	--684--	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Trifolium fragiferum	-----	-----	-----	----2--	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
ASTERETEA TRIPOLII (ARMERION MARITIMAE)															
Carex distans	-----	-----	-----	--684--	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Juncus gerardi	-----	-----	-----	--446--	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
BIDENTETEA TRIPARTITI															
BIDENTETALIA TRIPARTITI															
BIDENTION															
RANUNCULO-RUMICETUM MARITIMI															
Ranunculus sceleratus	-----	-----	-----	-----22	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Rumex maritimus	-----	-----	-----	-----22	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
ALNETEA GLUTINOSAE															
Alnus glutinosa	-----	-----	-----	-------	--25-	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Thelypteris palustris	-----	-----	-----	-------	-----	---2--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
PHRAGMITETEA															
Lycopus europaeus	-----	-----	-----	-------	32-2-	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	221---
Glyceria maxima	-----	-----	-----	-------	-----	-234-2	-2-21	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Equisetum fluviatile	-----	-----	-----	-------	-----	--22--	2---1	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Rumex hydrolapathum	-----	-----	-----	-------	-----	2-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
MAGNOCARICETALIA															
MAGNOCARICION															
Phalaris arundinacea	-----	-----	-----	-------	56225	---3--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Carex acutiformis	-----	-----	-----	-------	-2762	-7-3-7	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Galium palustre	-----	-----	5----	-------	-223-	2--22-	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Carex acuta	-----	-----	-2---	-------	-----	-23--2	--32-	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Carex riparia	-----	-----	-----	-5222--	-2--2	6-2---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Carex paniculata	-----	-----	-----	-------	-----	---2--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Peucedanum palustre	-----	-----	-----	-------	-----	---2--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--2---

PHRAGMITETALIA															
Phragmites australis	-----	-----	----2	5532224	73775	3335-2	--1--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Iris pseudacorus	-----	-----	-----	-------	21222	-21--2	-2---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Typha angustifolia	-----	-----	-----	------1	--22-	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Scirpus lacustris subsp. tabernaemontani	-----	-----	-----	------2	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Acorus calamus	-----	-----	-----	-------	-----	-2----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Eleocharis palustris subsp. palustris	-----	-----	5-3--	-------	-----	-2--2-	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
NASTURTIO-GLYCERIETALIA															
GLYCERIO-SPARGANION															
Glyceria fluitans	-----	-----	-2---	-----55	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Veronica catenata	-----	-----	2----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
PARVOCARICETEA															
Hydrocotyle vulgaris	-----	-----	-----	-664---	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Stellaria palustris	-----	-----	-----	-------	-----	------	-2---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
CARICETALIA-NIGRAE															
CARICION CURTO-NIGRAE															
Carex nigra	-----	-----	-----	--2-4--	-----	-----2	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	5-6-5-
Viola palustris	-----	-----	-----	-------	-3--2	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Ranunculus flammula	-----	-----	-----	------1	----2	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
TOFIELDIETALIA															
CARICION DAVALIANAE															
Carex flacca	-----	-----	---3-	-------	-----	----4-	-----	-----	-----	----3	3-2-4	-----	-----	-----	-----
Juncus subnodulosus	-----	-----	-----	-------	-----	5-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
MOLINIO-ARRHENATHERETEA															
Poa trivialis	22232	21---	2443-	22---55	22323	423354	-4343	22-24	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Rumex acetosa	-----	-----	---2-	222--22	12--2	555633	23222	22222	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Holcus lanatus	1----	-----	25564	2222222	52422	433574	52555	3-333	----3	2----	---2-	-----	-----	-----	-3423-
Plantago lanceolata	-----	22---	2-212	3333222	-22--	255625	32676	32623	--2-2	22422	---22	-----	-----	-----	2-3---
Cardamine pratensis	-----	-----	232--	2222342	--22-	244433	2-433	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Cerastium fontanum subsp. vulgare	-----	-----	--232	2222222	--22-	42-222	32344	32-2-	-----	2----	-----	-----	-----	-----	-----
Trifolium pratense	-----	-----	--552	3333322	-----	-3-222	2-255	333-5	-22--	2-2--	-----	-----	-----	-----	-----
Centaurea jacea	-----	-----	---2-	-------	-----	--2-3-	--2--	5-235	32225	3--2-	-----	-----	-----	-----	-----
Poa pratensis	-2-33	2-2--	--333	--222--	22-2-	---332	64333	22232	---4-	2----	12222	-----	-----	-----	-----
Rhytidiadelphus squarrosus	-----	-----	-----	-------	---2-	---2-2	---23	2-3--	----4	-----	-----	-----	-----	-----	--232-
Vicia cracca	-----	-----	---2-	--222--	2-222	-23--3	--22-	----2	232-2	3--3-	-----	-----	-----	-----	-----
Prunella vulgaris	-----	-----	2-2--	6422222	-----	--3-2-	--42-	-----	-----	2----	-----	-----	-----	-----	---2--
Fritillaria meleagris	-----	-----	-----	-------	-----	------	--233	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Alchemilla glabra	-----	-----	-----	-------	-----	------	--222	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
MOLINIETALIA															
Lysimachia vulgaris	-----	-----	-----	-------	-6225	----2-	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Cirsium palustre	-----	-----	-----	3223222	22-22	--32--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-2--2-
Juncus effusus	-----	-----	2222-	------2	23-23	-24453	--2--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	233252
Angelica sylvestris	-----	-----	-----	-------	5222-	5352-2	1----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Deschampsia cespitosa	-----	-----	---2-	-------	-----	--3---	--222	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Sanguisorba officinalis	-----	-----	-----	-------	-2--2	------	25222	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Achillea ptarmica	-----	-----	-----	-------	-----	------	---3-	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

| | | |

ARRHENATHERETUM ELATIORIS														
Arrhenatherum elatius	3--32	35253	-----	-------	-----	------	2-554	25364	66547	44242	-----	-----	-----	------
Daucus carota	-----	-----	--22-	3323---	-----	------	-----	222--	-2---	423-2	-----	-----	-----	------
Trisetum flavescens	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	47244	43-33	54442	-----	-----	-----	------
Knautia arvensis	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	--32-	43324	5-222	-----	-----	-----	------
Crepis biennis	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-5--6	-22-2	-222-	-----	-----	-----	------
Pastinaca sativa	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	22---	-----	-----	-----	-----	-----	------
Ornithogalum umbellatum	-----	----2	-----	-------	-----	------	-----	2----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Galium mollugo	-----	-----	---2-	-------	-----	------	-----	-3--3	-----	---2-	-----	-----	-----	------
Peucedanum carvifolia	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	2----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Pimpinella major	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	---3-	-----	2----	-----	-----	-----	------
Rumex thyrsiflorus	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	----2	-----	-----	-----	-----	-----	------
SUBASSOCIATIEGROEP A														
Ranunculus repens	35-23	-----	57535	3-22255	---22	225555	22222	-----	-----	2----	-----	-----	-----	-222--
Heracleum sphondylium	22-22	-----	---2-	-------	----5	------	25222	-2-52	-22-2	1-1--	-----	-----	-----	------
Alopecurus pratensis	--23-	2--22	-411-	-------	-----	------	-5545	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Glechoma hederacea	25556	632--	---4-	12-----	53433	-234-2	532-2	32---	-----	-----	-----	-----	-----	------
Anthriscus sylvestris	22725	2-252	-----	-------	-----	---2--	-2---	-2--3	-----	-----	-----	-----	-----	------
--alopecuretosum														
Ranunculus ficaria	25435	32-32	-----	-------	--32-	--1---	-22-2	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Cardamine pratensis	-----	-----	232--	2222342	--22-	244433	2-433	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Lysimachia nummularia	--32-	-----	5--2-	-------	2----	--3--2	-2--2	2----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Deschampsia cespitosa	-----	-----	---2-	-------	-----	--3---	--222	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Symphytum officinale	-1---	-----	---2-	-------	--252	22---2	-5--2	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
SUBASSOCIATIEGROEP B														
Senecio jacobaea	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	32222	-----	2----	2-222	-----	-----	------
Senecio erucifolius	-----	-----	---2-	-------	-----	------	-----	-----	-2---	-----	-----	-----	-----	------
Ranunculus bulbosus	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	25--3	-----	33-22	---22	-----	-----	------
Trisetum flavescens	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	47244	43-33	54442	-----	-----	-----	------
Plantago media	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	2----	-22-2	1323-	-----	-----	-----	------
--picriditosum														
Agrimonia eupatoria	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	3222-	2-22-	-----	-----	-----	------
Picris hieracioides	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	2----	-2---	--222	-2-2-	-----	-----	------
Pastinaca sativa	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	22---	-----	-----	-----	-----	-----	------
Carduus crispus	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	----1	-----	-----	-----	-----	------
Peucedanum carvifolia	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	2----	-----	-----	-----	-----	-----	------
--brizetosum														
Bromus hordeaceus subsp. hordeaceus	---2-	-----	--122	-----22	-----	------	22444	222-2	-----	2----	23234	-----	-----	------
Agrostis capillaris	-----	--3--	-----	-------	-----	----2-	-----	-----	-----	-----	-2-25	42-23	-----	574743
Anthoxanthum odoratum	-----	-----	-----	3422232	-4--4	246324	22445	4-22-	-----	-----	-----	-----	-----	-2-2--
Hypochaeris radicata	-----	-----	-----	2------	-----	------	--222	--22-	-----	1----	--22-	22--2	2---2	323232
Hieracium pilosella	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	33-2-	2----	-----	-----	------
Crepis capillaris	-----	-----	-----	-------	-----	------	--333	2-2--	-----	-----	--32-	-----	-----	------
Linum catharticum	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	--2-1	24332	-----	-----	-----	------
Carex flacca	-----	-----	---3-	-------	-----	----4-	-----	-----	----3	3-2-4	-----	-----	-----	------
Briza media	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	----2	4-2-4	-----	-----	-----	------
FRITILLARIO-ALOPECURETUM														
Fritillaria meleagris	-----	-----	-----	-------	-----	------	--233	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Filipendula ulmaria	-----	-----	-----	-------	22322	--63--	-2-2-	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

| | | |

Viola hirta	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	---2-	-----	-----	-----	------
Campanula rapunculus	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	--2--	-----	-----	-----	-----	-----	------
SECALIETEA															
Valerianella locusta	-----	---2-	-----	-------	-----	------	-----	-----	2--2-	-----	-----	-----	-----	------
APERETALIA															
Vicia hirsuta	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	--2--	2--2-	---2-	-----	-----	-----	------
Scleranthus annuus	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-1---	-----	------
APHANION															
Papaver dubium	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-2---	-----	-----	-----	-----	------
Myosotis discolor	-----	-----	-----	-------	--3--	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
SECALIETALIA															
CAUCALIDION-LAPPULAE															
Bunium bulbocastanum	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	3-3--	-----	-----	-----	-----	------
AMMOPHILETEA															
ELYMETALIA ARENARII															
AMMOPHILION BOREALIS															
Ammophila arenaria	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	3--2-	-----	-----	------
AGROPYRO-HONKENYION															
Salsola kali subsp. ruthenica	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	--22-	-----	-----	------
SAGINETEA MARITIMAE															
SAGINETALIA MARITIMAE															
SAGINION MARITIMAE															
SAGINO MARITIMAE-COCHLEARIETUM DANICAE															
Cochlearia danica	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	4-43-	-----	-----	------
Plantago coronopus	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	---23	-----	-----	------
CHENOPODIETEA															
Chenopodium album	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	---2-	-----	-----	------
Senecio vulgaris	-----	-----	-----	-----21	-----	------	--1--	-----	-----	-----	-2-2-	-----	-----	------
Sonchus oleraceus	1----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Stellaria media	32--3	2232-	-----	-------	-----	---2--	241-2	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
POLYGONO-CHENOPODIETALIA															
EU-POLYGONO-CHENOPODION															
Atriplex patula	2----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Cerastium glomeratum	-----	-----	-----	-------	-----	------	--2--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Geranium dissectum	-----	----2	---2-	-------	-----	------	-----	-----	-----	2----	-----	-----	-----	------
Lamium purpureum	-----	---22	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Polygonum persicaria	-----	-----	-----	-------	-----	------	12---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Sonchus arvensis var. arvensis	-----	-----	-----	2------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Euphorbia helioscopia	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	1----	-----	-----	-----	------

| | | |

Cladonia scabriuscula	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	--21-	22---	-----	-----	------
Cladonia foliacea	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	2-2--	-----	-----	-----	------
Peltigera rufescens	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	2----	-----	-----	-----	------
Arabidopsis thaliana	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	---3-	-----	--23-	-----	-----	-----	------
THERO-AIRION															
Aira praecox	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	4322-	-22--	-----	-----	------
Aira caryophyllea	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	--3--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--1---
Campanula rotundifolia	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	--4--	----2	-32-2	-----	-----	-----	-----	------
Hypericum perforatum	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	---3-	---22	-----	-----	-----	-----	-----	------
GALIO-KOELERION															
Saxifraga tridactylites	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	4443-	-----	-----	-----	------
Festuca rubra subsp. arenaria	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	54-23	-----	-----	-----	------
Viola curtisii	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	--23-	-----	-----	-----	------
Hypnum lacunosum	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	5252-	-----	-----	-----	------
Ononis repens subsp. repens	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	22---	-----	-----	-----	------
Cerastium diffusum	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	----2	-----	-----	-----	-----	-----	------
--differentiërend															
Koeleria macrantha	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	--2-2	22--2	-----	-----	-----	------
TORTULO-PHLEETUM ARENARII															
Tortula ruralis var. ruraliformis	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	78776	-----	-----	-----	------
Phleum arenarium	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	4444-	-----	-----	-----	------
Myosotis ramosissima	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	22242	-----	-----	-----	------
Silene conica	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	--2--	-----	-----	-----	------
ANTHYLLIDO-SILENETUM NUTANTIS															
Picris hieracioides	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	2----	-2---	--222	-2-2-	-----	-----	-----	------
CORYNEPHORETALIA +															
VACCINIO-GENISTETALIA (Nardo-Callunetea)															
Cladina portentosa	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	25-22	-2---	-----	------
Cladina arbuscula	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-22--	-----	-----	------
Cladina mitis	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	---22	-----	-----	------
Cladonia floerkeana	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-2222	-2--2	-----	------
Cladonia glauca	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	24544	-2--2	-----	------
Cladonia macilenta	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	22---	-2-22	-----	------
Placynthiella icmalea	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-22-2	-2-2-	-----	------
Placynthiella oligotroph	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-223-	-----	-----	------
Placynthiella uliginosa	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	---2-	-----	-----	------
Micarea leprosula	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----2	-----	------
--differentiërend															
Palmagoeia protuberans	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	53324	-5256	-----	------
Dicranum scoparium	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-3-2-	25542	-----	------
CORYNEPHORETALIA															
SPERGULO-CORYNEPHORION															
SPERGULO-CORYNEPHORETUM															
Spergula morisonii	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	43334	-----	-----	------
Cladonia gracilis	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	26233	-----	-----	------
Cladonia zopfii	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	22-22	-----	-----	------
Cladonia uncialis	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	---22	-----	-----	------
Cladonia cervicornis	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-2453	-----	-----	------

| | | |

VACCINIO-PICEETEA															
Pinus sylvestris	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	--2--	52522	3-2---	
Dicranum polysetum	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--2--	------	
OXYCOCCO-SPHAGNETEA															
Drosera rotundifolia	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-2-2--	
ERICETALIA TETRALICIS															
ERICION TETRALICIS															
Erica tetralix	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	22-2-	22-776	
Juncus squarrosus	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-2-275	
--differentiërend															
Polytrichum commune	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--726	4222-4	
LYCOPODIO-RHYNCHOSPORETUM ALBO-FUSCAE															
Rhynchospora fusca	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	3-----	
Lycopodium inundatum	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-2-3--	
--differentiërend															
Drosera intermedia	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-3-3--	
ISOETO-NANOJUNCETEA															
NANOCYPERETALIA															
NANOCYPERION FLAVESCENTIS															
Juncus bufonius	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	22----	
Gnaphalium uliginosum	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-3----	
Lythrum portula	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-2----	
Pohlia annotina	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-3----	
Centaurium pulchellum	-----	-----	-----	---1---	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	
Veronica serpyllifolia	-----	-----	-----	-------	-----	------	--3--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	
FRANGULETEA															
Rhamnus frangula	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---2-	----21	
Salix aurita	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---2--	
Salix cinerea	-----	-----	-----	1-2--11	-1---	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-2122-	
Myrica gale	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----2	
Salix alba	-----	-----	-----	-------	-----	----2-	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	
RESTGROEP HOGERE PLANTEN															
Acer pseudoplatanus	22-2-	----2	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	
Achillea millefolium	-----	-1---	---3-	2------	-----	------	---22	33456	54323	-2342	----2	-----	-----	------	
Aesculus hippocastanum	12---	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	
Agrostis canina	-----	-----	-----	-------	-----	--52--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-3-22-	
Agrostis gigantea	-----	-----	-----	-------	--2--	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	
Allium scorodoprasum	-----	---2-	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	
Aronia x prunifolia	-----	-----	-----	-------	--1--	------	-----	--1--	-----	-----	-----	-----	-----	------	
Atriplex prostrata	----2	2----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	
Betula pubescens	-----	-----	-----	-2-----	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	1----	-3-32-	
Brassica rapa	-----	-----	-----	2------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	
Bromus carinatus	-----	---3-	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	

| | | |

Veronica hederifolia (APHANION ?)	-4---	-4-32	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Vicia tetrasperma	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	---2-	-----	-----	-----	-----	-----	------
Viola canina	-----	-----	-----	-------	----2	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	2----	------
RESTGROEP MOSSEN/LICHENEN														
Amblystegium serpens	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	2----	-----	-----	-----	------
Atrichum undulatum	-----	-----	-----	-------	---2-	---2--	--223	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---2--
Barbula convoluta	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	2----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Barbula hornschuchiana	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	----2	-----	-----	-----	------
Barbula revoluta	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	--3--	-----	-----	-----	------
Barbula spec.	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	--22-	-----	-----	-----	-----	-----	------
Barbula unguiculata	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	---2-	22221	-5---	-----	-----	-----	------
Brachythecium rutabulum	-----	-----	-2353	-----2-	4234-	-2632-	2-563	-5423	2-2-2	-----	--2--	-----	-----	-2224-
Brachythecium spec.	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	2----	-----	-----	-----	-----	------
Bryum capillare	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	2----	-----	-----	2----	-----	-----	------
Bryum pseudotriquetrum	-----	-----	-----	-4-----	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Bryum spec.	-----	-----	-----	-----22	-----	------	--2-3	---2-	-----	---2-	-----	----2	2----	-----2
Calliergonella cuspidata	-----	-----	7-3-2	6487955	2-44-	-7-268	--267	--2--	----2	3----	-----	-----	-----	------
Campylopus introflexus	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	8--23	-----	----2-
Campylopus pyriformis	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	---2-	-4-33	2----3
Cephaloziella divaricata	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	---2-	-2-3-	----2-
Cephalozia bicuspidata	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-2---	------
Climacium dendroides	-----	-----	-----	-------	-----	---2--	---2-	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Ctenidium molluscum	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	--2--	-----	-----	-----	------
Eurhynchium hians	-32--	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	222--	224--	-----	-----	-----	------
Eurhynchium praelongum	-----	-----	-22--	-----2-	22-2-	--2---	2--22	--2--	-----	-----	-----	-----	-----	22224-
Fissidens bryoides	--2--	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Fissidens taxifolius	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	----2	2----	-----	-----	-----	------
Fossombronia pusilla	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-2----
Funaria hygrometrica	-----	-----	-----	2------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Hypnum cupressiforme	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--5--	5-5---
Lophocolea bidentata	-----	-----	-----	-------	---2-	---2--	-----	-----	-----	2----	-----	-----	-----	------
Lophocolea heterophylla	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-2---	-3----
Mnium marginatum	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	2----	-----	-----	-----	------
Pellia endiviifolia	-----	-----	-----	-----2-	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Pellia epiphylla	-----	-----	-----	22-2---	-----	---2--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-4-2--
Physcomitrium pyriforme	-----	-----	-----	-------	-----	---2--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Plagiomnium affine	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	3-33-	-2---	-----	3----	-----	-----	------
Plagiomnium elatum	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	----2	-----	-----	-----	-----	------
Plagiomnium rostratum	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	2----	-----	-----	-----	------
Plagiomnium undulatum	-2---	-----	-----	-------	--4--	------	-----	-----	--2--	2----	-----	-----	-----	------
Plagiothecium denticulatu	-----	-----	-----	-------	-2---	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------
Pohlia nutans	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	--2--	-----	-----	3222-	22233	----33
Pseudoscleropodium purum	-----	-----	-----	54-----	-----	------	-----	6-7--	----4	5----	-----	-----	3----	--2---
Rhizomnium punctatum	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-22--	-----	-----	-----	-----	------
Riccardia chamedryfolia	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---2--
Zygogonium ericetorum	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-7--2-
Weissia controversa	-----	-----	-----	-------	-----	------	-----	-----	-----	2----	-----	-----	-----	------
Aantal soorten:	43234	33233	22342	4344344	44454	244544	34545	64434	34434	63534	43453	24233	33223	243331
	47277	61501	93893	5962866	15534	933114	42771	71885	61106	57183	37565	71741	41190	868969

5 RESULTATEN EN DISCUSSIE

5.1 Abiotische factoren: relatie met plantengemeenschap

5.1.1 Grondwaterstanden

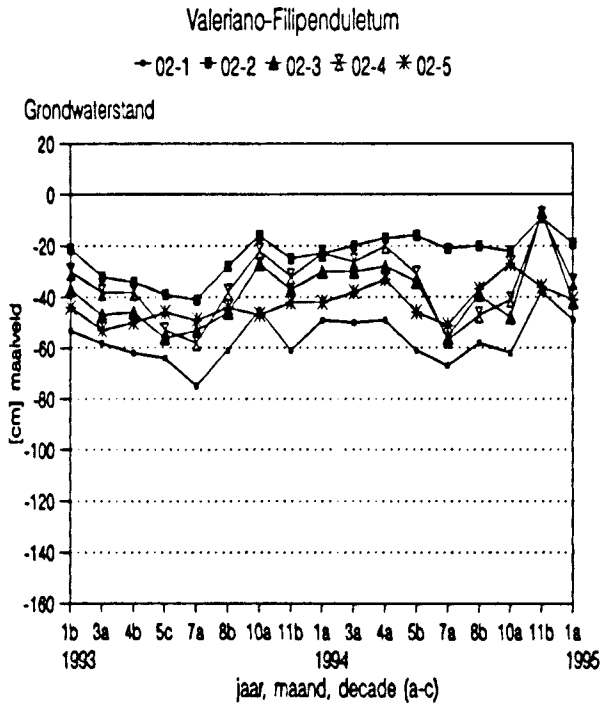
5.1.1.1 Jaarverloop per gemeenschap

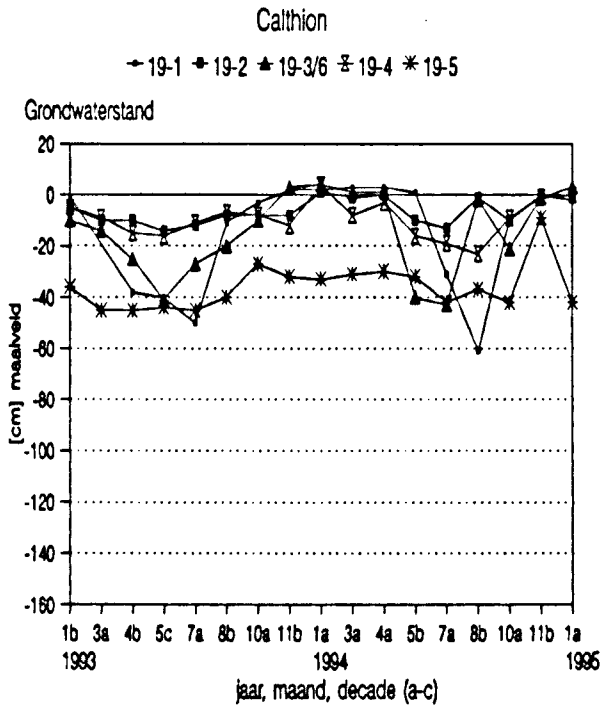
In de grafieken van figuur 2 is voor alle proefvlakken waar grondwaterbuizen geplaatst zijn het verloop van de grondwaterstand over de twee onderzoeksjaren aangegeven. Elke grafiek laat de proefvlakken van één bepaalde gemeenschap zien.

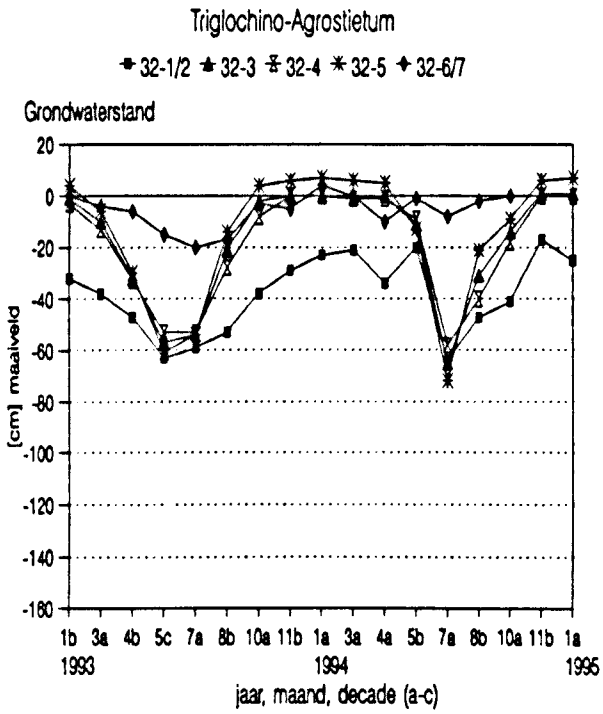
Op de horizontale as zijn de tijdstippen van de grondwaterpeilingen uitgezet. Hierbij zijn een aantal opmerkingen te plaatsen. De tijdstippen zijn met een vast interval weergegeven. In werkelijkheid was de periode tussen de tijdstippen van peiling echter niet steeds exact hetzelfde. Deze varieerde (in verband met de verwachte mineralisatiesnelheid) tussen 5 weken in het voorjaar en 8 weken in de winter. Daarnaast vonden de peilingen binnen één veld-ronde steeds verspreid over een periode van ongeveer 9 dagen plaats (zie tabel 5 in hoofdstuk Methode). De grafieken kunnen daarentegen de suggestie wekken dat alle proefvlakken steeds op exact hetzelfde moment bezocht zijn.
Om uit de figuren snel te kunnen opmaken wanneer in het jaar de grondwaterpeilingen hebben plaatsgehad zijn de bezoeken op de horizontale as niet met een rondenummer aangeduid maar met een korte getal/letter-code. Met behulp van deze code wordt het midden van de bewuste veld-ronde aangegeven. In de code staat het getal (1-12) voor de maand (januari tot december), en de letter (a-c) voor de decade binnen de betreffende maand. Een decade omvat een periode van 10 dagen. Decade "a" loopt van de 1° tot en met de 10° dag van de maand, decade "b" van de 11° tot en met de 20°, en decade 3 van de 21° tot en met de 30° (31°). De codes 3a, 4b en 5c bijvoorbeeld kunnen zo eenvoudig geïnterpreteerd worden als respectievelijk begin maart, half april en eind mei.
De verticale schaal is van alle grafieken uit figuur 2 gelijk om de onderlinge vergelijkbaarheid te vergemakkelijken.

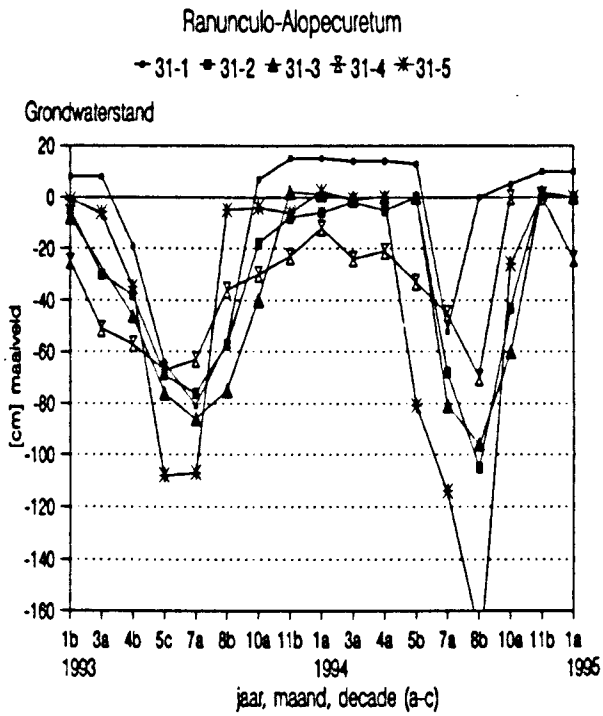
Aan de hand van de grafieken van figuur 2 wordt op de komende pagina's het jaarverloop van het grondwater voor de verschillende plantengemeenschappen apart besproken.

Figuur 2a. Verloop van de grondwaterstand over de tweejarige onderzoeksperiode. Elke grafiek toont de proefvlakken van één gemeenschap.







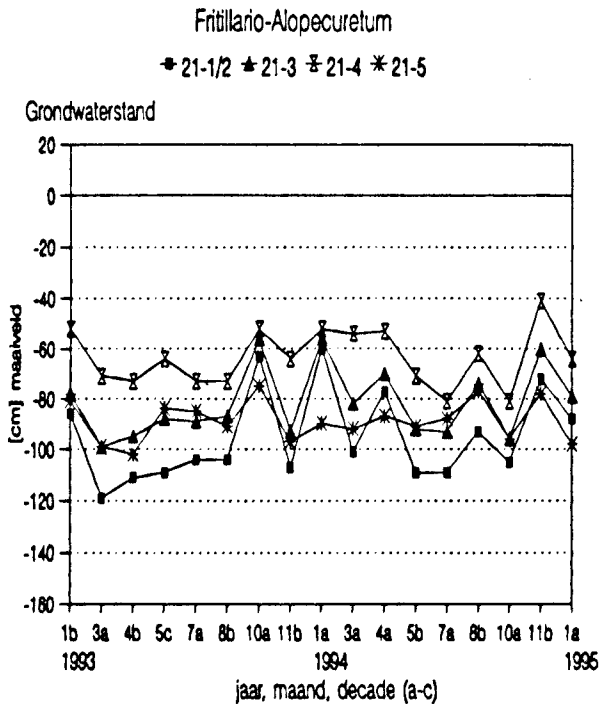


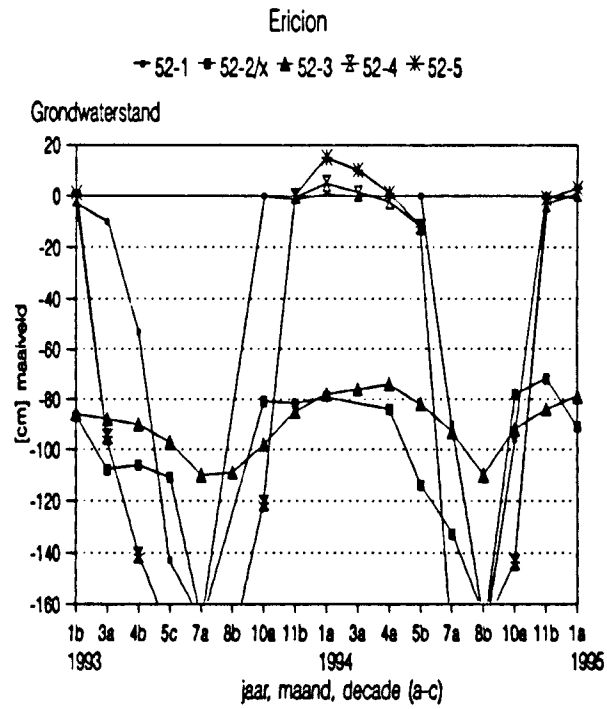
Bij de proefvlakken van het *Valeriano-Filipenduletum* (02) valt op dat het grondwater het gehele jaar ondiep aanwezig is en dat er slechts een gering verschil is tussen zomer- en winterstand. De grondwaterstand varieert in het algemeen tussen 15 en 71 cm beneden maaiveld. De gemiddelde hoogste grondwaterstand (GH-GWS) ligt rond de 28 cm beneden maaiveld, de gemiddelde laagste grondwaterstand (GL-GWS) rond de 54 cm. De bovengrond blijft altijd vochtig, tenzij de bodem uit zand bestaat zoals bij proefvlak 02-1 het geval is. De seizoensvariatie is klein. Het verschil tussen de GH-GWS en de GL-GWS, verder aangeduid als de gemiddelde seizoensvariatie (GSV) bedraagt slechts 26 cm.
Proefvlak 02-1 heeft een afwijkend karakter. Dit proefvlak ligt op een talud met een helling van 20 à 25 graden dat eindigt in het water. Omdat het proefvlak ca. 0.5 m van het water af begint en 1.75 m breed is, is er een groot verloop in grondwaterstand over de breedte van het proefvlak. In de figuur is de grondwaterstand voor het midden van het proefvlak weergegeven.

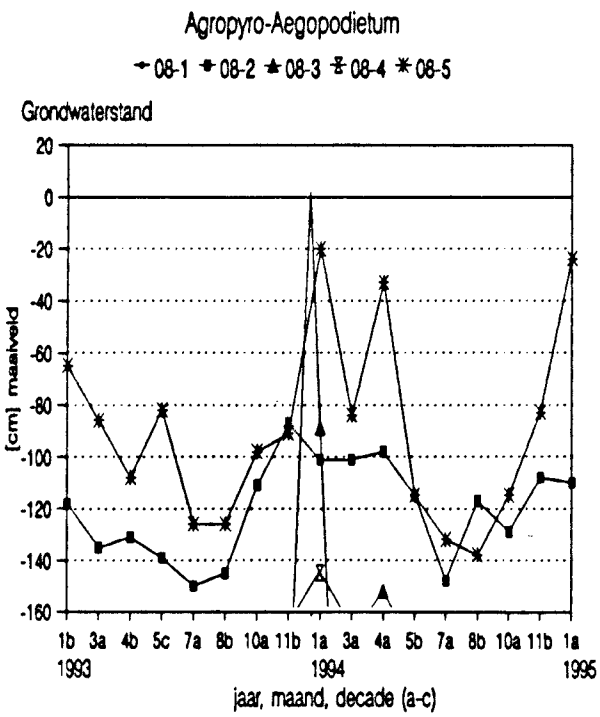
Bij de proefvlakken van het *Calthion* (19) blijkt het grondwater ook het gehele jaar door ondiep aanwezig te zijn, meestal tussen 1 cm boven en 56 cm beneden maaiveld. Doorgaans bevindt het grondwater zich dichter aan de oppervlakte dan bij het *Valeriano-Filipenduletum*. In de winter zijn de proefvlakken meestal "plasdras" (het grondwater staat op maaiveldnivo en in een aantal plassen zelfs iets daarboven). In de zomer ligt de GL-GWS rond 36 cm beneden maaiveld. De bovengrond blijft echter altijd vochtig. Het gemiddelde seizoensverschil is iets groter dan bij het *Valeriano-Filipenduletum*, namelijk 32 cm, maar het is nog steeds gering.
Proefvlak 19-5 neemt een uitzonderingspositie in. Het grondwaterverloop lijkt meer op dat van het *Valeriano-Filipenduletum* dan op dat van de overige *Calthion* proefvlakken. In de winter komt het grondwater niet op het maaiveld en er is zeer weinig seizoensverschil. Het is dan ook interessant om op te merken dat het proefvlak floristische overeenkomsten vertoont met het *Valeriano-Filipenduletum* door de grotere abundanties van *Valeriana officinalis*, *Phalaris arundinacea*, *Glechoma hederacea*, *Urtica dioica* en *Phragmites australis*. (Echter ook het klepelbeheer in het proefvlak speelt hierbij een rol.) Al in het hoofdstuk vegetatiebeschrijving werd vastgesteld dat het proefvlak ook grote overeenkomsten vertoont met de ruigere vormen van het *Fritillario-Alopecuretum* (proefvlakken 21-4 en 5), door het ontbreken van *Lychnis flos-cuculi*, het voorkomen van *Anthryscus sylvestris* en *Stellaria media*, en de hogere abundanties van *Glechoma hederacea* en *Valeriana officinalis*. TWINSPAN had dan ook moeite om 19-5 van 21-4 en 5 te scheiden. Ook de proefvlakken van gemeenschap 21 zijn in de winter niet plasdras en ook zij kennen slechts een gering seizoensverschil. Het grondwater zit hier echter in de regel aanmerkelijk dieper.

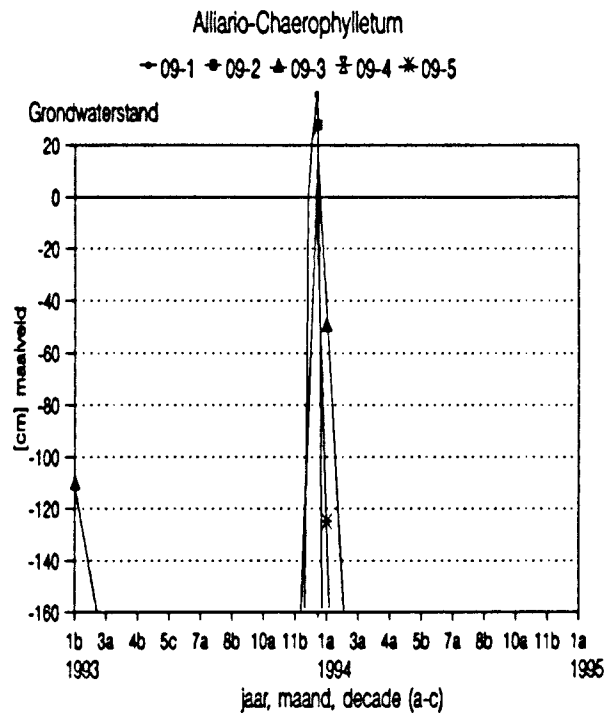
De grondwaterstand van de *Triglochino-Agrostietum* proefvlakken (gemeenschap 32) varieert normaal gesproken van 6 cm boven tot 67 cm beneden maaiveld. Evenals bij het *Calthion* zijn de proefvlakken in de winter meestal plasdras. Eén proefvlak (32-5) staat in de winter zelfs gedurende lange tijd blank (ca. 6 cm water).

Figuur 2b. Verloop van de grondwaterstand over de tweejarige onderzoeksperiode. Elke grafiek toont de proefvlakken van één gemeenschap.









In de zomer zakt het grondwater normaal gesproken dieper weg dan bij het *Calthion* gebruikelijk is, gemiddeld tot 49 cm beneden maaiveld. De bovengrond blijft echter altijd vochtig. Het gemiddelde seizoensverschil bedraagt 43 cm.
Twee van de zeven proefvlakken (32-6 en 7) kennen een duidelijk ander grondwater-verloop dan de andere. In deze proefvlakken zakt het grondwater in de zomer minder sterk weg. Zij lijken wat betreft hun grondwater-beweging veel meer op het *Calthion*. Opvallend is dat het ook juist deze proefvlakken uit de gemeenschap zijn die de grootste floristische verwantschap vertonen met een aantal *Calthion* proefvlakken. Wanneer de twee proefvlakken even buiten beschouwing gelaten worden is de gemiddelde laagste grondwaterstand in de zomer 62 cm beneden maaiveld. Het gemiddelde seizoensverschil bedraagt dan 54 cm.

Het *Ranunculo-Alopecuretum* (31) laat een nog veel sterkere grondwater-beweging tussen zomer en winter zien. De grondwaterstand wisselt bij deze proefvlakken tussen 11 cm boven en ca. 135 cm beneden maaiveld, maar een uitschieter tot onder 160 cm beneden maaiveld is waargenomen. Evenals bij het *Calthion* en het *Triglochino-Agrostietum* treedt in de winter een plasdras situatie op, met het grondwater op maaiveldnivo. Eén proefvlak (31-1) staat in de winter altijd gedurende lange tijd blank (ca. 12 cm water). In de zomer zakt het grondwater bij alle proefvlakken snel en diep weg waarbij de bovengrond soms zelfs iets uit kan drogen, in tegenstelling tot de hiervoor behandelde gemeenschappen.
De gemiddelde laagste grondwaterstand bedraagt omstreeks 91 cm beneden maaiveld, maar zoals eerder aangegeven is het ook voorgekomen dat de waterstand in de zomer tot onder de peilbuis (ca. 160 cm) zakte. Het gemiddelde seizoensverschil bedraagt 90 cm. Dit is beduidend meer dan bij het *Triglochino-Agrostietum*, zelfs wanneer bij die gemeenschap de twee proefvlakken met weinig seizoensverschil buiten beschouwing gelaten worden.

Een relatief lage grondwaterstand met weinig seizoens-beweging wordt aangetroffen bij het *Fritillario-Alopecuretum* (21). De grondwaterstand varieert hier gewoonlijk tussen 48 en 110 cm beneden maaiveld. De gemiddelde hoogste grondwaterstand is 67 en de gemiddelde laagste grondwaterstand 98 cm beneden maaiveld. Gemiddeld bedraagt het seizoensverschil slechts 31 cm.

De situatie bij het *Ericion* (52) is enigszins complex omdat hier vaak sprake is van stagnerend water. Dit bleek vooral in de zomer wanneer na een natte periode vaak een plasdras-situatie werd aangetroffen. De waterstand in een sloot op minder dan tien meter afstand was in deze gevallen echter altijd zeer laag, of de sloot lag zelfs droog. Dit betekent dus dat er bij het proefvlak sprake was van een "schijngrondwaterstand" en dat het werkelijke grondwater veel dieper zat. De oorzaak hiervan kan de aanwezigheid van een slecht doorlatende laag (zoals bijvoorbeeld keileem) zijn, maar kan ook gewoon veroorzaakt worden een slechte doorlaatbaarheid van het bodemmateriaal. Het verschijnsel trad met name op bij de proefvlakken 52-1, 2 en x, in mindere mate bij 52-3, en weinig bij 52-4 en 5.

Aangezien de werkelijke grondwaterstand in dergelijke gevallen niet met behulp van de grondwaterbuis was vast te stellen, is in de grafiek geen waarde uitgezet en werd de lijn geïnterpoleerd. Overigens moet opgemerkt worden dat een schijngrondwaterstand vegetatie-oecologisch gezien een zeer belangrijk gegeven is, welke binnen dit onderzoek kenmerkend is voor een aantal *Ericion* proefvlakken!
De grafiek van de proefvlakken van het *Ericion* laat in het algemeen een zeer grote grondwaterbeweging zien. De grondwaterstand varieert van boven maaiveld tot onder de peilbuizen (>160 cm). De gemiddelde hoogste grondwaterstand is 39 cm beneden maaiveld. De gemiddelde laagste grondwaterstand ligt rond de 162 cm beneden maaiveld, maar deze is moeilijk precies aan te geven omdat in een aantal gevallen niet vastgesteld kon worden hoe diep het grondwater werkelijk zakte en daarom op basis van aannames gewerkt is. Voor het gemiddelde seizoensverschil geldt dezelfde beperking, deze wordt op basis van dezelfde aannames geschat op ca. 123 cm. De genoemde getallen zijn bij deze gemeenschap echter nadrukkelijk gemiddelden van waarden met een zeer grote spreiding.
In de grafiek vallen de grote verschillen in grondwaterbeweging binnen het *Ericion* ook direct op. Proefvlakken 52-4 en 5 bijvoorbeeld staan in de winter steeds (grotendeels) onder water, 's zomers zakt het grondwater tot (ver?) beneden de 160 cm. Daarentegen varieert de grondwaterstand bij proefvlak 52-3 slechts tussen 74 en 110 cm beneden maaiveld. Dit proefvlak neemt een uitzonderingspositie in aangezien het waterpeil in de zomer niet zeer sterk daalt. (Overigens bleek dit proefvlak bij de analyse van het dendrogram, ook vegetatiekundig een uitzondering.) Het grondwaterverloop van de overige proefvlakken bevindt zich ergens tussen de genoemde uitersten. Proefvlakken 52-2 en x gedragen zich in de zomer als 52-3, in de winter zakt het water echter diep weg. Proefvlak 51-1 is 's winters plasdras en in de zomer zakt het water diep weg. De situatie lijkt in eerste instantie enigszins op die van 52-4 en 5. Er treedt hier echter zeer vaak een schijngrondwaterstand op en de vraag is zelfs of de wintersituatie niet ook een (langdurige) schijngrondwaterstand betreft. In dit geval zou de werkelijke grondwaterbeweging er waarschijnlijk meer uit zien als bij 52-2 en x.
Samenvattend moet nogmaals geconcludeerd worden dat waterstagnatie en schijngrondwaterstanden bij de proefvlakken van *Ericion* veel voorkomen en wellicht voor de vegetatie belangrijker zijn dan de werkelijke grondwaterstanden.

In de grafiek van het *Agropyro-Aegopodietum* (08) valt op dat het grondwater zich bij één proefvlak (08-1) permanent buiten het bereik van de grondwaterbuis bevindt. De zeer nabije slotgracht laat zien dat het grondwater ook altijd ver weg zit. In de verwante gemeenschap *Alliario-Chaerophylletum* (09) is dit vrijwel steeds het geval en het is daarom opvallend dat vooral proefvlak 08-1 vegetatiekundig overeenkomsten vertoont met deze gemeenschap. In het dendrogram groepeerde 08-1 zich met een *Alliario-Chaerophylletum* proefvlak. Proefvlak 08-3 is een bijzonder geval. Normaal gesproken is het grondwater hier buiten het bereik van de peilbuis. Rond kerst 1993 is het proefvlak (dat in de uiterwaarden van de IJssel ligt) echter

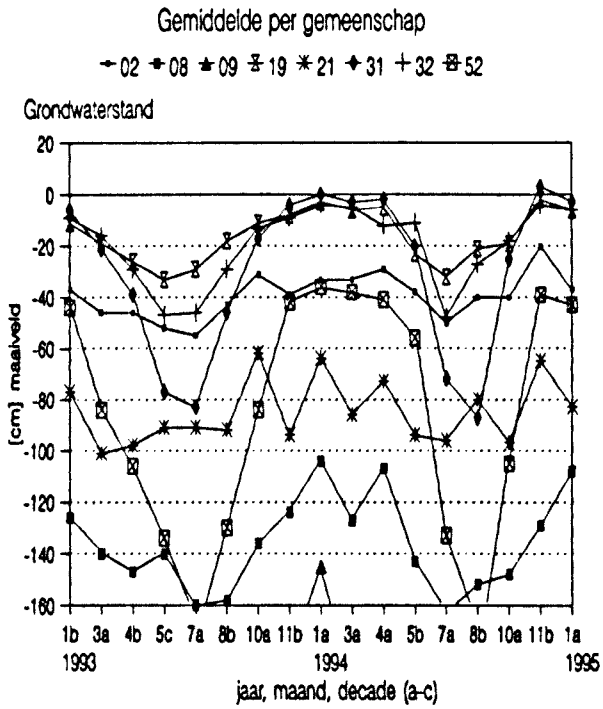
overstroomd geweest, resulterend in een hoge grondwaterstand in het bezoek daarna. In de grafiek is deze inundatie met een piek aangegeven, hoewel de exacte hoogte ervan niet bekend is. Uit waarnemingen in het veld blijkt echter dat het waarschijnlijk slecht om enkele centimeters ging.
Bij proefvlak 08-4 is het grondwater slechts één maal binnen bereik van de peilbuis geweest, maar de nabij aanwezige sloot geeft aan dat het grondwater nooit ver onder de peilbuis zal staan, en doet daarnaast vermoeden dat de bewegingen van de grondwaterstand niet groot zijn, evenals bij 08-1.
Proefvlakken 08-2 en 5 zijn de enige twee proefvlakken in deze gemeenschap waarbij het grondwater het gehele jaar met de peilbuizen te volgen is. Het zijn tevens vegetatiekundig de meest karakteristieke proefvlakken van deze gemeenschap, samen met 08-4 waar het grondwater niet ver onder de peilbuis zit. Bij beide proefvlakken (en daarmee bij alle proefvlakken van deze gemeenschap) zakt de grondwaterstand in de zomer onder de 125 cm beneden maaiveld. De GL-GWS is voor de beide proefvlakken 149 resp. 132 cm beneden maaiveld. De grondwaterstand in de winter is echter nogal verschillend. De GH-GWS bedraagt resp. 104 en 36 cm beneden maaiveld, waarbij echter ook waarden tot 20 cm beneden maaiveld voorkwamen.
Aangaande het *Agropyro-Aegopodietum* kan geconcludeerd worden dat de grondwaterstand in de winter zeer uiteenlopend is, maar in veel gevallen (zeker bij de goed ontwikkelde vormen) wel rond of hoger dan 160 cm beneden maaiveld. In de zomer zakt de grondwaterstand tot 125 cm of dieper weg. Hoewel een goede vochtvoorziening voor het *Agropyro-Aegopodietum* belangrijk is (veel meer dan voor het verwante *Alliario-Chaerophylletum*) staan de relatief lage grondwaterstanden dit blijkbaar niet in de weg. Hiervoor zijn naar alle waarschijnlijkheid zowel de kleiige bodems als de beschaduwde ligging verantwoordelijk.

De *Alliario-Chaerophylletum* proefvlakken (gemeenschap 09) vormen een apart verhaal. In de zomer bevindt de grondwaterstand zich consequent beneden de 160 cm onder maaiveld. In de winter geldt dit in principe ook, tenzij er sprake is van inundatie van het proefvlak of de omgeving ervan. De geselecteerde proefvlakken liggen namelijk alle aan de rand van (of in) het overstromingsgebied van Rijn en Maas. Het gevolg is dat vier van de vijf proefvlakken bij de hoge waterstanden van kerst 1993 onder water kwamen, een enkele ervan wel tot 1.5 m diep. De gepeilde grondwaterstanden geven dan ook alleen het wegzakkende grondwater na een dergelijke gebeurtenis weer. Daarom is de overstroming zelf in de figuur ook aangebracht, waarbij overigens de hoogte boven maaiveld niet op de juiste schaal ingetekend is.
Getalsmatige uitspraken zijn voor deze gemeenschap op basis van de verkregen gegevens vrijwel niet mogelijk. Er kan alleen opgemerkt worden dat de proefvlakken in feite volledig grondwater-onafhankelijk zijn en alleen een enkele maal in de winter geïnundeerd worden.

Voor figuur 3 zijn de grondwaterstanden per gemeenschap per ronde gemiddeld waarna het gemiddelde verloop voor alle gemeenschappen

in één grafiek weergegeven kon worden. Het verschil in grondwaterbeweging komt voor de diverse gemeenschappen goed naar voren. Bij de figuur moet aangetekend worden dat het berekenen van gemiddelden voor de gemeenschappen 52, 08 en 09 alleen mogelijk was door aannames te doen over de diepte van het grondwater wanneer deze voor enkele (niet alle) proefvlakken onder de 160 cm beneden maaiveld gedaald was. Verder zijn bij gemeenschap 09 en 08 de inundaties buiten beschouwing gelaten; alleen werkelijk gepeilde grondwaterstanden zijn gebruikt.

Figuur 3. Verloop van de gemiddelde grondwaterstand per gemeenschap.



5.1.1.2 Statistische verschillen

Om te kunnen onderzoeken welke verschillen statistisch significant zijn, is voor elk proefvlak het grondwaterstands-verloop beschreven met behulp van 4 variabelen: de gemiddelde grondwaterstand over alle bezoeken, de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GH-GWS), de gemiddelde laagste grondwaterstand (GL-GWS), en het gemiddelde seizoensverschil (GSV). Deze laatste is per proefvlak bepaald als het verschil tussen de GH-GWS en de GL-GWS. Het gemiddelde en het bereik van deze variabelen is voor de verschillende gemeenschappen te zien in tabel 9.

Tabel 9. Samenvatting van de grondwaterstandsbewegingen in de verschillende plantengemeenschappen. Boven in de tabel de grondwaterafhankelijke gemeenschappen, vervolgens de gemeenschap waarbij schijngrondwaterstanden optreden, daarna de minder of niet grondwaterafhankelijke gemeenschappen. Waarden in de tabel zijn cm beneden maaiveld, tenzij voorafgegaan door een plus-teken: GH-GWS = gemiddelde hoogste grondwaterstand, GL-GWS = gemiddelde laagste grondwaterstand, GSV = gemiddelde seizoensverschil.

Gemeenschap	Grondwaterstand extremen	Grondwaterstand normaal	Grondwaterstand gem.	GH-GWS bereik	GH-GWS gem.	GL-GWS bereik	GL-GWS gem.	GSV bereik	GSV gem.
02 *Filip*	7 - 75	15 - 71	39.6	15 - 45	27.6	32 - 71	53.6	16 - 38	25.6
19 *Calth*	+4 - 61	+1 - 56	15.7	+1 - 24	4.3	14 - 56	36.3	12 - 56	31.5
21 *Fritil*	41 - 119	48 - 110	85.0	48 - 78	67.4	77 - 110	98.4	21 - 37	31.0
31 *Ran-A*	+15 - >160	+11 - 135	29.4	+11 - 12	0.6	67 - 135	90.6	56 - ±136	89.8
32 *Trig-A*	+7 - 72	+6 - 67	19.4	+6 - 23	5.4	15 - 67	48.9	16 - 73	43.1
52 *Erici*	+15 - >160	+6 - >160	84.5	+6 - 80	38.5	110 - >160	>160.0	30 - >160	±123.0
08 *Aego*	+2 - >160	20 - >160	105.0	36 - >160	>119.0	132 - >160	>152.0	? - ?	?
09 *Chaer*	+150 - >160	? - >160	?	? - >160	?	>160 - >160	>160.0	? - ?	?

Op de genoemde variabelen (ongetransformeerd) is vervolgens een variantieanalyse uitgevoerd met als factor plantengemeenschap. Voor alle variabelen bleek dat zij significant ($p < 0.1\%$) op één of andere wijze met de plantengemeenschap samenhangen.
Vervolgens is met behulp van de "least significant difference" methode (LSD-methode) het verschil tussen gemeenschappen onderling getoetst. De toetsing was tweezijdig en had een onbetrouwbaarheidsdrempel van 1%.
Aangezien de gegevens van de gemeenschappen 08 en 09 niet compleet zijn en deze gemeenschappen bovendien in veel mindere mate grondwaterafhankelijk zijn dan de andere, zijn deze buiten de variantieanalyse gehouden. Hetzelfde geldt voor gemeenschap 52 waar de gegevens weliswaar completer zijn, maar onbetrouwbaarder vanwege het voorkomen van schijngrondwaterstanden. Daarbij hangt de vegetatie hier veel meer af van deze schijnwaterstanden dan van het werkelijke grondwater. De variantieanalyse is dus alleen uitgevoerd met de gemeenschappen 02, 19, 21, 31 en 32: de vochtige, onbeschaduwde, grazige en ruigtkruidengemeenschappen.
In tabel 10 zijn gemiddelden van de grondwater-variabelen per gemeenschap aangegeven en zijn de significant verschillende waarden te vinden aan de hand van de lettermarkering. Met dezelfde letter wordt steeds een zogenaamde homogene groep gemarkeerd: een groep gemeenschappen waarvan de gemiddelden onderling niet significant van elkaar verschillen. Gemiddelden verschillen alleen significant wanneer ze geen enkele letter overeenkomstig hebben.

Het blijkt dat er veel significante verschillen aan te wijzen zijn. Alleen gemeenschappen 19 en 32 blijken voor géén van de grondwaterstandsvariabelen significant te verschillen. Reden hiervoor is mede het eerder genoemde waterstands-verloop van de proefvlakken 32-6 en 7 die sterk op die van gemeenschap 19 lijken.

Tabel 10. Significantie-tabel van de gemiddelden per gemeenschap van de grondwaterstandsvariabelen. Twee waarden gemarkeerd met tenminste één overeenkomstige letter zijn onderling niet significant verschillend (p = 0.01). Waarden in cm beneden maaiveld: GH-GWS = gemiddelde hoogste grondwaterstand, GL-GWS = gemiddelde laagste grondwaterstand, GSV = gemiddelde seizoensverschil.

Gemeenschap	Grondwater gemiddelde	GH-GWS gemiddelde	GL-GWS gemiddelde	GSV gemiddelde
02 *Filip*	39.6 · b ·	27.6 · b ·	53.6 a ·	25.6 a ·
19 *Calth*	15.7 a · ·	4.3 a · ·	36.3 a ·	31.5 a ·
21 *Fritil*	85.0 · · c	67.4 · · c	98.4 · b	31.0 a ·
31 *Ran-A*	29.4 a b ·	0.6 a · ·	90.6 · b	89.8 · b
32 *Trig-A*	19.4 a b ·	5.4 a · ·	48.9 a ·	43.1 a ·

De wel significante verschillen zullen hieronder kort per gemeenschap besproken worden. Hierbij moet steeds in gedachten gehouden worden dat alleen de gemeenschappen 02,19,21,31 en 32 onderling vergeleken worden. Het gemiddelde seizoensverschil (GSV) vertoont alleen significante verschillen met het *Ranunculo-Alopecuretum* (31). Deze variabele zal daarom alleen bij deze gemeenschap in ogenschouw genomen worden.
De gemiddelde grondwaterstand verschilt bij het *Valeriano-Filipenduletum* (02) significant van de hogere stand bij gemeenschap 19 en van de lagere stand bij gemeenschap 21. De gemiddelde hoogste stand verschilt hier significant van zowel de gemeenschappen die in de winter plasdras zijn (19,31,32) als van gemeenschap 21 waar het grondwater in de winter dieper blijft. De gemiddelde laagste stand verschilt significant alleen van de stand bij de twee gemeenschappen waar het grondwater in de zomer diep zit: 21 en 31.
Bij het *Calthion* (19) verschilt de gemiddelde grondwaterstand significant van de lagere stand bij gemeenschappen 02 en 21. De gemiddelde hoogste stand (het *Calthion* is in de winter plasdras) verschilt ook significant van zowel gemeenschap 02 als 21. De gemiddelde laagste stand verschilt significant alleen van de stand bij de twee gemeenschappen waar het grondwater in de zomer diep zit: 21 en 31.
Bij het *Fritillario-Alopecuretum* (21) verschilt zowel de gemiddelde grondwaterstand als de gemiddelde hoogste grondwaterstand significant van de andere gemeenschappen (waar deze standen hoger zijn). De gemiddelde laagste stand verschilt alleen significant van die bij de gemeenschappen 02, 19 en 32.
Het *Ranunculo-Alopecuretum* (31) verschilt significant van alle er tegen getoetste gemeenschappen voor het gemiddelde seizoensverschil (GSV). De gemeenschap is in de winter plasdras en in de zomer zakt het grondwater zo diep weg dat de bodem aan de oppervlakte soms zelfs iets uit kan drogen (Sýkora, 1983). Door dit grote seizoensverschil is het weinig zinvol om bij deze gemeenschap naar de gemiddelde grondwaterstand te kijken. De gemiddelde hoogste stand verschilt significant van de gemeenschappen die in de winter niet plasdras zijn (02 en 21). De gemiddelde laagste stand verschilt alleen niet van die van gemeenschap 21.

Bij het *Triglochino-Agrostietum* (32) verschilt de gemiddelde grondwaterstand alleen significant van die bij gemeenschap 21 waar de stand lager is. De gemiddelde hoogste stand (plasdras) verschilt significant van de gemeenschappen die 's winters niet plasdras zijn: 02 en 21. De gemiddelde laagste stand verschilt alleen van de gemeenschappen waar het grondwater dieper komt: 21 en 31.

Samenvattend moet geconstateerd worden dat er binnen de grondwater-afhankelijke gemeenschappen grote en significante verschillen bestaan op het gebied van de grondwaterstand en het seizoensverloop daarvan.

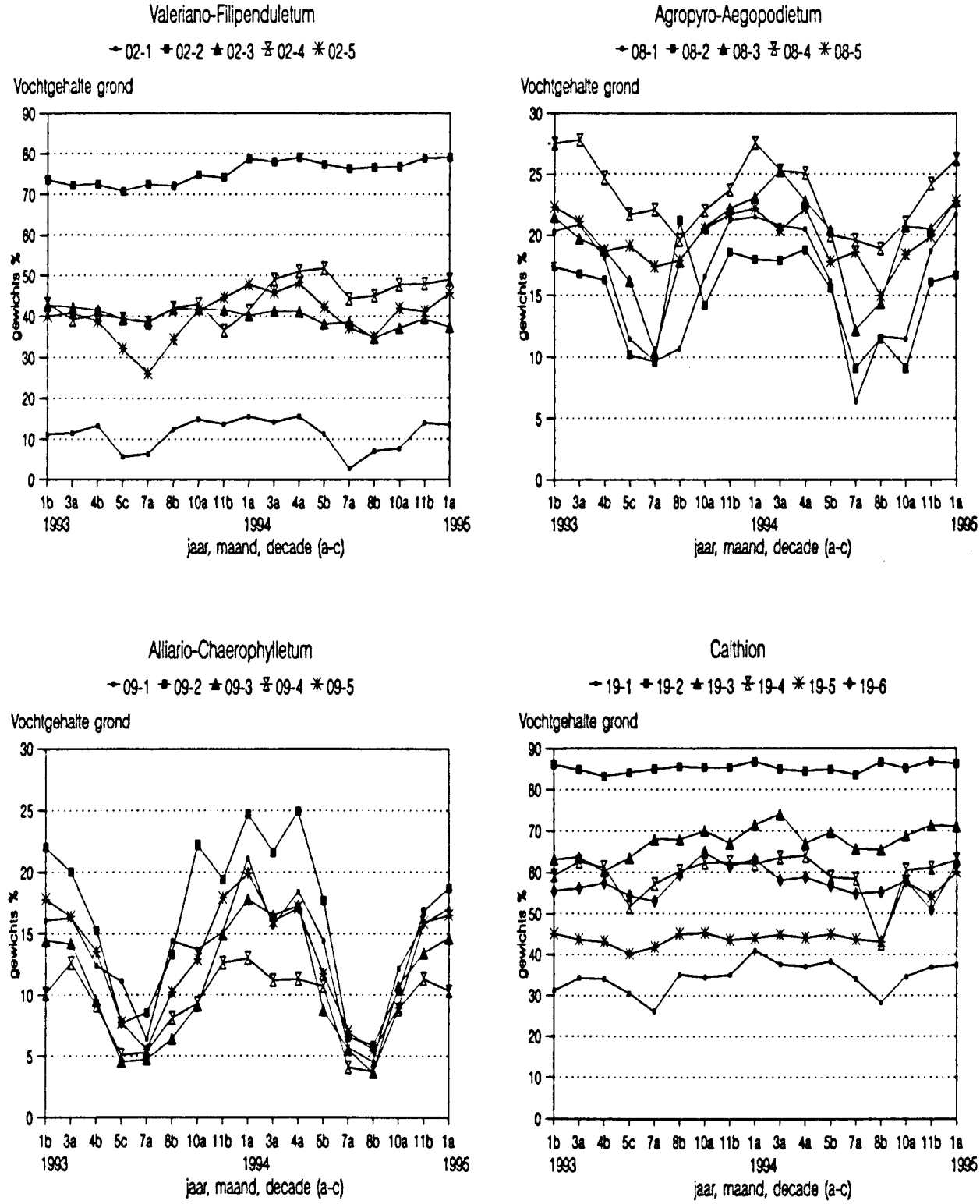
5.1.2 Vochtgehalte van de grond

Het vochtgehalte van de bodem wordt uitgedrukt als gewichtspercentage. Niet al het bodemvocht is bepaald: de waarden zijn bepaald via drogen bij 40° C.
Er moet opgemerkt worden dat aan de getallen en hun verloop slechts beperkte oecologische waarde toegekend kan worden. De vochtgehalten worden zeer sterk mede bepaald door het bodemmateriaal. Het vochtgehalte van een waterverzadigde veenbodem kan rond de 80 à 90% liggen, van een eveneens waterverzadigde kleigrond rond de 40 à 50%, en van een waterverzadigde zandgrond "slechts" rond de 20 à 25%. Aangezien het in alle drie gevallen om een waterverzadigde bodem gaat zal de beschikbaarheid van water voor de vegetatie niet wezenlijk verschillen, ondanks de enorme verschillen in vochtgehalte. De beschikbaarheid van water wordt vooral bepaald door de vochtspanning (zuigspanning). Deze hangt behalve van het vochtgehalte zeer sterk van het bodemmateriaal af, met name van de dichtheid en grootteverdeling van de bodemporiën. Een paar procent vocht kan in een zandgrond veel gemakkelijker voor de vegetatie beschikbaar zijn dan hetzelfde percentage vocht in een kleibodem. Het vergelijken van de absolute hoogte van de getallen over verschillende proefvlakken en gemeenschappen (verschillende bodems) moet dus met de nodige voorzichtigheid gebeuren.

5.1.2.1 Jaarverloop per gemeenschap

Ondanks de genoemde beperkingen kunnen de getallen binnen één proefvlak goed vergeleken worden. Hoewel de vochtgehalten ook hier niet simpelweg recht evenredig zijn met de beschikbaarheid van het vocht, geven de getallen waardevolle informatie over eventuele uitdroging van de bodem, en de duur ervan. Het zijn vooral de extremen die interessant zijn. Zo zal een sterke uitdroging zowel als een totale waterverzadiging van invloed zijn op vele bodemprocessen, waaronder bijvoorbeeld de mineralisatie. In figuur 4 is voor alle proefvlakken het verloop aangegeven van het vochtgehalte in de bodem. Om het verloop beter zichtbaar te kunnen maken is de verticale schaal per gemeenschap naar behoefte aangepast.

Figuur 4a. Verloop van het vochtgehalte over de tweejarige onderzoeksperiode. Elke grafiek toont de proefvlakken van één gemeenschap.



Aan de hand van de grafieken van figuur 4 wordt op de komende pagina's het jaarverloop van het vochtgehalte per plantengemeenschap kort besproken. Omdat het vochtgehalte sterk samen kan hangen met het bodemtype wordt ook daar soms kort aan gerefereerd.

Het *Valeriano-Filipenduletum* (02) laat vrijwel steeds een hoog vochtgehalte zien. Ook in de zomer treedt vrijwel geen uitdroging op. Proefvlak 02-1 valt op door een voor deze gemeenschap laag lijkend vochtgehalte. Het gaat hier echter om het enige proefvlak van de vijf met een zandige bodem, waardoor zelfs bij een eventuele waterverzadiging het vochtgehalte niet erg hoog zal zijn. Proefvlak 02-2 valt op door een zeer hoog vochtgehalte. De bodem bestaat bij dit proefvlak uit vrij "slap" veen. De bodem bij de andere proefvlakken van deze gemeenschap bestaat uit venig zand.

Bij het *Agropyro-Aegopodietum* (08) is er een duidelijk verschil in vochtgehalte over het jaar vast te stellen. De vochtgehalten in de zomer lopen uiteen van ca. 40 tot 70% van die in de winter.

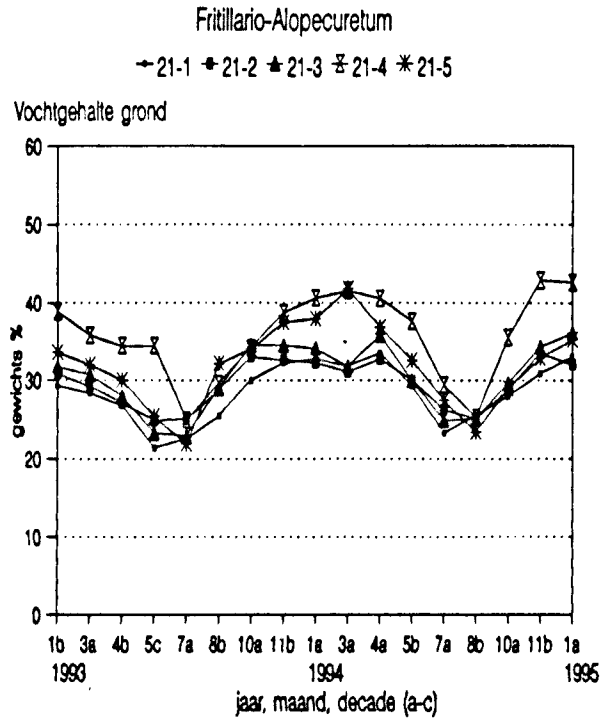
Bij het *Alliario-Chaerophylletum* (09) kan vastgesteld worden dat er duidelijk sprake is van uitdroging in de zomer. De vochtgehalten in de zomer zijn slechts ongeveer eenderde van die in de winter.

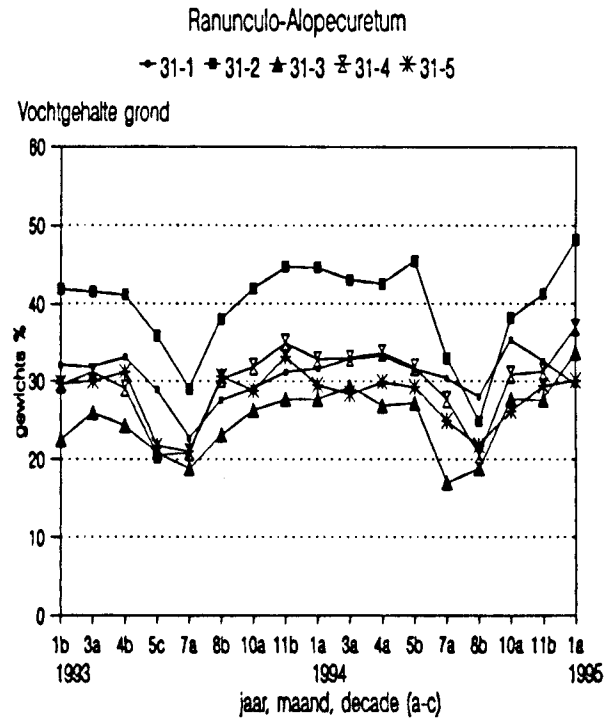
In het *Calthion* (19) is het vochtgehalte in het algemeen hoog. Daarnaast is er slechts een zeer klein verschil tussen zomer en winter vast te stellen. Proefvlak 19-1 valt op door een relatief laag vochtgehalte. Dit is het enige proefvlak in deze gemeenschap met een zuiver minerale bodem; de bodem bestaat uit zware klei. Proefvlak 19-2 valt op door een uiterst hoog vochtgehalte. De bodem bestaat hier uit zeer slap en waterig veen. Proefvlak 19-5 is het enige proefvlak waarvan de bodem in de winter niet waterverzadigd raakt. De bodem bestaat hier uit venig zand. Bij de resterende proefvlakken bestaat de bodem uit kleiig veen of licht zandig veen.

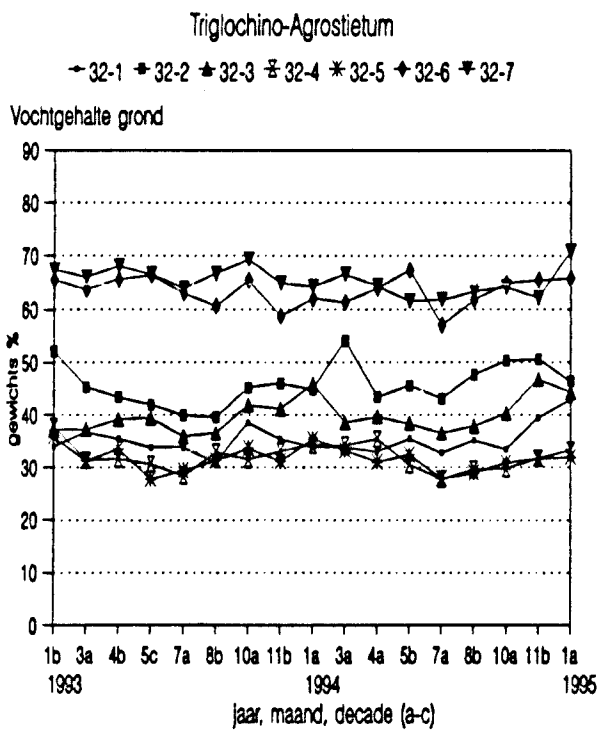
Het *Fritillario-Alopecuretum* (21) laat weer een duidelijk verschil tussen zomer- en winter-vochtgehalte zien. In het algemeen is het vochtgehalte in de zomer echter nog steeds ongeveer tweederde van het vochtgehalte in de winter. De twee proefvlakken waar de vegetatie wat ruiger en minder goed ontwikkeld is (21-4 en 5) lijken in het algemeen een iets hoger vochtgehalte te bezitten. De bodem bestaat bij deze proefvlakken echter ook uit ander materiaal, namelijk venig zand in plaats van uit lemig zand zodat dit niet zonder meer wil zeggen dat er voor de vegetatie ook meer vocht beschikbaar is.

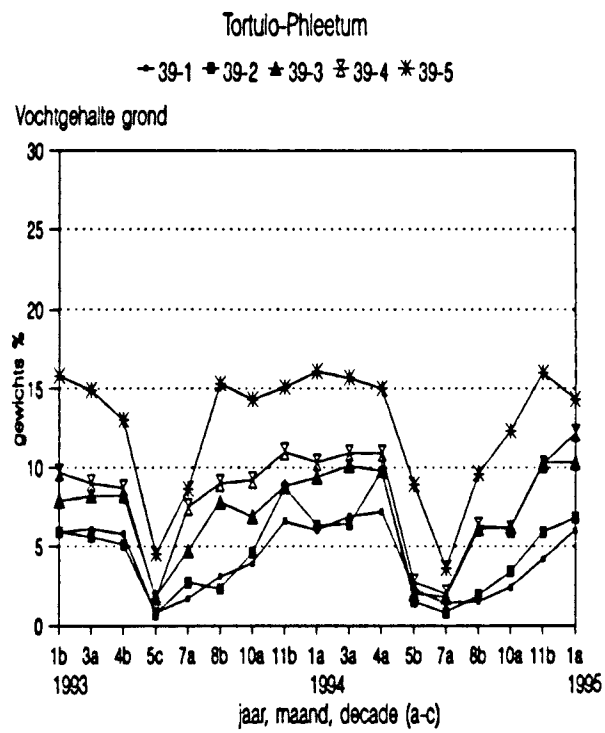
Bij het *Ranunculo-Alopecuretum* (31) is ook een duidelijk verschil tussen zomer- en winter-vochtgehalte te zien. Toch is het verschil niet zo sterk als op grond van waarnemingen in het veld verwacht zou worden. In de winter waren al deze proefvlakken immers steeds plasdras en was de grond dus waterverzadigd, terwijl het grondwater in de zomer diep wegzakte en de bovengrond daarbij oppervlakkig uit

Figuur 4b. Verloop van het vochtgehalte over de tweejarige onderzoeksperiode. Elke grafiek toont de proefvlakken van één gemeenschap.









leek te drogen. Zo zijn sporadisch ook scheuren in de klei geconstateerd. Uit de getallen blijkt echter dat deze uitdroging nooit erg sterk geweest is en waarschijnlijk ook inderdaad alleen oppervlakkig was. Het vochtgehalte in de zomer is in het algemeen nog steeds ongeveer tweederde van dat in de winter. De bodems van de proefvlakken bestaan steeds uit klei of zware klei die blijkbaar toch vrij lang een redelijk vochtgehalte weten te behouden. Door de grote zuigkracht van de klei zal dit water echter niet gemakkelijk beschikbaar zijn.

Bij het *Triglochino-Agrostietum* (32) is er van een verschil tussen zomer en winter nauwelijks sprake. Dit is in overeenstemming met het feit dat ook in het veld geconstateerd werd dat de bovengrond altijd vochtig blijft en nooit uitdroogt.
Wel vallen de afwijkende vochtgehalten op van 32-6 en 7. De bodem bij deze proefvlakken is veel sterker venig van karakter dan bij de andere vijf, waar het om zandig veen op zand gaat. Waar eerder al geconstateerd werd dat bij 32-6 en 7 het grondwater in de zomer niet veel daalt, zo blijkt nu ook het vochtgehalte in de zomer hier weinig te verschillen van dat in de winter.

Het vochtgehalte in het *Tortulo-Phleetum* (39) blijkt het gehele jaar door zeer laag te zijn. Samen met de *Spergulo-Corynephoretum* proefvlakken zijn het de droogste proefvlakken binnen dit onderzoek. De bodems bestaan hier steeds uit duinzand. Het toch al lage vochtgehalte loopt in de zomer vaak nog tot minder dan éénvijfde van het wintergehalte terug zodat grondmonsters hier soms letterlijk als los zand uit een grondboor lopen.
Eén proefvlak (39-5) valt op door een iets hoger vochtgehalte en een iets minder sterke uitdroging. Het blijkt hier te gaan om het proefvlak met de minst goed ontwikkelde vegetatie.

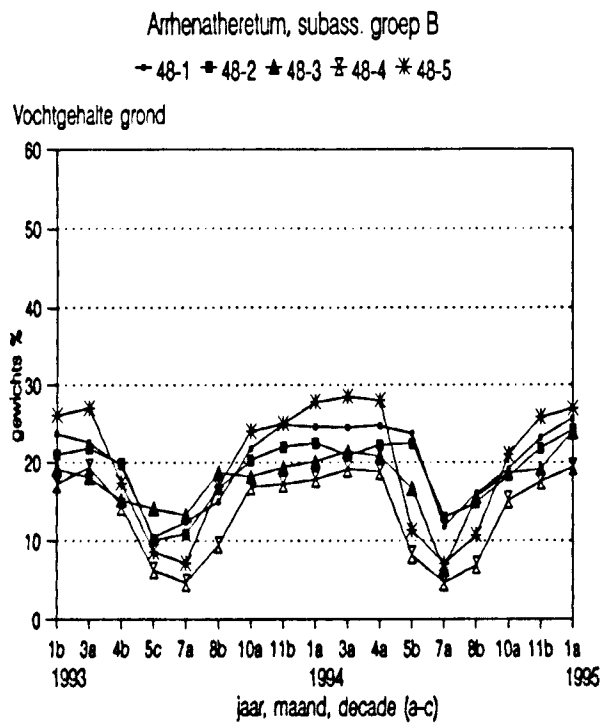
Het vochtgehalte in het *Arrhenatheretum* subassociatiegroep B (48) is tamelijk laag. Het laat daarnaast een duidelijk seizoensverloop zien; in de zomer treedt duidelijk enige uitdroging op. Het vochtgehalte in de zomer is in het algemeen de helft tot een kwart van dat in de winter.

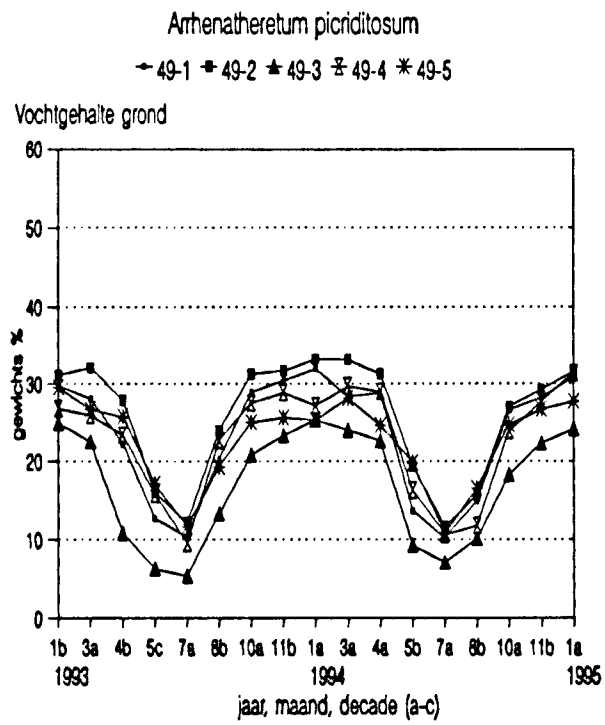
Het vochtgehalte in het *Arrhenatheretum picriditosum* (49) lijkt op dat van de vorige gemeenschap. Het vochtgehalte in de zomer is hier in de regel ongeveer eenderde van dat in de winter.

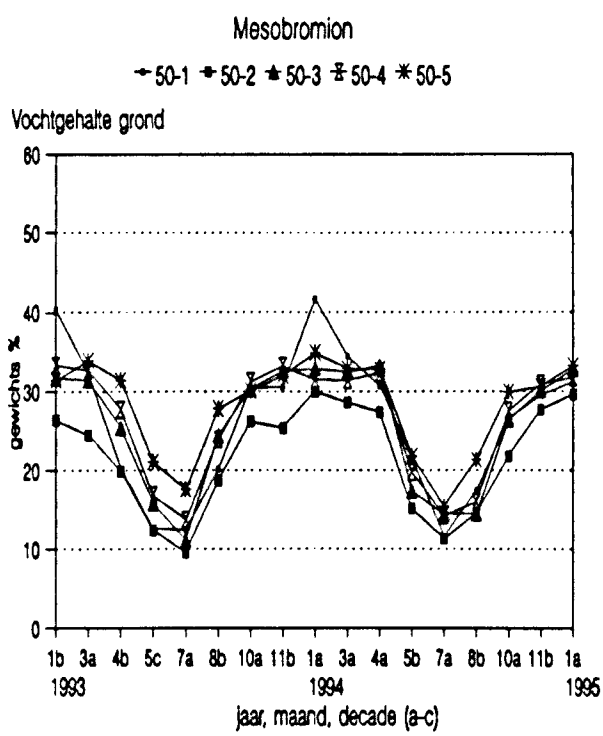
Ook het verloop van het vochtgehalte in het *Mesobromion* (50) lijkt sterk op dat van de vorige twee gemeenschappen (48 en 49). In de zomer treedt duidelijke uitdroging op tot de helft à eenderde van het vochtgehalte in de winter.

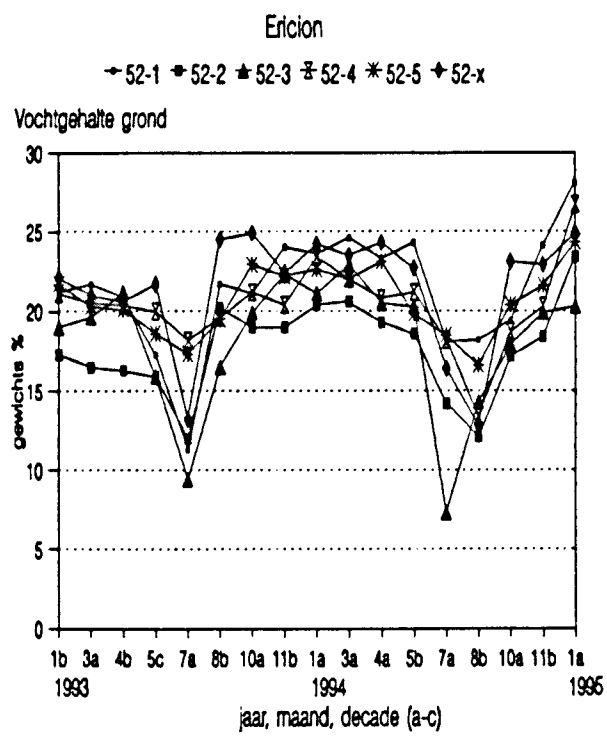
Opvallend bij de *Ericion* proefvlakken (gemeenschap 52) is dat er zelden sterke uitdroging in de zomer plaats vindt. De vochtgehalten in de zomer liggen in het algemeen nog steeds tussen tweederde en de helft van het gehalte in de winter. De reden is waarschijnlijk het ook in de zomer regelmatig optreden van waterstagnatie.
Proefvlak 52-3 is het enige proefvlak waarbij in de zomer uitdroging optreedt tot ongeveer 40% van het wintergehalte. Opvallend is dat

Figuur 4c. Verloop van het vochtgehalte over de tweejarige onderzoeksperiode. Elke grafiek toont de proefvlakken van één gemeenschap.

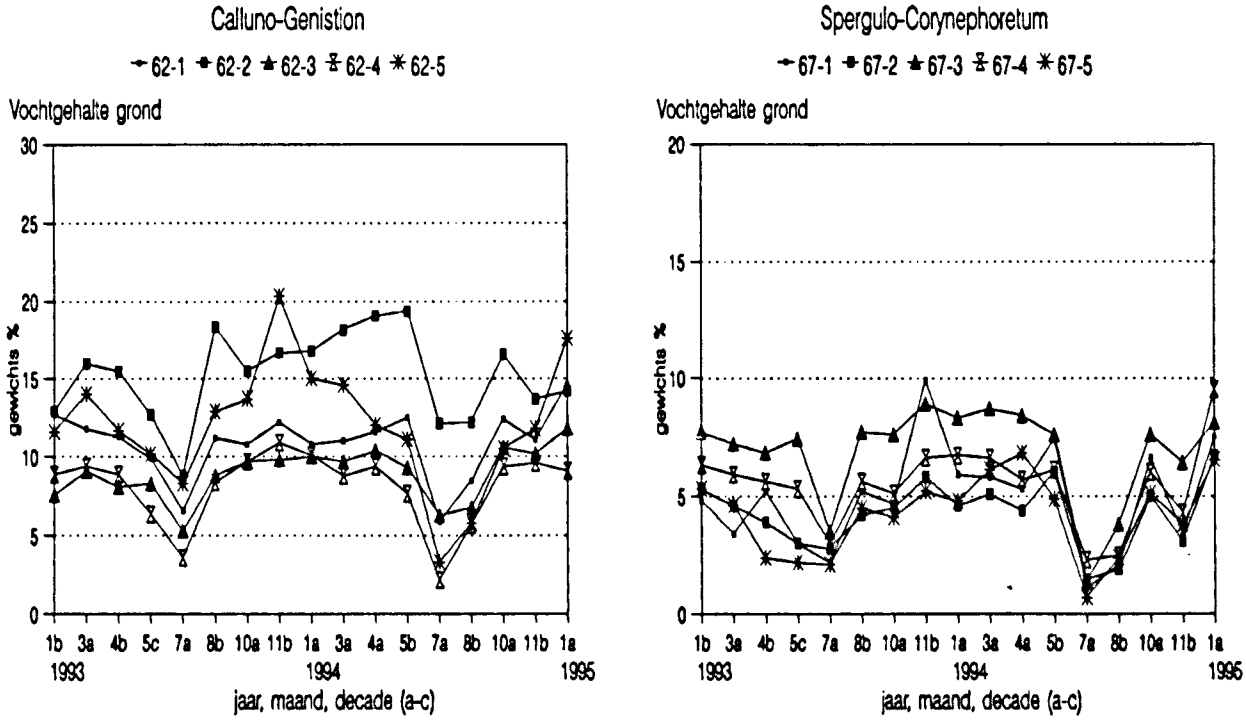








Figuur 4d. Verloop van het vochtgehalte over de tweejarige onderzoeksperiode. Elke grafiek toont de proefvlakken van één gemeenschap.

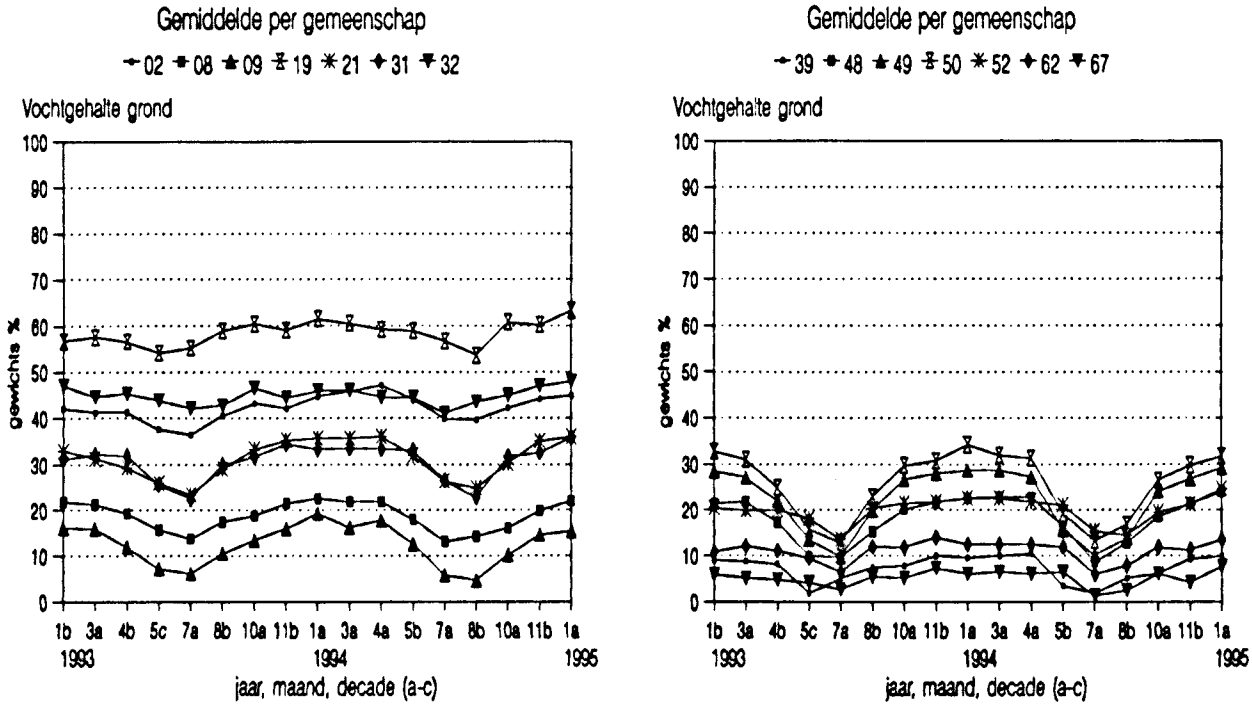


dit ook het enige proefvlak uit de gemeenschap was waarbij het grondwater in de zomer niet zeer diep weg zakte. Op basis van de hier gepresenteerde vochtgehalten kan verondersteld worden dat wanneer dit wel zou gebeuren het vochtgehalte in de zomer waarschijnlijk te ver terug zou lopen om nog geschikt te zijn voor een *Ericion* vegetatie. Nu al bevat dit proefvlak zeer veel *Calluna vulgaris* en werd in het dendrogram duidelijk dat het proefvlak de meest afwijkende binnen de groep was.

Het verloop van het vochtgehalte in de *Calluno-Genistion* proefvlakken (gemeenschap 62) laat enige uitdroging in de zomer zien, maar geen sterke. Het vochtgehalte in de zomer is in het algemeen ongeveer een derde tot iets meer dan de helft van die in de winter. De bodems bestaan steeds uit zand.
Proefvlak 62-2 valt op door een iets hoger vochtgehalte en een iets geringere uitdroging in de zomer. Opvallend is dan ook dat dit proefvlak binnen de gemeenschap afwijkend is in de zin dat *Molinia caerulea* er vrij veel voorkomt en *Carex panicea* er aangetroffen is, beide meer soorten van de vochtige heiden.

De proefvlakken van het *Spergulo-Corynephoretum* (67) zijn de droogste proefvlakken binnen dit onderzoek. De bodems bestaan hier steeds uit stuifzand. Het toch al lage vochtgehalte loopt in de zomer nog terug tot ongeveer een kwart of eenderde van dat in de winter zodat grondmonsters op die momenten net als bij het *Tortulo-Phleetum* als los zand uit een grondboor kunnen lopen.

Figuur 5. Verloop van het gemiddelde vochtgehalte per gemeenschap over de tweejarige onderzoeksperiode.



Voor weergave in figuur 5 zijn de vochtgehalten per gemeenschap gemiddeld. De verschillen in mate van uitdroging komen in deze figuur minder goed tot uiting omdat de extreme waarden die hiervoor belangrijk zijn niet steeds op hetzelfde moment vallen en daardoor enigszins uitmiddelen.
Door de uniforme verticale schaal wordt het verschil in gemiddeld vochtgehalte tussen de verschillende gemeenschappen echter beter zichtbaar. Eerder is echter al opgemerkt dat met de oecologische interpretatie hiervan zeer voorzichtig omgesprongen moet worden. Slechts enkele in het oog lopende verschillen en overeenkomsten zullen hieronder besproken worden.

Bij het *Alliario-Chaerophylletum* (09) kan vastgesteld worden dat de vochtgehalten in het algemeen iets lager liggen dan bij het *Agropyro-Aegopodietum* (08). Ook is er sprake van sterkere uitdroging bij gemeenschap 09. De bodems van de proefvlakken van gemeenschap 09 bestaan uit tamelijk grof zand, bij gemeenschap 08 uit zandige klei (lichte zavel).
De vochtgehalten van de gemeenschappen 48, 49 en 50 lijken sterk op elkaar. Het vochtgehalte in het *Arrhenatheretum picriditosum* (49) komt redelijk overeen met dat van het *Arrhenatheretum* subassociatiegroep B (48). Het vochtgehalte is in het *picriditosum* in de zomer vergelijkbaar, in de winter meestal zelfs een fractie hoger. Onverwacht is echter de hoogte van het vochtgehalte in het *Mesobromion* (50). Verwacht werd dat het vochtgehalte hier lager zou zijn dan in de twee *Arrhenatheretum* gemeenschappen, zeker in de zomer. Het tegenovergestelde blijkt (gemiddeld genomen) het geval,

al zijn de verschillen klein. Zowel in de zomer als in de winter is het vochtgehalte hoger. Of dit ook betekent dat de beschikbaarheid van vocht beter is dan die van de twee *Arrhenatheretum* gemeenschappen is niet zonder meer vast te stellen, het gaat immers om andere proefvlakken met ander bodemmateriaal.

Het vochtgehalte van de *Ericion* proefvlakken (gemeenschap 52) lijkt niet erg hoog, maar het gaat hier om zandige en lemige proefvlakken waarbij zelfs een waterverzadigde grond een relatief laag vochtgehalte heeft.

5.1.2.2 Statistische verschillen

Het onderzoeken van statistische verschillen tussen gemeenschappen is voor het vochtgehalte op zich weinig zinvol vanwege al eerder genoemde beperkingen bij de oecologische interpretatie van de verkregen waarden. De vochtgehalten worden immers zeer sterk bepaald door het bodemmateriaal. Het vochtgehalte van waterverzadigde grond kan binnen de proefvlakken van dit onderzoek uiteenlopen van 20 tot 90%, afhankelijk van het bodemtype.

Minder problematisch kunnen de proefvlakken (en dus de gemeenschappen) vergeleken worden voor wat betreft de mate van uitdroging in de zomer. Hiertoe is van elk proefvlak het gemiddelde laagste vochtgehalte gedeeld door het gemiddelde hoogste vochtgehalte. De verkregen waarde geeft het percentage vocht aan dat in de zomer over is van de hoeveelheid vocht die de bodem in de winter bevat. Wanneer dit percentage van 100% afgetrokken wordt, wordt een maat verkregen voor de uitdroging in de zomer (ten opzichte van het vochtgehalte in de winter).
Ook bij deze waarden moet in gedachten gehouden worden dat 50% uitdroging van een 's winters waterverzadigde grond een andere oecologische betekenis kan hebben dan dezelfde uitdroging bij een 's winters toch al niet zeer vochtige grond.

Omdat het bij de uitdroging om een fractie gaat is eerst een arcsinustransformatie toegepast (arcsin($\sqrt{x}$)) voor er statistisch mee gewerkt werd. Vervolgens is een variantieanalyse uitgevoerd met als factor plantengemeenschap. Er bleek dat de uitdroging significant op één of andere wijze met de plantengemeenschap samenhangt ($p < 0.1\%$). Daarna is met behulp van de "least significant difference" methode (LSD-methode) het verschil tussen gemeenschappen onderling getoetst. De toetsing was tweezijdig en had een onbetrouwbaarheidsdrempel van 1%.
In tabel 11 wordt per gemeenschap de gemiddelde uitdroging vermeld en wordt aangegeven of deze gemiddelden onderling significant van elkaar verschillen. Met letters worden de homogene groepen gemarkeerd. (Zie voor verdere uitleg de tekst bij tabel 10.) De gemeenschappen zijn gesorteerd op toenemende uitdroging.

De tabel spreekt eigenlijk voor zich. Het blijkt dat het *Tortulo-Phleetum* (39), het *Spergulo-Corynephoretum* (67), het *Alliario-*

Tabel 11. Significantie-tabel van de gemiddelde uitdroging per gemeenschap. Waarden gemarkeerd met tenminste één overeenkomstige letter zijn onderling niet significant verschillend (p = 0.01). Waarden zijn percentages uitdroging in de zomer ten opzichte van het in de winter aanwezige vocht.

Gemeenschap		Gemiddelde uitdroging	Homogene groepen
19	*Calthion*	15.9	a
32	*Triglochino-Agrostietum*	16.8	a b
02	*Valeriano-Filipenduletum*	26.2	a b c
21	*Fritillario-Alopecuretum*	32.3	b c d
31	*Ranunculo-Alopecuretum*	35.4	c d e
52	*Ericion*	41.5	c d e f
08	*Agropyro-Aegopodietum*	43.6	d e f g
62	*Calluno-Genistion*	54.7	e f g h
50	*Mesobromion*	60.2	f g h
48	*Arrhenatheretum* subass. B	61.7	g h
49	*Arrhenatheretum picriditosum*	66.2	h i
09	*Alliario-Chaerophylletum*	69.4	h i
67	*Spergulo-Corynephoretum*	71.0	h i
39	*Tortulo-Phleetum*	82.5	i

Chaerophylletum (09) en het *Arrhenatheretum picriditosum* (49) een groep van sterk uitdrogende gemeenschappen vormen, waarbij het *Tortulo-Phleetum* significant sterker uitdroogt dan alle gemeenschappen die niet tot deze groep behoren. Het is nu ook duidelijk dat het *Alliario-Chaerophylletum* significant sterker uitdroogt dan het verwante *Agropyro-Aegopodietum*. De uitdrogings-gemiddelden bij de gemeenschappen 48 (*Arrhenatheretum* subassociatiegroep B), 49 (*Arrhenatheretum picriditosum*) en 50 (*Mesobromion*) verschillen onderling niet significant van elkaar. De gemeenschappen met het minste verschil tussen zomer en winter-vochtgehalte zijn het *Calthion* (19), het *Triglochino-Agrostietum* (32) en het *Valeriano-Filipenduletum* (02). Uit deze groep verschilt het *Calthion* (19) significant van alle gemeenschappen die niet tot deze groep behoren.

5.1.3 Stikstofmineralisatie

De hier gepresenteerde resultaten van de mineralisatie betreffen steeds de netto-mineralisatie voor de minerale stikstof componenten. Het gaat dus om de in oplosbare vorm beschikbaar gekomen hoeveelheden NO_3^- en NH_4^+ samen. De onderlinge verhouding waarin deze elementen beschikbaar komen wordt op deze plaats niet besproken. Uiteraard zal het onder neutrale en basische omstandigheden vooral om NO_3^- gaan terwijl onder zure omstandigheden de mineralisatieprocessen vooral NH_4^+ zullen leveren. Aangezien de vorm waarin de vegetatie stikstof opneemt op dezelfde manier afhankelijk is van de zuurgraad, is het juist de som van beide elementen die de meeste oecologische betekenis heeft als voedselrijkdoms-maat voor het element stikstof.

5.1.3.1 Jaarverloop per gemeenschap

In figuur 6 wordt (per gemeenschap) voor elk proefvlak het verloop van de stikstofmineralisatiesnelheid over de onderzoeksperiode weergegeven. Bij de grafieken moeten een aantal kanttekeningen geplaatst worden. Op de horizontale as staan nu geen tijdstippen (zoals in de voorgaande grafieken voor het grondwater of het vochtgehalte), maar de perioden tussen de veld-rondes. De weergegeven mineralisatie betreft steeds de gemiddelde mineralisatiesnelheid over de bewuste periode. De meest zuivere manier om deze gegevens te presenteren zou zijn met behulp van een staafdiagram. Het is met staafdiagrammen echter niet mogelijk om in één grafiek voor meerdere proefvlakken tegelijk het jaarverloop goed weer te geven, ook niet wanneer met drie-dimensionale suggestie in de grafiek gewerkt wordt. Daarom is voor weergave in lijngrafieken gekozen, die evenwel de suggestie zouden kunnen wekken dat het om puntwaarnemingen gaat hetgeen nadrukkelijk niet het geval is. De horizontale as suggereert daarnaast een steeds exact gelijke periodelengte. De werkelijke lengte van de periode verschilt echter van 5 tot 8 weken, afhankelijk van de in het bewuste seizoen verwachtte stikstofmineralisatie.
Op de verticale as van de grafieken staat de mineralisatiesnelheid in grammen stikstof per dag per hectare in de bovenste decimeter grond. Dit is de gemiddelde mineralisatiesnelheid over de bewuste periode, waarbij per proefvlak rekening gehouden is met de werkelijke lengte van de periode. De gemeten totale mineralisatie in de periode is steeds gedeeld door de exacte duur van de periode voor het betreffende proefvlak.
De verticale schaal is voor alle grafieken hetzelfde gehouden om de onderlinge vergelijkbaarheid te bevorderen. Extreme waarden konden hierdoor buiten de grafiek vallen. In dergelijke gevallen is de exacte waarde buiten de grafiek vermeld.

Van de verschillende periodes waarmee het jaarverloop beschreven wordt, is in tabel 12 de gemiddelde begin- en einddatum aangegeven en de gemiddelde lengte van de periode. De exacte begin- en einddatum is van proefvlak tot proefvlak verschillend, maar deze wijkt in de meeste periodes hooguit 3 à 4 dagen van de aangegeven datum af, een aantal keer hooguit 5 à 6 dagen en één keer tot hooguit 8 à 9 dagen. De exacte lengte van de periode verschilt ook per proefvlak maar wijkt in de meeste gevallen hooguit 3 à 4 dagen van de aangegeven gemiddelde lengte af. In een enkel uitzonderingsgeval loopt dit echter op tot 8 à 10 dagen.
Ook is in tabel 12 aangegeven met welke omschrijving (in termen van het seizoen) in de tekst naar de rondes gerefereerd zal worden om te voorkomen dat steeds een cryptische verwijzing naar het rondenummer gemaakt moet worden. Bij deze omschrijving wordt onder andere een onderscheid gemaakt tussen de perioden "vroege voorjaar" en "lente", "voorzomer" en "zomer", en "nazomer/ vroege-herfst" en "najaar". In dit verslag worden deze termen strikt gebruikt in de zin van de nauwe omschrijving die tabel 12 er aan geeft.

Tabel 12. Mineralisatierondes; omschrijving van het seizoen, de gemiddelde begin- en einddatum, de gemiddelde lengte van de ronde in dagen, en een karakterisering van de periode met betrekking tot de gemiddelde temperatuur en totale neerslaghoeveelheid (ten opzichte van de normale waarden voor dat tijdvak).

Periode nummer	Omschrijving van het seizoen	Gemiddelde begin- en einddatum	Gem. lengte	Gemiddelde temperatuur	Totale neerslag
1993					
1	winter	15-jan tot 05-mrt	49	vrij zacht	vrij droog
2	vroege voorjaar	05-mrt tot 11-apr	37	vrij zacht	zeer droog
3	lente	11-apr tot 26-mei	45	zéér warm	vrij droog
4	voorzomer	26-mei tot 09-jul	44	warm → koel	droog
5	zomer	09-jul tot 18-aug	40	koel	zeer nat
6	nazomer/ vroege-herfst	18-aug tot 06-okt	49	koel	nat
7	najaar	06-okt tot 14-nov	39	vrij koud	normaal
8	winter	14-nov tot 07-jan	55	zeer koud → zacht	zéér nat
1994					
1	winter	07-jan tot 04-mrt	55	zacht → koud	normaal
2	vroege voorjaar	04-mrt tot 09-apr	36	vrij zacht	nat
3	lente	09-apr tot 19-mei	40	iets warm	vrij droog
4	voorzomer	19-mei tot 01-jul	43	iets koel	vrij droog
5	zomer	01-jul tot 15-aug	45	zéér warm	droog
6	nazomer/ vroege-herfst	15-aug tot 01-okt	47	normaal	zeer nat
7	najaar	01-okt tot 17-nov	47	iets koel → warm	nat
8	winter	17-nov tot 05-jan	49	zacht	vrij nat

Voordat op het jaarverloop van de mineralisatie ingegaan kan worden moet ook aandacht besteed worden aan het weer in de twee onderzoeksjaren. In tabel 12 wordt van elke periode een korte karakterisering gegeven van het weer, zowel met betrekking tot de temperatuur als de hoeveelheid neerslag. Deze karakterisering wordt gegeven ten opzichte van de normale waarden voor die periode.

Het jaar 1993 was gemiddeld genomen iets aan de warme kant, en tamelijk nat (Heijboer, 1993-1994). Vooral de duur van de regen was dat jaar uitgesproken groot, de langste sinds 1930. In de eerste helft van het jaar waren de temperaturen steeds beduidend hoger dan normaal en was het droog. Vooral maart was zeer droog en zonnig, april was zeer warm. De meteorologische lente (de periode van vroege voorjaar en lente samen) behoorde tot de warmste van deze eeuw. In de tweede helft van het jaar (na 11 juni) werd het kouder en natter dan normaal. Vooral juli, september en december waren zeer nat.
Het jaar 1994 was een zeer warm en zeer nat jaar (Heijboer, 1994-1995). De maanden juli en november waren warmer dan ooit sinds het begin van de metingen in 1706. September en oktober waren zeer nat, en ook in december viel er beduidend meer neerslag dan normaal.

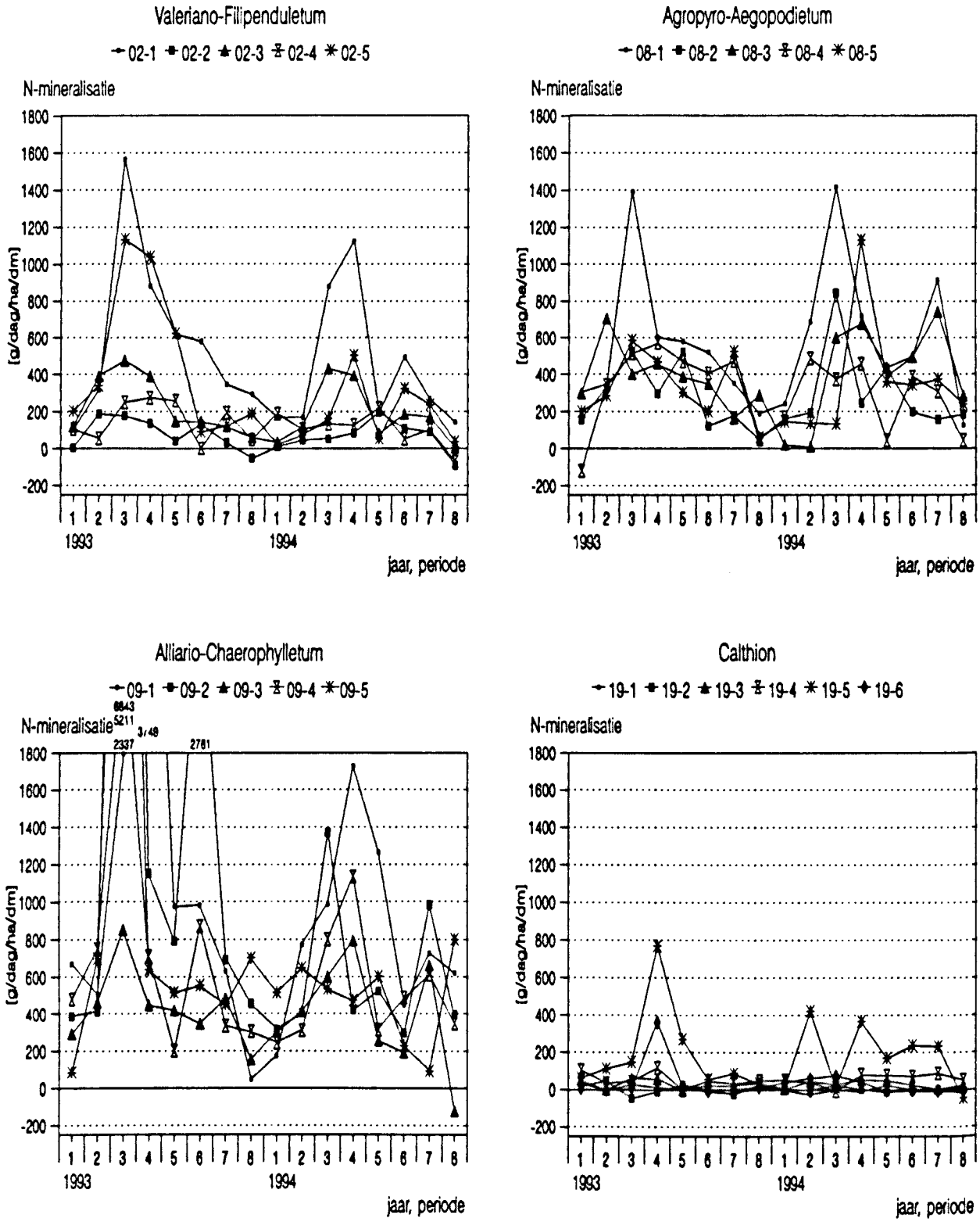
Aan de hand van de grafieken van figuur 6 wordt op de komende pagina's het jaarverloop van de N-mineralisatie per plantengemeenschap besproken, waarbij vanzelfsprekend het verband met de weerssituatie aan de orde komt. De grafieken lijken soms wat "rom-

melig" omdat bij elk proefvlak de situatie nu eenmaal anders is, elk proefvlak op andere momenten beïnvloed wordt door gebeurtenissen als maaien en ruimen van het maaisel, en ook weersinvloeden van plek tot plek sterk kunnen verschillen (denk aan de grote lokale verschillen in neerslaghoeveelheid wanneer de neerslag een buiig karakter heeft). Toch is het redelijk goed mogelijk het verloop van de mineralisatie met behulp van het soort gemeenschap en de weerssituatie te begrijpen.

Bij het *Valeriano-Filipenduletum* (02) valt op dat de stikstofmineralisatiesnelheid sterk verschilt van proefvlak tot proefvlak. Over het geheel genomen is de mineralisatie echter vrij hoog. Dit is in overeenstemming met de verwachting aangezien het hier om een ruigtkruidengemeenschap gaat.
Een piek in de mineralisatie treedt meestal op in de lente en de voorzomer, tussen half april en eind juni. Na de piek ligt de mineralisatie lager en deze neemt verder in het groeiseizoen steeds verder af. In 1994 is er sprake van een duidelijke inzinking in de hete en droge zomerperiode. Er volgt daarna bij een aantal proefvlakken een lichte opleving in de perioden nazomer/vroege-herfst en najaar (tussen half augustus en half november) wanneer het minder droog is. In de winter is de mineralisatie vrij gering, maar staat zeker niet stil.
De lage mineralisatie bij proefvlak 02-2 is te wijten aan de zeer natte condities. Dit proefvlak kent binnen de gemeenschap de hoogste grondwaterstand en het hoogste vochtgehalte van de grond. De mineralisatie heeft hier de hoogste waarden in de droogste perioden. De hoge mineralisatie in de lente bij proefvlak 02-1 hangt zeer waarschijnlijk samen met de relatief lage grondwaterstand en de goede doorluchting van de bodem die in dit geval uit zand bestaat.

Bij het *Agropyro-Aegopodietum* (08) is de mineralisatiesnelheid hoog. Het gaat ook hier om een ruigtkruidengemeenschap. In het algemeen is de mineralisatie zelfs iets hoger dan bij de vorige gemeenschap en iets gelijkmatiger over het jaar verdeeld. Toch is er ook bij deze gemeenschap duidelijk sprake van een lente-piek tussen half april en eind juni. In het verdere groeiseizoen neemt de mineralisatie wel iets af, maar minder sterk dan bij de vorige gemeenschap. Dit kan mede veroorzaakt worden door de temperende werking van de bomen op de temperatuur en de droogte. Ondanks deze temperende werking treedt ook in deze gemeenschap in 1994 een inzinking in de mineralisatie op in de hete en droge zomerperiode. Deze wordt gevolgd door een opleving in de nazomer/vroege-herfst (tussen half augustus en september), en vooral in het najaar (oktober tot half november). De opleving in het najaar zou mede samen kunnen hangen met bladval van de bomen.
In de winter is de mineralisatiesnelheid laag, maar nog steeds hoger dan in de vorige gemeenschap. Ook dit zou samen kunnen hangen met een minder extreme afkoeling door de beschuttende werking van de bomen.

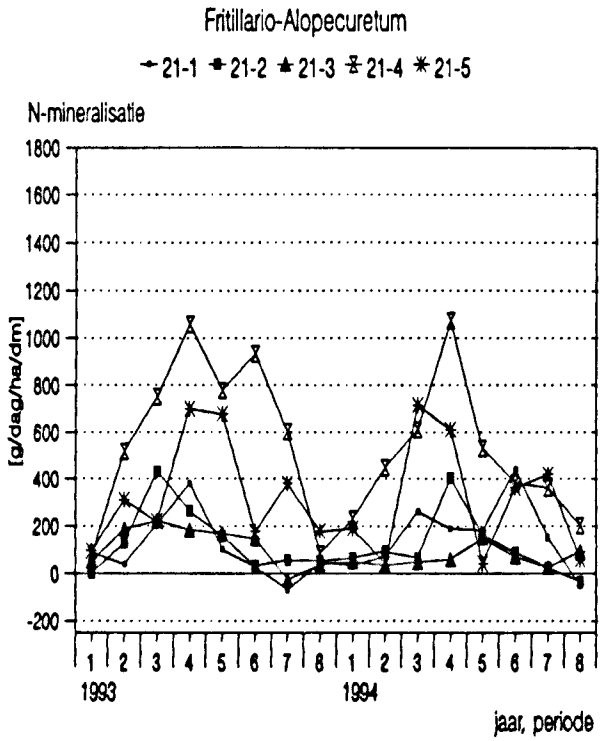
Figuur 6a. Verloop van de stikstofmineralisatie over de tweejarige onderzoeksperiode. Elke grafiek toont de proefvlakken van één gemeenschap.

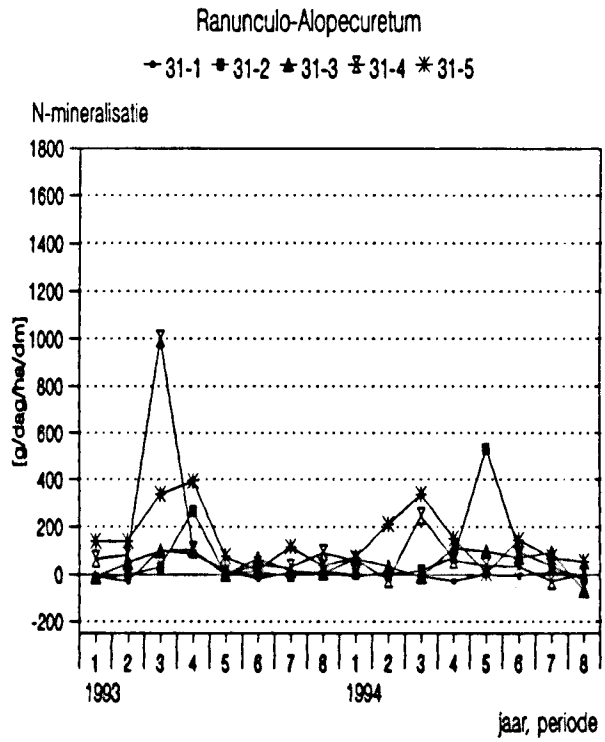


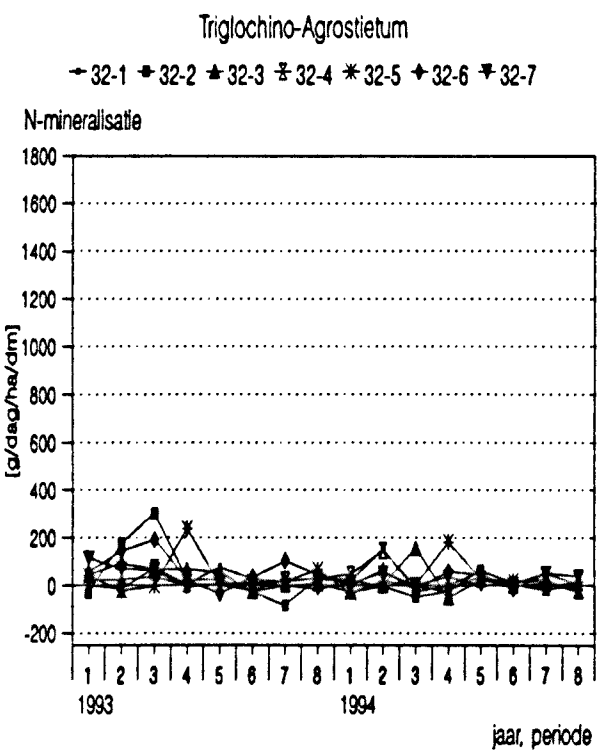
Zeer hoge N-mineralisaties treden op bij het *Alliario-Chaerophylletum* (09). Net als bij de vorige gemeenschap gaat het hier om een (half-) beschaduwde ruigtkruidengemeenschap. De mineralisatie ligt echter beduidend hoger dan bij de vorige gemeenschap. Het is interessant om op te merken dat juist het proefvlak van de vorige gemeenschap dat de meeste overeenkomsten met het *Alliario-Chaerophylletum* vertoonde (08-1) het proefvlak is dat aldaar de hoogste mineralisatie liet zien.
De vorm van het jaarverloop volgt in grote lijnen die van de vorige gemeenschap waarbij de mineralisatie hier gemiddeld genomen vrijwel steeds op een hoger nivo ligt. Vooral in de lente en de voorzomer van 1993 lopen de waarden tot extreem grote hoogte op. Hierbij moet in gedachten gehouden worden dat de lente van dit jaar extreem warm was. Blijkbaar is juist in deze gemeenschap de gevoeligheid voor de temperatuur zeer belangrijk.
In beide jaren treedt na de piek in lente en voorzomer een sterke afname van de mineralisatie op. In beide jaren volgde daarop later weer een opleving. Het is moeilijk te zeggen of (en op welke wijze) dit samenhangt met het weer in de betreffende periodes vanwege de complicerende factor van de beschutting door bomen. Daarnaast verschilt het verloop ook enigszins van proefvlak tot proefvlak. Toch bestaat de indruk dat de inzinking vooral optreedt in de meest natte, koele en sombere periode na de piek in de lente en voorzomer. Ook dit wijst op een sterke temperatuursafhankelijkheid van de mineralisatie in deze gemeenschap.
In de winter is de mineralisatiesnelheid tamelijk laag, maar nog steeds vergelijkbaar met het "dieptepunt" in de nazomer en vroege herfst van 1994. Deze "lage" mineralisatie in de winter is dan ook veelal hoger dan de mineralisatie die de proefvlakken van een aantal andere gemeenschappen tijdens hun piek bereiken.

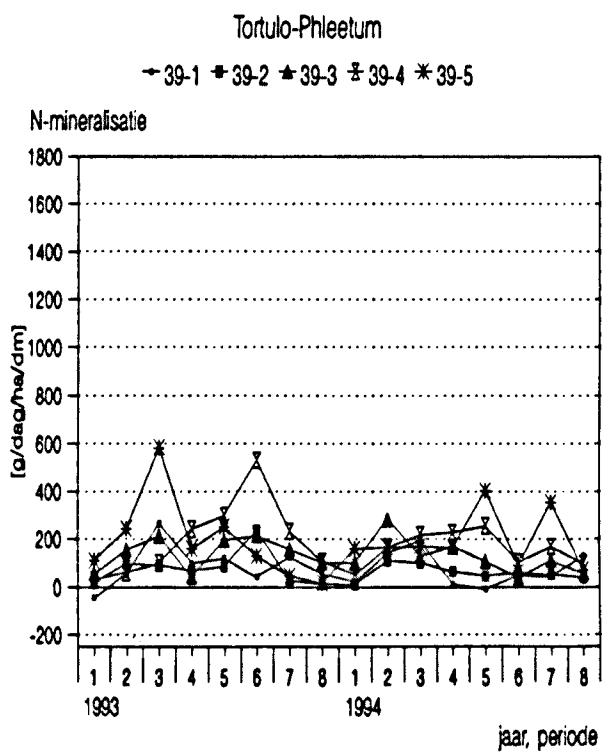
In het *Calthion* (19) blijkt de mineralisatie uiterst gering te zijn. Vooral de mineralisatie bij de proefvlakken 19-1 en 2 is opvallend laag. Eén proefvlak (19-5) vertoont een duidelijk hogere mineralisatie dan de andere. Het was dit proefvlak dat al eerder de aandacht trok als meest ruige proefvlak binnen de gemeenschap en als enige proefvlak waarbij het grondwater in de winter niet tot aan het maaiveld steeg. Daarnaast is dit proefvlak gedurende periode 6 van 1994 door werkzaamheden verstoord, hetgeen de afwijkende (verhoogde) mineralisatie vanaf dat moment kan verklaren.
Bij de andere proefvlakken is de mineralisatie steeds uiterst laag op een lichte piek na in de voorzomer van 1993. De reden voor deze zeer lage mineralisatie moet waarschijnlijk gezocht worden in de hoge waterverzadiging van de bodem. In de winter treedt een plasdras situatie op met een volledig waterverzadigde bodem. In de anaërobe situatie die dit tot gevolg heeft zijn de mogelijkheden voor mineralisatieprocessen zeer beperkt. Hoewel het grondwater in de zomer wel iets zakt is dit waarschijnlijk meestal niet genoeg om voldoende zuurstof in de bodem toe te laten. Hierop wijzen ook de resultaten ten aanzien van het vochtgehalte in de bodem. Geconstateerd werd immers dat in het *Calthion* het vochtgehalte in de zomer nauwelijks lager was dan dat in de winter. Het *Calthion* was de gemeenschap met de minste wisseling in vochtgehalte. De lichte piek

Figuur 6b. Verloop van de stikstofmineralisatie over de tweejarige onderzoeksperiode. Elke grafiek toont de proefvlakken van één gemeenschap.









in de voorzomer van 1993 wijst er op dat de droogte in de eerste helft van dat jaar zo groot geweest is dat toch in enkele gevallen een opleving in de mineralisatie op kon treden.

Bij het *Fritillario-Alopecuretum* (21) valt direct op dat twee proefvlakken binnen deze gemeenschap een beduidend hogere mineralisatie kennen dan de overige drie. Het gaat hier om de al eerder besproken proefvlakken 21-4 en 5, die floristisch enige overeenkomsten vertonen met het *Valeriano-Filipenduletum*. De mineralisatie is bij deze twee proefvlakken echter zelfs hoger dan bij het *Valeriano-Filipenduletum*. Het nivo ligt in het algemeen tussen dat van de ruigtkruidengemeenschappen 08 en 09. De mineralisatie van de overige drie proefvlakken (de vegetatiekundig best ontwikkelde) is daarentegen als laag te typeren.
De vorm (niet de hoogte) van het jaarverloop, is van alle proefvlakken wel vergelijkbaar en komt vrij goed overeen met die bij het *Valeriano-Filipenduletum*. Het is dan ook opvallend dat beide gemeenschappen een vergelijkbaar verloop in grondwaterstand en vochtgehalte van de grond kennen. Bij beide gemeenschappen treden geen plasdras situaties op en beide gemeenschappen kennen slechts een gering verschil tussen de grondwaterstand in de zomer en die in de winter. De uitdroging van de bodem in de zomer is bij beide gemeenschappen gering (ca 33%). Alleen bevindt zich bij het *Fritillario-Alopecuretum* het grondwater verder beneden maaiveld en ligt het vochtgehalte er over het geheel genomen lager.
De piek in de mineralisatie valt voor deze gemeenschap weer in de lente en de voorzomer, met de hoogste waarden meestal in de periode eind mei tot en met juni. In 1994 treedt een afname op in de warme en droge zomerperiode, en een opleving in de periode van half augustus tot half november. In de winter is de mineralisatie laag, maar zeker niet verwaarloosbaar.

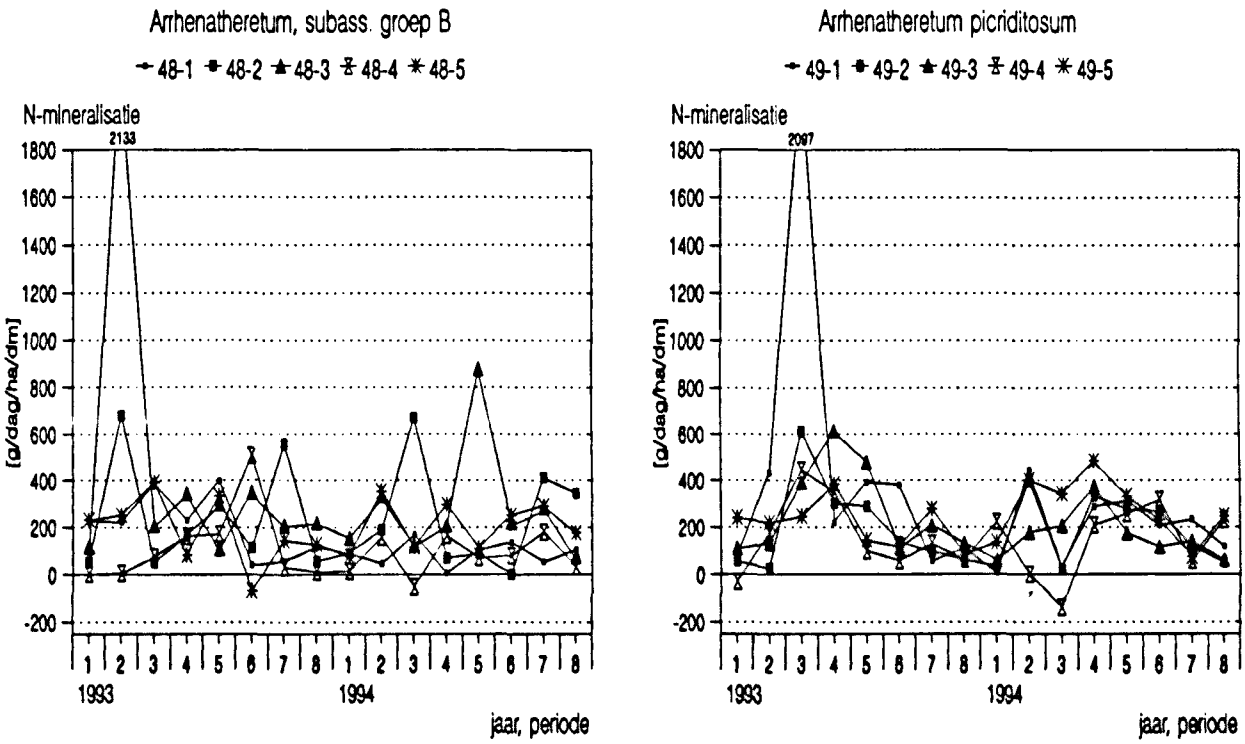
Het *Ranunculo-Alopecuretum* (31) valt op door een lage mineralisatie, met slechts enkele bescheiden pieken daarin. Deze pieken treden vooral op in de lente en de voorzomer.
De proefvlakken zijn in de winter plasdras waardoor er in die periode vrijwel geen mineralisatie op treedt. In de maanden april tot en met juni zakt het grondwater tot behoorlijk grote diepte weg. Deze situatie is waarschijnlijk aanleiding tot een betere zuurstofvoorziening in de bodem en verklaart daarmee de hogere mineralisatiesnelheid in die perioden. Het grondwater komt in deze gemeenschap meestal al in de vroege herfst weer sterk op, daarmee te natte situaties creërend voor mineralisatie van enige betekenis.
De grote hoeveelheid neerslag in de tweede helft van 1993 maakte al in de zomerperiode een abrupt einde aan de betere zuurstofvoorziening in het voorjaar en daarmee aan de hogere mineralisatie.
De piek voor één van de proefvlakken in de zomer van 1994 is geheel in overeenstemming met het warme en droge karakter van deze periode. In dat jaar werd het pas in de nazomer/vroege-herfst erg nat, en de mineralisatie is pas vanaf dat moment weer laag.
Proefvlak 31-1 valt op door een zeer lage mineralisatie. Dit is het proefvlak dat in de herfst, winter en lente meestal gedurende een zeer lange periode onafgebroken onder water staat.

De mineralisatie bij het *Triglochino-Agrostietum* (32) is uiterst laag, het laagst van alle hier onderzochte gemeenschappen. De situatie lijkt sterk op die bij het *Calthion*, de andere gemeenschap met zeer lage mineralisatie. Alleen in de lente treden enkele bescheiden pieken op, in de rest van het jaar is de mineralisatie verwaarloosbaar. In beide jaren was de tweede helft van het jaar ook zeer nat. Wanneer bedacht wordt dat behalve de mineralisatie ook het verloop van het grondwater zeer vergelijkbaar is met het *Calthion* en de mate van uitdroging van de bodem eveneens, dan hoeft het geen verbazing te wekken dat de vegetatie van sommige *Triglochino-Agrostietum* proefvlakken een hoge verwantschap vertonen met het *Calthion*.

Het eerste dat opvalt bij het *Tortulo-Phleetum* (39) is dat de mineralisatie gemiddeld genomen vrij laag is. Toch is zij niet zo laag als voor deze gemeenschap verwacht zou kunnen worden op grond van het feit dat het hier gaat om een laagproduktieve pioniersvegetatie op schraal en droog duinzand. Daarnaast is bij de bespreking van het vochtgehalte in de bodem vastgesteld dat de uitdroging bij deze gemeenschap uiterst sterk is. Daarom zou de mineralisatie hier vooral in het voorjaar en de lente en eventueel in de herfst en het najaar verwacht worden. In de grafiek is dit echter niet erg opvallend. Het optreden van pieken en dalen verschilt ook sterk van proefvlak tot proefvlak. In 1993 kan voor de meeste proefvlakken wel een dal waargenomen worden in de periode eind mei en juni, de laatste van een serie droge en zeer droge periodes. In 1994 is een dergelijke relatie met het weer vrijwel niet waar te nemen, maar de droogte was in dit jaar ook minder extreem. Een inzinking in de mineralisatie wordt in dit jaar juist waargenomen in de uiterst natte nazomer/ vroege-herfst periode.
Wellicht zijn de bodemomstandigheden in zeer droge en niet zure situaties (zoals bij het *Tortulo-Phleetum*) dusdanig dat de mineralisatie in staat is zeer snel in te spelen op korte gunstige perioden zoals die kunnen ontstaan na bijvoorbeeld een regenbui. Is dat het geval dan kan dit een verklaring zijn voor het feit dat er, werkend met ca. 6-weekse periodes, geen duidelijke inzinking in de mineralisatie in de zomer vastgesteld hoeft te worden. Onder zure omstandigheden kan de mineralisatie wellicht ook inspelen op korte gunstige periodes, maar aangezien de mineralisatie hier voornamelijk NH_4 levert en deze bij droogte gemakkelijker vervluchtigt dan NO_3, is de kans groot dat de vrijgekomen stikstof grotendeels naar de atmosfeer verdwijnt wanneer het vocht verdampt is en de droogte weer optreedt. Deze stikstof is dan niet voor de vegetatie beschikbaar en wordt evenmin in de mineralisatiebuisjes gemeten.

In het *Arrhenatheretum* subassociatiegroep B (48) is de mineralisatie in het algemeen vrij hoog. Zij is hoger dan bij de vorige gemeenschap en iets lager dan bij het *Fritillario-Alopecuretum* en het *Valeriano-Filipenduletum*.
Er blijkt hier evenals bij de vorige droge gemeenschap (39) weinig van een afname van de mineralisatie in droge, noch van een opleving in vochtige periodes. Ook bij deze gemeenschap verschilt het optreden van pieken en dalen sterk van proefvlak tot proefvlak. Wel is de

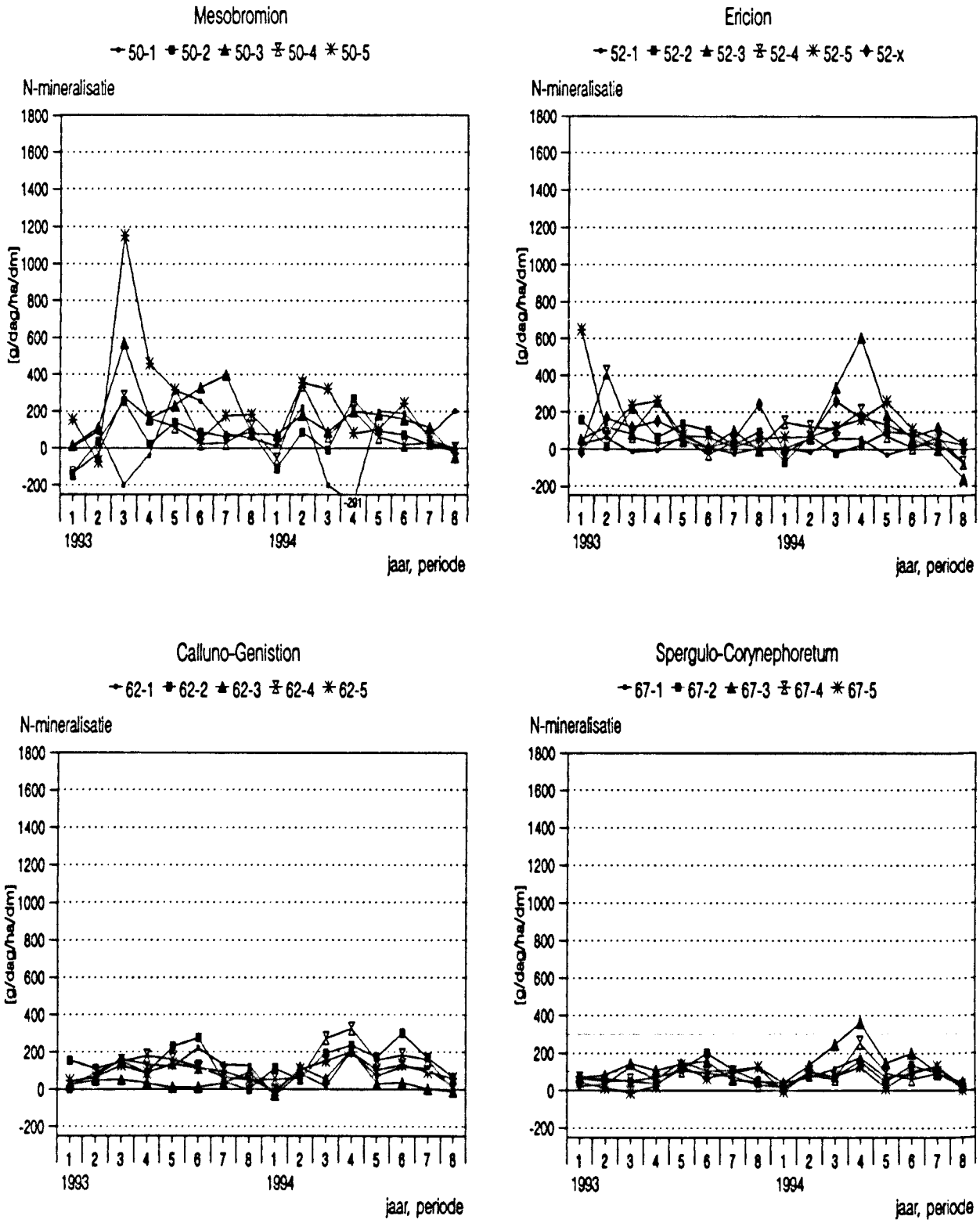
Figuur 6c. Verloop van de stikstofmineralisatie over de tweejarige onderzoeksperiode. Elke grafiek toont de proefvlakken van één gemeenschap.



mineralisatie meestal het sterkst in het vroege voorjaar of de lente, maar gedurende de rest van het groeiseizoen kunnen vergelijkbare waarden optreden. In de wintermaanden is de mineralisatie meestal lager dan in het groeiseizoen, maar ten opzichte van andere gemeenschappen toch nog steeds hoog.
Het jaarverloop zou op dezelfde manier als bij de vorige gemeenschap verklaard kunnen worden door te veronderstellen dat de mineralisatieprocessen in deze gemeenschap het vermogen bezitten om snel op (korte) gunstige perioden in te spelen.

Ook de mineralisatie bij het *Arrhenatheretum picriditosum* (49) is gemiddeld genomen vrij hoog, in de regel een fractie hoger dan bij de vorige gemeenschap. Dit is in overeenstemming met het feit dat het hier om een iets ruigere vorm van het *Arrhenatheretum* gaat. In het jaarverloop is een iets duidelijker patroon te herkennen dan bij de vorige gemeenschap. De hoogste mineralisaties treden vrijwel steeds op van maart tot en met juni, waarna de mineralisatie in de rest van het groeiseizoen geleidelijk afneemt tot het winternivo. Er treedt geen duidelijke inzinking op in de mineralisatie die te wijten zou kunnen zijn aan droogte. Ook hier zijn de mineralisatieprocessen wellicht in staat om snel op korte gunstige periodes in te spelen.
Het mineralisatienivo in de winter is net als bij de vorige *Arrhenatheretum* gemeenschap relatief hoog.

Figuur 6d. Verloop van de stikstofmineralisatie over de tweejarige onderzoeksperiode. Elke grafiek toont de proefvlakken van één gemeenschap.



In het *Mesobromion* (50) is de mineralisatie in het algemeen vrij laag. Het nivo is duidelijk lager dan bij de voorgaande twee gemeenschappen. Het nivo is gemiddeld genomen vergelijkbaar of zelfs nog iets lager dan die van het *Tortulo-Phleetum*.
De vorm van het jaarverloop is vergelijkbaar met die van de vorige gemeenschap, het *Arrhenatheretum picriditosum*. De hoogste mineralisaties treden op in het vroege voorjaar en de lente. Ook bij deze gemeenschap neemt de mineralisatie vervolgens meestal langzaam af. Van een duidelijke inzinking in de mineralisatiesnelheid in droge perioden is hier eveneens weinig te merken.
Proefvlak 50-5 lijkt vaak een wat hogere mineralisatie te bezitten dan de overige proefvlakken. Dit proefvlak bleek ook bij de verwerking door TWINSPAN een uitzonderingspositie in te nemen. Het vormt een overgang naar gemeenschap 49 waar de mineralisatie in het algemeen inderdaad groter is.

Bij de proefvlakken van het *Ericion* (52) is de mineralisatie gemiddeld genomen laag. Licht verhoogde waarden voor de mineralisatie komen in het algemeen voor in de periode tussen maart en eind juni (voorjaar tot voorzomer). In de rest van het jaar is de mineralisatie lager. De oorzaak van de lage mineralisatie moet waarschijnlijk gezocht worden in de zeer vochtige bodem. In de winter is de bodem meestal waterverzadigd, en ook in het groeiseizoen treedt zeer regelmatig stagnerend regenwater op. Beide onderzoeksjaren werden gekenmerkt door een zeer natte 2e helft van het jaar, in 1993 vanaf de zomer, in 1994 vanaf de nazomer/vroege-herfst. In beide jaren wordt vanaf het intreden van de natte periode slechts zeer weinig mineralisatie meer gemeten.
De opvallende piek voor gemeenschap 52-3 in de periode eind mei en juni is goed verklaarbaar. Bij de bespreking van het vochtgehalte bleek de uitdroging in de zomer bij dit proefvlak het sterkst te zijn, en in de grafieken van het vochtgehalte is te zien dat juist in deze periode het vochtgehalte voor dit proefvlak sterk daalde. Dit heeft naar alle waarschijnlijkheid een betere doorluchting van de bodem veroorzaakt, hetgeen de mineralisatie ten goede is gekomen.
Proefvlak 52-1 valt op door een uiterst lage mineralisatie. Dit is in overeenstemming met het feit dat vooral bij dit proefvlak regelmatig waterstagnatie optreedt op allerlei momenten midden in het groeiseizoen.

Ook bij de proefvlakken van het *Calluno-Genistion* (62) is de mineralisatie gemiddeld genomen laag. Er is bij deze droge heidegemeenschap wel weer een twee-toppigheid in het mineralisatieverloop aanwezig die veroorzaakt wordt door een inzinking in de mineralisatie tijdens droge periodes. In de voorzomer van 1993 wordt dit beeld door één proefvlak verstoort, maar de meeste proefvlakken kennen een piek in de lente van 1993, een inzinking in de droge voorzomer en een opleving in de natte zomer en nazomer/vroege-herfst. In 1994 is dit beeld vergelijkbaar; de eerste piek vindt in de voorzomer plaats, een inzinking in de droge zomer en een tweede piek in de natte nazomer/vroege-herfst en najaar. Het valt tevens op dat de piek in de lente van 1993 zeer klein is, waarschijnlijk door de grote droogte in de lente van dat jaar.

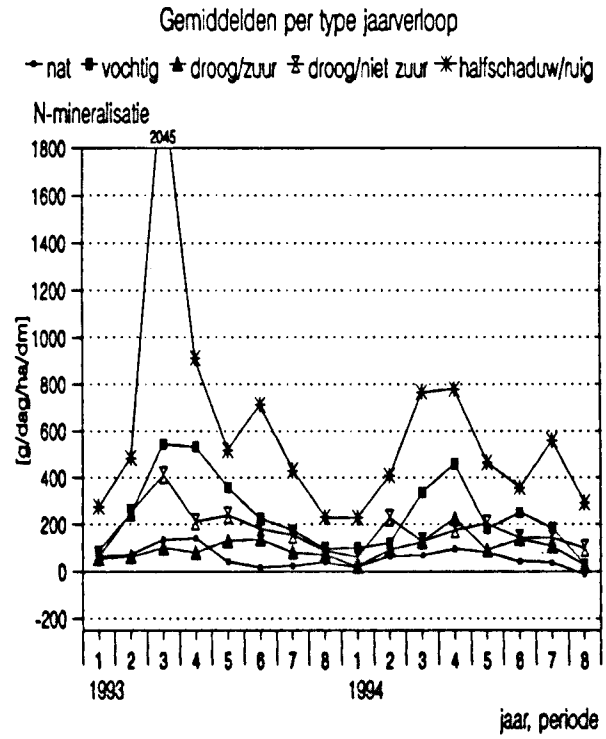
Proefvlak 62-3 kent een opvallend lage mineralisatie. Dit proefvlak viel ook bij de bespreking van het dendrogram op als een afwijkend proefvlak met o.a. een lage bedekking van *Calluna vulgaris*.

De mineralisatie in het *Spergulo-Corynephoretum* (67) is laag, zoals ook verwacht werd voor deze pioniersvegetatie op droog stuifzand. Toch is de mineralisatie gemiddeld genomen hoger dan bij de groep natte gemeenschappen die te maken hebben met stagnerend water (gemeenschappen 19, 31, 32 en 52). Van de resterende gemeenschappen heeft het *Spergulo-Corynephoretum* wel gemiddeld de laagste mineralisatie. Het jaarverloop is evenals bij de vorige gemeenschap tweetoppig. In 1993 een piek in de lente (half april tot en met mei), een afname in de droge voorzomer van 1993, en een opleving in de natte periodes van de zomer tot en met de vroege herfst. In 1994 een duidelijke piek in de voorzomer, een inzinking in de droge zomerperiode en een opleving in de natte periodes van de nazomer tot en met het najaar. Ook in deze gemeenschap valt op dat net als bij de vorige droge en zure gemeenschap de piek in de lente van 1993 vrij klein is vanwege de grote droogte in de betreffende lente.

Het jaarverloop van de laatste twee droge en zure gemeenschappen laat duidelijk zien dat droge periodes in deze gemeenschappen een lage mineralisatie bezitten. Zoals al bij het kalkrijke *Tortulo-Phleetum* verondersteld werd bezitten de zure gemeenschappen waarschijnlijk niet de mogelijkheid om goed van korte gunstige periodes te profiteren. Doordat stikstof onder zure omstandigheden vooral als NH_4 beschikbaar komt zal een groot deel ervan weer vervluchtigen als de korte vochtige periode voorbij is. Deze stikstof komt dan niet voor de vegetatie beschikbaar en wordt ook niet in de incubatiebuisjes gemeten.

De besprekingen van het jaarverloop per gemeenschap laat zien dat er vrijwel altijd sprake is van een piek in de lente of de voorzomer. In een enkel geval is de mineralisatie in het vervolg van het groeiseizoen niet veel lager dan tijdens die "piek", maar in de meeste gevallen wel. De reden voor dit algemene beeld is waarschijnlijk dat zich in het najaar en winter een vrij grote hoeveelheid organisch materiaal verzameld heeft via het afsterven van plantedelen. Doordat in de winter door een lage temperatuur en soms ook waterstagnatie de mineralisatie van dit materiaal niet mogelijk is, is er aan het begin van het groeiseizoen een reservoir van organische-stof aanwezig. Dit is aanleiding tot een forse mineralisatie zodra de temperatuur stijgt en een eventuele waterstagnatie verdwenen is. In de lente vindt meestal beide plaats, terwijl er ook in droge situaties zo vroeg in het jaar nog weinig kans bestaat op een te sterke uitdroging van de bodem, daarvoor staat het neerslagoverschot uit de winter garant. Later in het jaar kan de mineralisatie door diverse weersfactoren negatief beïnvloed worden. Daarnaast kan de geringere beschikbaarheid van organisch materiaal na de sterke mineralisatie ervan in de lente een reden zijn voor de afname van de mineralisatie later in het groeiseizoen. Dit alles samengenomen verklaart waarom vrijwel alle gemeenschappen een piek in de mineralisatie in de lente of in de voorzomer laten zien.

Figuur 7. Karakteristiek jaarverloop van de stikstofmineralisatie voor de verschillende jaarverloop-typen. Voor elk type jaarverloop is de mineralisatie van de proefvlakken die tot het betreffende type behoren · gemiddeld.



Wanneer het jaarverloop bekeken wordt in samenhang met het weer en de standplaats zijn vijf groepen van vegetaties te onderscheiden met elk een specifiek jaarverloop. Daarbij worden de halfbeschaduwde ruigtkruidengemeenschappen (08 en 09) op voorhand tot één groep samengenomen omdat de beschuttende werking van de bomen hier een heel ander aspect aan het jaarverloop toevoegt. Door de mineralisatie van de proefvlakken uit elke groep te middelen ontstaat een karakteristiek jaarverloop voor elke groep. Deze jaarverloop-typen zijn te zien in figuur 7. De groepen die kenmerkend zijn voor elk van de vijf typen worden hieronder besproken.

- De eerste groep bestaat uit de natte gemeenschappen die in de winter plasdras zijn; gemeenschappen 19, 31, 32 en 52. De mineralisatie komt hier pas op gang zodra het grondwater ver genoeg is weggezakt en de bodem beter doorlucht raakt. Meestal geldt: hoe droger, hoe meer mineralisatie. In 1993 blijkt de mineralisatie in deze periode dan ook hoger dan in 1994. Zodra in de herfst of nazomer (in 1993 al in de zomer) een lange natte periode aanbreekt is het met de mineralisatie gedaan. Te vaak en te veel droogte geeft via de verhoogde mineralisatie in deze vegetaties aanleiding tot verruiging.
- De tweede groep omvat de vochtige gemeenschappen 02 en 21, waar geen waterstagnatie optreedt. De mineralisatie komt hier op gang zodra het in het voorjaar of de lente warm en droog wordt. Hoe warmer, hoe meer mineralisatie; extreme droogte in de lente vormt door de grote watervoorraad na de winter geen bezwaar. Later in het jaar neemt de mineralisatie langzaam af, maar alleen als

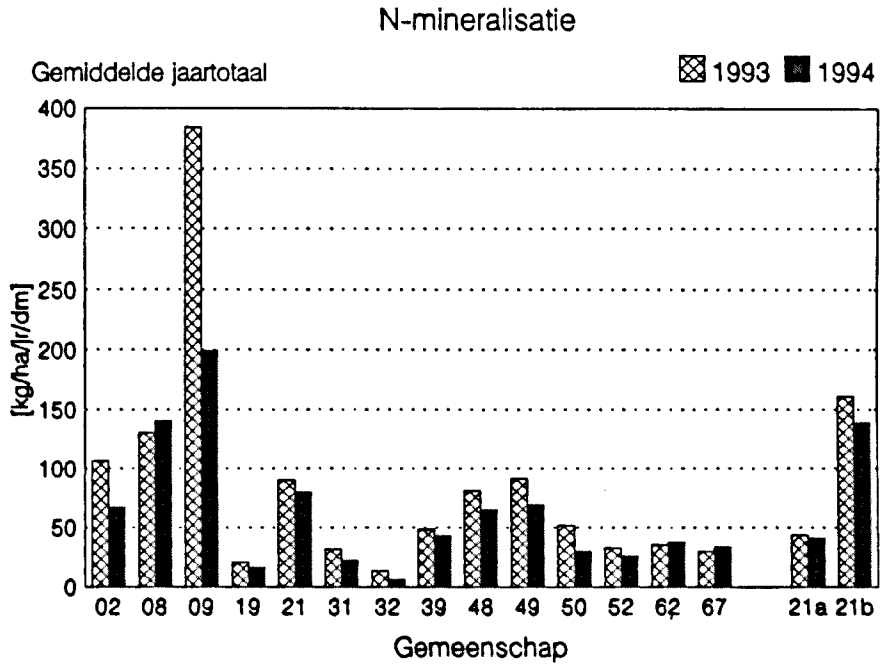
in deze periode het vochtgehalte door zeer droog weer te ver terug gaat lopen treedt een inzinking op en een opleving wanneer een vochtiger periode aanbreekt. Dit laatste trad op in 1994.

- De derde groep omvat de droge, zure gemeenschappen 62 en 67. De mineralisatie begint ook hier toe te nemen zodra de temperatuur in de lente stijgt. Wanneer de bodem door droog weer midden in het groeiseizoen te ver opdroogt wordt vocht de beperkende factor en neemt de mineralisatie af. Wordt het daarna in bijvoorbeeld de herfst weer natter dan vindt een opleving van de mineralisatie plaats.
  Bij deze groep is het mogelijk dat de piek in de lente klein is of bijna achterwege blijft wanneer het in de lente direct al erg droog en warm is en de bodem in de lente al uitdroogt. Dit laatste had plaats in 1993 en is in figuur 7 duidelijk te zien.
- De vierde groep omvat de droge, niet zure gemeenschappen: 39, 48, 49 en 50. Wanneer de temperatuur in het voorjaar stijgt zijn de condities in deze gemeenschappen al snel geschikt voor mineralisatie. Als de voorjaars/lente-piek voorbij is neemt de mineralisatie meestal enigszins lagere waarden aan maar soms blijft zij zelfs op een vergelijkbaar nivo als in het voorjaar en de lente (1994). Van een duidelijke inzinking tijdens droge periodes is in elk geval geen sprake. Hoewel het om gemeenschappen van droge omstandigheden gaat lijkt de mineralisatie weinig hinder te ondervinden van droge weersomstandigheden. Naar alle waarschijnlijkheid is de mineralisatie in deze basische of neutrale gemeenschappen in staat te reageren op korte vochtige periodes zoals die ontstaan na regenbuien.
- De vijfde groep omvat zoals gezegd de (half)beschaduwde ruigtkruidengemeenschappen. Zij kennen een forse lentepiek in de mineralisatie, die wellicht dit karakter mede heeft door een sterke daling ná het voorjaar wanneer de bomen vol in blad zijn en de beschaduwing grotere vormen aanneemt. Het verdere jaarverloop is niet altijd even goed aan de hand van het weer te verklaren. Meestal is er sprake van een duidelijke opleving in de mineralisatie in de nazomer/vroege-herfst of in het najaar. Mogelijk spelen in de verhoogde najaars-mineralisatie ook effecten als bladval een rol in deze gemeenschappen.

5.1.3.2 Totale mineralisatie per jaar

Per proefvlak is voor zowel 1993 als 1994 de totale jaarmineralisatie bepaald. In figuur 8 is per gemeenschap de gemiddelde jaarmineralisatie in elk van de twee jaren weergegeven. (Voor de bij de gemeenschapsnummers behorende namen: zie tabel 1 op pagina 12.) Gemeenschap 21 (*Fritillario-Alopecuretum*) verdient nadere aandacht, aangezien eerder geconstateerd werd dat binnen de proefvlakken van deze gemeenschap een tweedeling te maken is op grond van zowel de vegetatie als de mineralisatie. Om het grote verschil tussen deze twee groepen proefvlakken in beeld te brengen is in figuur 8 ook de mineralisatie voor beide subgroepen apart weergegeven. De drie goed ontwikkelde proefvlakken worden hierbij aangeduid met 21a, de twee meer ruigere proefvlakken met 21b.

Figuur 8. Totale jaarmineralisatie in kg/ha/jr in de bovenste dm grond. Weergegeven zijn de gemiddelden per gemeenschap voor 1993 en 1994.

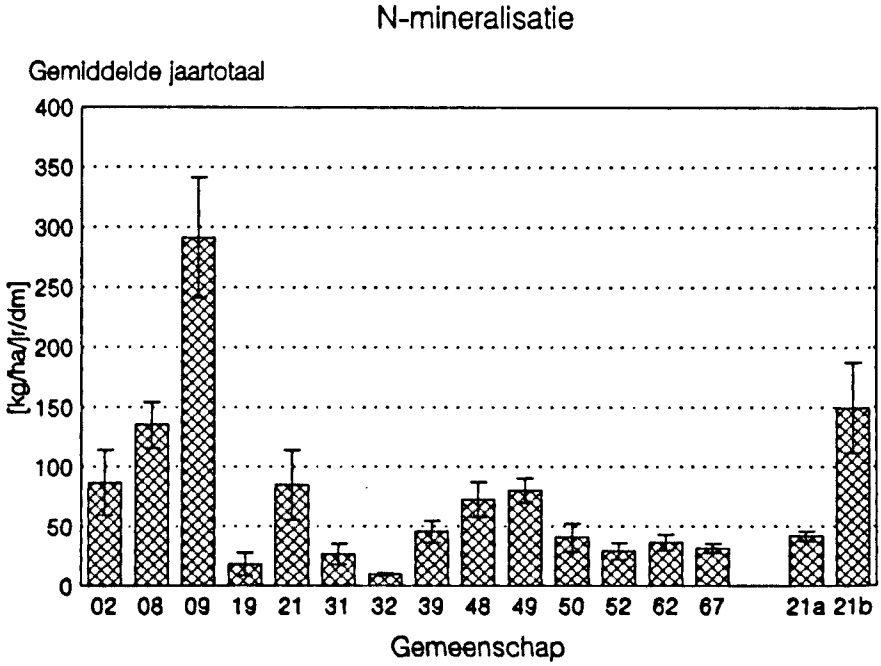


In de figuur valt op dat de gemiddelde jaarmineralisatie in de meeste gevallen in 1993 groter was dan in 1994. Hiervoor is de extreem warme en droge lente van 1993 verantwoordelijk. Het grootste deel van de mineralisatie vindt immers in veel gevallen in de lente plaats. Wanneer gemeenschap 08 en 09 buiten beschouwing gelaten worden omdat de beschuttende werking van de bomen hier de invloed van het weer kan vertroebelen, valt het op dat gemeenschap 62 en 67 de enige gemeenschappen zijn waarbij de mineralisatie in 1993 lager was dan in 1994. Deze twee gemeenschappen (*Calluno-Genistion* en *Spergulo-Corynephoretum*) vormden in de vorige paragraaf één groep op grond van het jaarverloop. Deze droge zure gemeenschappen zijn de enige waarbij te warm en droog weer in de lente al snel negatief uit kan werken op de mineralisatie. De resultaten uit figuur 8 lijken dit te bevestigen.

5.1.3.3 Statistische verschillen

Om statistische verschillen tussen de mineralisatie per gemeenschap vast te kunnen stellen is voor elk proefvlak de totale jaarlijkse mineralisatie uit 1993 gemiddeld met die uit 1994. De verkregen gemiddelde jaarmineralisaties per proefvlak zijn daarna per gemeenschap gemiddeld tot een gemiddelde jaarlijkse mineralisatie per gemeenschap. De resultaten hiervan zijn te zien in figuur 9. Ook is in deze figuur het onderscheid gemaakt tussen een goed ontwikkelde vorm (21a) en een meer ruigere vorm (21b) van het *Fritillario-Alopecuretum*. Als reden hiervoor zijn al eerder de grote vegetatiekundige verschillen en de grote verschillen in mineralisatie genoemd.

Figuur 9. Gemiddelde totale jaarmineralisatie in kg/ha/jr in de bovenste dm grond. Weergegeven zijn gemiddelden per gemeenschap en hun standaardafwijkingen (zowel naar boven als beneden).



Vervolgens is op de gemiddelde jaarmineralisatie per proefvlak een variantieanalyse uitgevoerd met als factor de plantengemeenschap. Omdat er erg veel lage mineralisaties gemeten zijn met daarnaast enkele zeer grote uitschieters is de frequentieverdeling erg scheef. Om toch statistisch verantwoord te kunnen werken is daarom op de jaarmineralisatie eerst een log-transformatie toegepast.

Er bleek dat de jaarmineralisatie zeer significant op één of andere wijze met de plantengemeenschap samenhangt ($p < 0.1\%$).
Met behulp van de "least significant difference" methode (LSD-methode) zijn de verschillen tussen gemeenschappen onderling getoetst. De toetsing was tweezijdig en had een onbetrouwbaarheidsdrempel van 1%.
De variantieanalyse en LSD-toetsing is hierna nog een tweede keer uitgevoerd, waarbij onderscheid gemaakt is tussen de "goed" ontwikkelde *Fritillario-Alopecuretum* proefvlakken en de meer "ruige" proefvlakken door deze tot twee "subgemeenschappen" (resp. 21a en 21b) te rekenen.

De resultaten van beide LSD-toetsen zijn identiek op de toetsingsresultaten van de al of niet gesplitste gemeenschap 21 na, en worden daarom in één tabel (tabel 13) weergegeven. De linker drie kolommen geven de resultaten weer voor de situatie waarbij gemeenschap 21 ongedeeld gehandhaafd is, de rechter drie kolommen hebben betrekking op de toets waarbij onderscheid gemaakt is tussen de subgemeenschappen 21a en 21b. De middelste kolom met homogene groepen bezit geldigheid voor beide toetsen.
Per gemeenschap wordt in de tabel steeds de gemiddelde jaarmineralisatie vermeld en wordt aangegeven of deze gemiddelden onderling

significant van elkaar verschillen. Met letters worden de homogene groepen gemarkeerd. (Zie voor verdere uitleg de tekst bij tabel 10.) De gemeenschappen zijn gesorteerd op toenemende jaarmineralisatie, waarbij deze is uitgedrukt in kg stikstof/ha/jaar in de bovenste decimeter grond.

Tabel 13. Significantie-tabel van de gemiddelde jaarlijkse stikstofmineralisatie per gemeenschap. Twee waarden gemarkeerd met tenminste één overeenkomstige letter zijn onderling niet significant verschillend (p = 0.01). De linker drie kolommen geven de resultaten voor een ongedeelde, de rechter drie die voor een gedeelde gemeenschap 21. De kolom met homogene groepen geldt voor beide situaties.

Gemeenschap	Mineralisatie kg N/ha/jr/dm	Homogene groepen	Mineralisatie kg N/ha/jr/dm	Gemeenschap
32 *Trig-A*	10.1	a · · · · ·	10.1	32 *Trig-A*
19 *Calth*	18.4	a · · · · ·	18.4	19 *Calth*
31 *Ran-A*	27.0	a b · · · ·	27.0	31 *Ran-A*
52 *Erici*	29.4	a b c · · ·	29.4	52 *Erici*
67 *Coryn*	31.7	· b c d · ·	31.7	67 *Coryn*
62 *Callun*	36.5	· b c d · ·	36.5	62 *Callun*
50 *Meso*	40.7	· b c d · ·	40.7	50 *Meso*
		· b c d e ·	41.8	21a *Fritil* [a]
39 *Tortul*	45.8	· b c d e ·	45.8	39 *Tortul*
48 *Ar* s.B	72.6	· · c d e ·	72.6	48 *Ar* s.B
49 *Ar pic*	80.2	· · · d e ·	80.2	49 *Ar pic*
21 *Fritil*	85.0	· · c d e ·		
02 *Filip*	86.6	· · c d e ·	86.6	02 *Filip*
08 *Aego*	135.3	· · · · e f	135.3	08 *Aego*
		· · · d e f	149.9	21b *Fritil* [b]
09 *Chaer*	291.7	· · · · · f	291.7	09 *Chaer*

Uit tabel 13 blijkt dat de uiterst natte gemeenschappen *Triglochino-Agrostietum* en *Calthion* (32 en 19) de laagste jaarmineralisaties bezitten. De jaarmineralisatie van beide gemeenschappen verschilt significant van bijna alle andere gemeenschappen, alleen met de natte gemeenschappen *Ranunculo-Alopecuretum* en *Ericion* (31 en 52) is het verschil niet significant. Uit de resultaten blijkt dat de jaarmineralisatie in de schrale droge vegetaties 67, 62, 50 en 39 hoger is dan die in de natte vegetaties 32, 19, 31 en 52. (Schraal en droog resp.: *Spergulo-Corynephoretum, Calluno-Genistion, Mesobromion, Tortulo-Phleetum,* en nat resp.: *Triglochino-Agrostietum, Calthion, Ranunculo-Alopecuretum* en *Ericion*). Blijkbaar bestaan in een droge situatie betere mogelijkheden voor mineralisatie dan in een natte. Wellicht kan in droge situaties ingespeeld worden op korte periodes van vochtige omstandigheden na buien. Het omgekeerde is in natte situaties niet mogelijk. Een droge periode zal in natte situaties zeer langdurig moeten zijn wil het grondwater zakken zodat er drogere omstandigheden ontstaan.
De twee droge *Arrhenatheretum* gemeenschappen (48 en 49) nemen een intermediaire positie in wat betreft de mineralisatie. Significant is het verschil alleen met de meeste van de vier eerder genoemde zeer

natte vegetaties enerzijds, en met de halfbeschaduwde ruigtkruiden-gemeenschappen (08 en 09) anderzijds.
Uit tabel 13 blijkt dat de ruigtkruidengemeenschappen 02, 08 en 09 de hoogste jaarmineralisaties bezitten (*Valeriano-Filipenduletum*, *Agropyro-Aegopodietum* en *Alliario-Chaerophylletum*). Het *Alliario-Chaerophylletum* bezit veruit de hoogste mineralisatie. Alleen met het *Agropyro-Aegopodietum* en de twee "ruige" *Fritillario-Alopecuretum* proefvlakken is het verschil niet significant.
De positie van het *Fritillario-Alopecuretum* (21) wijzigt zich sterk door het maken van het onderscheid tussen de ruigere en de beter ontwikkelde vormen. De goed ontwikkelde vorm (21a) kent een mineralisatie die vergelijkbaar is met de schrale gemeenschappen 50 en 39 (*Mesobromion* en *Tortulo-Phleetum*). De mineralisatie bij de ruigere vorm (21b) is vergelijkbaar met gemeenschap 08 (*Agropyro-Aegopodietum*). De significante verschillen veranderen echter weinig doordat de twee groepen door splitsing kleiner zijn geworden en de standaardafwijking daardoor vergroot wordt. Het gemiddelde van gemeenschap 21 als geheel verschilde alleen significant van de gemeenschappen 32, 19 en 31 enerzijds en 09 anderzijds. Het gemiddelde van de goed ontwikkelde proefvlakken verschilt niet meer significant van dat van gemeenschap 31. Het gemiddelde van de ruigere proefvlakken verschilt nog wel significant van dat van gemeenschap 31 maar nu ook van gemeenschap 52. Daarentegen komt voor deze proefvlakken het significante verschil met gemeenschap 09 te vervallen.

5.1.4 pH van de bodem

Per gemeenschap is de gemiddelde pH ($CaCl_2$) berekend. Om uitspraken te kunnen doen over de significante verschillen, rekening houdend met de variatie binnen elke gemeenschap, is op de pH een variantieanalyse uitgevoerd met als factor plantengemeenschap.
De pH bleek zeer significant op één of andere wijze met de plantengemeenschap samen te hangen ($p < 0.1\%$). Met behulp van de LSD-methode zijn de verschillen tussen gemeenschappen onderling getoetst (tweezijdig, onbetrouwbaarheidsdrempel 1%). De resultaten zijn weergegeven in tabel 14. De gemeenschappen zijn in de tabel gesorteerd op toenemende pH. (Voor verdere uitleg: zie tekst bij tabel 10.)

De drie heide en stuifzandgemeenschappen blijken de laagste pH's te bezitten. De pH's van de individuele proefvlakken uit deze gemeenschappen variëren van 3.7 tot 4.3, met één uitzondering; de pH in proefvlak 52-x bedraagt 4.7. De gemiddelde pH's van deze drie gemeenschappen verschillen significant van alle andere gemeenschappen, met uitzondering van de gemeenschappen 21 en 02.

In de laatstgenoemde twee gemeenschappen, *Fritillario-Alopecuretum* en *Valeriano-Filipenduletum*, is de pH laag: rond 5.0. Daarbij moet aangetekend worden dat in het *Valeriano-Filipenduletum* (02) de variatie vrij groot is. De aangetroffen pH's lopen in deze gemeenschap uiteen van 4.1 tot 6.5. De pH binnen gemeenschap 21 is

daarentegen opmerkelijk gelijkmatig. De gemiddelde pH van deze twee gemeenschappen verschilt in de zure richting alleen van die van gemeenschap 62 (*Calluno-Genistion*), in de basische richting van de *Arrhenatheretum* gemeenschappen (48 & 49), de *Lolio-Potentillion* gemeenschappen (31 & 32), het *Agropyro-Aegopodietum* (08), het *Tortulo-Phleetum* (39) en het *Mesobromion* (50).

De pH's in het *Calthion* (19) en het *Alliario-Chaerophylletum* (09) zijn relatief laag, rond pH 5.6. Zij verschillen naar de zure kant significant van de heide en stuifzandgemeenschappen. Aan de basische kant verschillen zij significant met het *Mesobromion*, het *Arrhenatheretum picriditosum*, het *Tortulo-Phleetum* het *Triglochino-Agrostietum* en het *Ranunculo-Alopecuretum*.
Binnen het *Calthion* valt overigens een vrij grote variatie op. De pH bij proefvlak 19-2 is vrij hoog (6.8). Dit is in overeenstemming met de eerder geconstateerde vegetatiekundige gelijkenis van dit proefvlak met gemeenschap 32, waar de gemiddelde pH rond 7.1 blijkt te liggen. Bij proefvlak 19-5 daarentegen is de pH vrij laag (4.6) hetgeen ook hier in overeenstemming is met de eerder geconstateerde vegetatiekundige gelijkenis van dit proefvlak met gemeenschap 02 en de ruigere vorm van gemeenschap 21. Bij beiden is immers de gemiddelde pH lager dan bij het *Calthion*.

De bodem van het *Arrhenatheretum* subassociatiegroep B (48) is neutraal tot zwak zuur. De variatie is echter vrij groot, de gemeten waarden lopen uiteen van 4.6 tot 7.5.
Het gemiddelde verschilt aan de basische kant alleen significant van het *Mesobromion* en het *Arrhenatheretum picriditosum*, aan de zure kant van de heide-/stuifzandgemeenschappen, het *Fritillario-Alopecuretum* en het *Valeriano-Filipenduletum*.

In het *Agropyro-Aegopodietum* (08) en het *Ranunculo-Alopecuretum* (31) ligt de zuurgraad van de bodem iets beneden neutraal. Alleen met een aantal "zure gemeenschappen" bestaan er significante verschillen: de heide-/stuifzandgemeenschappen, het *Fritillario-Alopecuretum* en het *Valeriano-Filipenduletum*. Het *Ranunculo-Alopecuretum* verschilt daarbij ook nog significant van het *Calthion* en het *Alliario-Chaerophylletum*.

De zuurgraad bij het *Triglochino-Agrostietum* (32) en het *Tortulo-Phleetum* (39) is licht basisch. Bij het *Triglochino-Agrostietum* vallen twee proefvlakken op die vegetatiekundig gelijkenis vertonen met een aantal *Calthion* proefvlakken. Deze twee proefvlakken blijken een zwak zure tot neutrale pH te bezitten, in overeenstemming met de wetenschap dat de pH bij het *Calthion* steeds beneden pH 7 ligt. Met een groot aantal zure en zwak zure gemeenschappen bestaan er significante verschillen: de heide-/stuifzandgemeenschappen, het *Fritillario-Alopecuretum* en het *Valeriano-Filipenduletum*, het *Calthion* en het *Alliario-Chaerophylletum*.

De hoogste pH's worden aangetroffen bij het *Mesobromion* (50) en het *Arrhenatheretum picriditosum* (49), beide gemeenschappen uit het mergelland in Zuid-Limburg. De bodem is hier basisch, de pH ligt

gemiddeld rond 7.5. De gemiddelde pH verschilt significant van de in de vorige alinea genoemde zure en zwak zure gemeenschappen, met inbegrip van het *Arrhenatheretum* subassociatiegroep B (48).

Tabel 14. Significantie-tabel van de gemiddelde pH en het gemiddelde kalkgehalte per gemeenschap. Waarden gemarkeerd met tenminste één overeenkomstige letter verschillen niet significant (p = 0.01).

Gemeenschap	Gemiddelde pH-$CaCl_2$	Homogene groepen	Gemiddelde % $CaCO_3$	Homogene groepen
62 *Callun*	3.96	a · · · · ·	.0	a · · ·
67 *Coryn*	4.11	a b · · · ·	.0	a · · ·
52 *Erici*	4.29	a b · · · ·	.0	a · · ·
21 *Fritil*	4.95	a b c · · ·	.0	a · · ·
02 *Filip*	5.17	· b c · · ·	0.2	a b · ·
09 *Chaer*	5.55	· · c d · ·	0.1	a b · ·
19 *Calth*	5.70	· · c d · ·	0.2	a b · ·
48 *Ar* s.B	6.35	· · · d e ·	1.9	· b c ·
08 *Aego*	6.59	· · · d e f	0.7	· b c ·
31 *Ran-A*	6.88	· · · · e f	2.4	· · c ·
32 *Trig-A*	7.10	· · · · e f	3.2	· · c ·
39 *Tortul*	7.29	· · · · e f	1.7	· · c ·
50 *Meso*	7.47	· · · · · f	41.7	· · · d
49 *Ar pic*	7.49	· · · · · f	27.1	· · · d

5.1.5 Kalkgehalte

Per gemeenschap is het gemiddelde kalkgehalte (percentage $CaCO_3$) berekend. Om uitspraken te kunnen doen over de significante verschillen is een variantieanalyse uitgevoerd met als factor plantengemeenschap. Op de kalkgehalten is hiertoe eerst een arcsinustransformatie toegepast omdat het bij deze waarden fracties betreft. Vervolgens is de scheefheid in de verdeling verminderd met behulp van een logtransformatie.

Het kalkgehalte bleek zeer significant op één of andere wijze met de plantengemeenschap samen te hangen ($p < 0.1\%$). Met behulp van de LSD-methode zijn de verschillen tussen gemeenschappen onderling getoetst (tweezijdig, onbetrouwbaarheidsdrempel 1%). De resultaten zijn weergegeven in tabel 14. (Voor uitleg tabel: zie tekst bij tabel 10.)

De hoge kalkgehalten bij de gemeenschappen 50 (*Mesobromion*) en 49 (*Arrhenatheretum picriditosum*) springen direct in het oog. De bodems bij de *Mesobromion* proefvlakken bestonden gemiddeld voor ruim 40% uit kalk. Het gaat hierbij in alle gevallen om mergel. De kalkgehalten bij vier van de vijf proefvlakken varieerden tussen 37 en 65%. Eén proefvlak (50-5) bezat slechts een kalkgehalte van 3.4%. Het was dit proefvlak wat ook vegetatiekundig het minst bij het *Mesobromion* aansloot. Bij het *Arrhenatheretum picriditosum* beston-

den de bodems gemiddeld voor ruim 25% uit kalk. Ook hier week één proefvlak (49-3) af door een lager kalkgehalte (7.5% tegenover een bereik van 28 tot 37%).
Het gemiddelde kalkgehalte van de beide mergel-gemeenschappen verschilt niet significant van elkaar, maar wel van alle andere gemeenschappen.

Bij de resterende gemeenschappen is het kalkgehalte verhoudingsgewijs laag. Bij pH's onder 6.25 is het kalkgehalte uiterst laag of nihil. Kalk ontbreekt dan ook in de bodems van de heide- en stuifzandgemeenschappen waar de bodem zuur is. Zeer laag zijn de gemiddelde kalkgehalten in het *Valeriano-Filipenduletum*, het *Calthion* en het *Alliario-Chaerophylletum*. In proefvlakken met een pH-$CaCl_2$ groter dan 6.25 kunnen echter nog redelijke hoeveelheden kalk aanwezig zijn.

In het *Triglochino-Agrostietum* (32) is het kalkgehalte in vijf van de zeven proefvlakken vrij hoog: uiteenlopend van 3 tot 6%. De bodem bij deze vijf proefvlakken bestaat uit een veenlaagje dat zich gevormd heeft op opgespoten zeezand met schelpdeeltjes. De andere twee proefvlakken (32-6/7) hebben slechts een kalkgehalte van 0.4 - 0.5%. De bodem is hier veel veniger. Het vrij "slappe" veen bevindt zich ook hier wel op een laag grof materiaal, maar dit materiaal zit hier dieper en is van een andere samenstelling. In overeenstemming met dit lagere kalkgehalte is de pH van deze proefvlakken lager dan van de andere vijf. Het gemiddelde kalkgehalte is significant verschillend van de gemeenschappen waarbij geen of zeer weinig kalk in de bodem voorkomt enerzijds, en van de twee mergel- gemeenschappen anderzijds.

In het *Ranunculo-Alopecuretum* (31) lopen de kalkgehalten in het algemeen uiteen van 0.2 tot 1.9%. Eén proefvlak echter (31-5) bezit een opvallend hoog kalkgehalte, namelijk 8.0%. Het betreft hier het enige proefvlak op een zeeklei-achtige bodem, hetgeen de aanwezigheid van de kalk verklaart. Dit proefvlak blijkt binnen de gemeenschap ook het proefvlak te zijn met de hoogste pH. Het gemiddelde kalkgehalte is significant verschillend van de gemeenschappen waarbij geen of zeer weinig kalk in de bodem voorkomt enerzijds en van de mergel-gemeenschappen anderzijds.

Onverwacht is het relatief lage kalkgehalte van de *Tortulo-Phleetum* (39) proefvlakken. De kalkgehalten liepen hier uiteen van 1.1 tot 2,7%, lager dan eigenlijk verwacht werd. Hoewel het om pioniersvegetaties in de kalkrijke duinen gaat zijn de proefvlakken zelf toch blijkbaar al enigszins ontkalkt. Dit is in overeenstemming met het feit dat in drie van de vijf proefvlakken één of enkele polletjes *Corynephorus canescens* werden aangetroffen, een soort kenmerkend voor zure omstandigheden. Het gemiddelde kalkgehalte is ook bij deze gemeenschap significant verschillend van de gemeenschappen waarbij geen of zeer weinig kalk in de bodem voorkomt enerzijds, en van de mergel-gemeenschappen anderzijds.

In de subassociatiegroep B van het *Arrhenatheretum* (48) is het kalkgehalte erg variabel. Zij loopt uiteen van 0 tot 5.8%. Het gemiddelde kalkgehalte verschilt alleen significant van de gemeenschappen waar kalk volledig ontbreekt en van de mergel-gemeenschappen.

Bij het *Agropyro-Aegopodietum* (08) varieert het kalkgehalte tussen 0.2 en 1.4%. Ook in dit geval verschilt het gemiddelde kalkgehalte alleen significant van de gemeenschappen waar kalk volledig ontbreekt en van de mergel-gemeenschappen.

5.1.6 Organische-stof gehalte

Voordat tot statistische verwerking is overgegaan is op de organische-stof percentages eerst een arcsinus-transformatie toegepast omdat het bij deze waarden fracties betreft. Vervolgens is de scheefheid in de verdeling verminderd met behulp van een logtransformatie. Hierna is een variantieanalyse uitgevoerd met als factor plantengemeenschap.

Het organische-stof gehalte hangt zeer significant op één of andere wijze met de plantengemeenschap samen ($p < 0.1\%$). Met behulp van de LSD-methode zijn de verschillen tussen gemeenschappen onderling getoetst (tweezijdig, onbetrouwbaarheidsdrempel 1%). De resultaten zijn weergegeven in tabel 15. (Voor uitleg tabel: zie tekst bij tabel 10.)

Tabel 15. Significantie-tabel van het gemiddelde organische-stof gehalte per gemeenschap. Waarden gemarkeerd met tenminste één overeenkomstige letter zijn onderling niet significant verschillend ($p = 0.01$).

Gemeenschap		Gemiddelde % org.-stof	Homogene groepen
67	*Spergulo-Corynephoretum*	1.26	a · · · · ·
39	*Tortulo-Phleetum*	1.86	a b · · · ·
52	*Ericion*	2.82	a b c · · ·
62	*Calluno-Genistion*	2.96	a b c · · ·
48	*Arrhenatheretum* subass. B	3.66	· b c d · ·
09	*Alliario-Chaerophylletum*	3.86	· b c d · ·
08	*Agropyro-Aegopodietum*	4.10	· b c d · ·
31	*Ranunculo-Alopecuretum*	4.84	· · c d e ·
50	*Mesobromion*	6.12	· · c d e ·
49	*Arrhenatheretum picriditosum*	6.80	· · c d e ·
21	*Fritillario-Alopecuretum*	8.94	· · · d e ·
32	*Triglochino-Agrostietum*	10.81	· · · d e ·
02	*Valeriano-Filipenduletum*	19.26	· · · · e f
19	*Calthion*	28.95	· · · · · f

Het laagste organische-stof gehalte wordt aangetroffen bij gemeenschap 67, het *Spergulo-Corynephoretum*. In deze pioniersgemeenschap van stuifzanden bedraagt het organische-stof gehalte ge-

middeld slechts 1.3%. Dit gemiddelde verschilt significant van alle gemeenschappen behalve van de twee heidegemeenschappen (52 & 62) en van het *Tortulo-Phleetum* (39).

Het *Tortulo-Phleetum* (39) kent het op één na laagste organische-stof gehalte: gemiddeld 1.9%. Ook hier gaat het om een pioniersvegetatie, in dit geval van vrij kalkrijke duinzanden.
De variatie binnen deze gemeenschap is vrij groot, en laat drie groepen zien, die samenhangen met de gegroepeerde lokaties. De gehalten bij proefvlakken 39-1 en 2 bedragen 0.8 en 0.6%, bij proefvlakken 39-3 en 4 bedraagt het 2.0 en 2.4%, en bij proefvlak 39-5 is het gehalte 3.5%. In de tabel is te zien dat een significant verschil bestaat met de gemeenschappen waar het gemiddelde gehalte groter is dan 4.8%, te weten de gemeenschappen 31, 49 en 50 en de gemeenschappen waarbij venige bodems voorkomen.

Het gehalte organische-stof bij de vochtige en de droge heidegemeenschappen is vergelijkbaar en bedraagt ongeveer 2.9%. Significant is het verschil alleen met de gemeenschappen waarbij venige bodems voorkomen: 21 (*Fritillario-Alopecuretum*), 32 (*Triglochino-Agrostietum*), 02 (*Valeriano-Filipenduletum*) en 19 (*Calthion*).

Het gemiddelde gehalte in het *Arrhenatheretum* (subassociatiegroep B) bedraagt 3.7%. Significant is het verschil met pioniersgemeenschap 67 enerzijds en met het *Valeriano-Filipenduletum* en het *Calthion* anderzijds.

In het *Alliario-Chaerophylletum* (09) en het *Agropyro-Aegopodietum* (08) ligt het gemiddelde gehalte organische-stof rond 4%. Dit verschilt significant van pioniersgemeenschap 67 en van het *Valeriano-Filipenduletum* en het *Calthion*.

4.8% is het gemiddelde gehalte bij het *Ranunculo-Alopecuretum* (31), maar de spreiding is hier vrij groot. Bij de meeste proefvlakken varieert het gehalte tussen 3.5 en 5.0%. Bij proefvlak 31-2 is het gehalte echter 7.2%. Daarbij kan opgemerkt worden dat dit het enige proefvlak in de gemeenschap is waarbij na het maaien (3 à 4 keer per jaar) het materiaal blijft liggen. Door de regelmatig optredende waterstagnatie in deze gemeenschap zal maaisel dat blijft liggen aan een vrij slechte decompositie onderhevig zijn.
Het gemiddelde gehalte verschilt hier alleen significant van de pioniersgemeenschappen (67 en 39) enerzijds en van het *Calthion* anderzijds.

Bij het *Mesobromion* en het *Arrhenatheretum picriditosum* (50 & 49) is het organische-stof gehalte tamelijk hoog. Daarbij kent het ietwat ruige *Arrhenatheretum picriditosum* het hoogste gehalte van de twee (6.8%), het schralere *Mesobromion* het laagste (6.1%).
Het gemiddelde gehalte verschilt alleen significant van de pioniersgemeenschappen enerzijds en van het *Calthion* anderzijds.

De gemeenschappen met een hoog gemiddeld organische-stof gehalte bezitten binnen de gemeenschap vaak een behoorlijke spreiding.

Binnen het *Fritillario-Alopecuretum* (21) valt de al vaker geconstateerde tweedeling op in de goed ontwikkelde proefvlakken (organische-stof 4.8 à 5.4%) en de ruigere proefvlakken (21-4 en 5) met een organische-stof gehalte van respectievelijk 17.7 en 11.8%. Het gemiddelde van 8.9% verschilt significant van de pioniers- en heidevegetaties en van het *Calthion*.

Bij het *Triglochino-Agrostietum* (32) valt de al meermalen geconstateerde tweedeling op tussen de proefvlakken met een dun laagje veen op zand en de proefvlakken met een vrij dikke laag vrij slap veen (32-6 en 7). Bij de eerste varieert het organische-stof gehalte tussen 3.2 en 10.0%, bij de laatste bedraagt het 21 en 23% respectievelijk. Het gemiddelde van 10.8% verschilt significant van de pioniers- en heidevegetaties en van het *Calthion*.

In het *Valeriano-Filipenduletum* (02) is een zeer grote variatie te bespeuren. Proefvlak 02-1 (zand) kent slechts een organische-stof gehalte van 1.9%, proefvlak 02-2 (slap veen) een gehalte van 59%. Ondanks de door de LSD-toets aangegeven significante verschillen is op basis van de enorme spreiding te concluderen dat het organische-stof gehalte voor deze gemeenschap niet bepalend is. Andere factoren (onder andere de waterhuishouding) spelen een veel belangrijker rol. Aangezien de vereiste waterhuishouding zich vaak voordoet bij venige bodems is het gemiddelde aangetroffen organische-stof gehalte hoog: 19%.

Ook bij het *Calthion* (19) treedt een zeer grote variatie op. Proefvlak 19-1 (klei) heeft een organische-stof gehalte van slechts 4.3%, proefvlak 19-2 (zeer slap veen) een gehalte van 62.5%.
Ook hier kan ondanks de door de LSD-toets aangegeven significante verschillen geconcludeerd worden dat het organische-stof gehalte voor deze gemeenschap niet bepalend is. Andere factoren (onder andere de waterhuishouding) spelen een veel belangrijker rol. Aangezien de vereiste waterhuishouding zich vaak voordoet bij veenbodems is het gemiddelde aangetroffen organische-stof gehalte hoog: 29%.
Wel kan aangetekend worden dat de extreem vochtige situaties veelal de voorwaarden scheppen voor een slechte decompositie van organisch materiaal (en eventueel zelfs veenvorming). Een hoog organische-stof gehalte in de bodem zal in deze gemeenschap dus vaak een gevolg zijn van de waterhuishouding, en niet een voorwaarde voor het ontstaan van de gemeenschap.

5.1.7 C/N-quotiënt

Het C/N-quotiënt is bepaald uit de resultaten van een analyse van de totale hoeveelheid koolstof in de bodem en de totale hoeveelheid stikstof. Voordat tot statistische verwerking is overgegaan is op het quotiënt een logtransformatie toegepast om de scheefheid in de verdeling te verminderen. Hierna is de variantieanalyse uitgevoerd.

Het C/N-quotiënt blijkt zeer significant op één of andere wijze met de plantengemeenschap samen te hangen ($p < 0.1\%$). Met behulp van de LSD-methode zijn de verschillen tussen gemeenschappen onderling getoetst (tweezijdig, onbetrouwbaarheidsdrempel 1%). De resultaten zijn weergegeven in tabel 16. (Voor uitleg tabel: zie tekst bij tabel 10.) De spreiding in de C/N-quotiënten is binnen de verschillende gemeenschappen vrij groot, het aantal significante onderlinge verschillen daardoor relatief klein.

Tabel 16. Significantie-tabel van het gemiddelde C/N quotiënt per gemeenschap. Waarden gemarkeerd met tenminste één overeenkomstige letter zijn onderling niet significant verschillend ($p = 0.01$).

Gemeenschap		Gemiddelde C/N quotiënt	Homogene groepen
31	*Ranunculo-Alopecuretum*	11.07	a · · · · ·
21	*Fritillario-Alopecuretum*	11.21	a · · · · ·
49	*Arrhenatheretum picriditosum*	11.32	a b · · · ·
48	*Arrhenatheretum* subass. B	12.67	a b c · · ·
08	*Agropyro-Aegopodietum*	13.78	a b c d · ·
50	*Mesobromion*	14.12	a b c d · ·
09	*Alliario-Chaerophylletum*	14.15	a b c d · ·
32	*Triglochino-Agrostietum*	15.50	a b c d · ·
19	*Calthion*	16.65	· b c d e ·
02	*Valeriano-Filipenduletum*	17.52	· · c d e f
39	*Tortulo-Phleetum*	20.34	· · c d e f
67	*Spergulo-Corynephoretum*	20.67	· · · d e f
52	*Ericion*	21.52	· · · · e f
62	*Calluno-Genistion*	25.37	· · · · · f

De hoogste C/N-quotiënten komen voor bij de heidegemeenschappen, daarna de stuifzandgemeenschap gevolgd door het *Tortulo-Phleetum*. Het hoogste gemiddelde C/N-quotiënt wordt aangetroffen bij het *Calluno-Genistion*: de droge-heide gemeenschap.
Het is opvallend dat het bij deze gemeenschappen met de hoogste C/N-verhoudingen gaat om de vier heide- en pioniersgemeenschappen die al eerder opvielen doordat zij de lâàgste organische-stof gehalten bezaten. Deze laagste organische-stof gehalten ten spijt blijken deze gemeenschappen de hoogste C/N-quotiënten te bezitten.
De C/N-verhoudingen vertonen overigens binnen deze gemeenschappen een vrij grote spreiding. Deze wordt mede veroorzaakt door de zeer lage N-totaal gehalten. Bij lage N-gehalten hebben kleine verschillen (bijvoorbeeld kleine meet-fouten) een relatief groot effect op het C/N-quotiënt. Zeer lage N-totaal gehalten (kleiner dan 0.25%) treden in het *Tortulo-Phleetum* op bij proefvlakken 39-1 en 2. Bij vier van de vijf proefvlakken van deze gemeenschap varieert het C/N-quotiënt tussen 11.9 en 19.2. Proefvlak 39-1 bezit door het zeer laag N-totaal gehalte echter een C/N-verhouding van 43.2. In het *Spergulo-Corynephoretum* treden zeer lage N-totaal waarden op bij proefvlakken 67-1 en 2. Het C/N-quotiënt varieert hier bij vier van de

vijf proefvlakken tussen 11.6 en 22.7, de C/N-verhouding van proefvlak 67-1 bedraagt echter 30.2.

De laagste C/N-quotiënten worden aangetroffen bij het *Ranunculo-Alopecuretum*, het *Fritillario-Alopecuretum* en de twee *Arrhenatheretum* gemeenschappen. Het *Ranunculo-Alopecuretum* bezit het laagste gemiddelde C/N-quotiënt: 11.1. De gemiddelde waarden bij deze gemeenschappen verschillen significant van de hoge waarden bij de drie heide- en stuifzandgemeenschappen.
Opvallend is dat de twee gemeenschappen met de laagste C/N-verhoudingen (31 en 21) bij de bespreking van het organische-stof gehalte niet opvielen door een laag gehalte. Het gemiddelde organische-stof gehalte bedroeg bij deze gemeenschappen respectievelijk 4.8 en 8.9%.

Vrij laag is het gemiddelde C/N-quotiënt bij de halfbeschaduwde ruigtkruidengemeenschappen (*Agropyro-Aegopodietum* en *Alliario-Chaerophylletum*) en het *Mesobromion*. Alleen met de twee heidegemeenschappen verschilt hun C/N-verhouding significant.

Vrij hoog is de gemiddelde C/N-verhouding bij de natte en vochtige gemeenschappen *Triglochino-Agrostietum*, *Calthion* en *Valeriano-Filipenduletum*. Dit zijn de gemeenschappen die gemiddeld de hoogste organische-stof gehalten bezaten. De meeste van deze proefvlakken hebben een venige of een veenbodem.

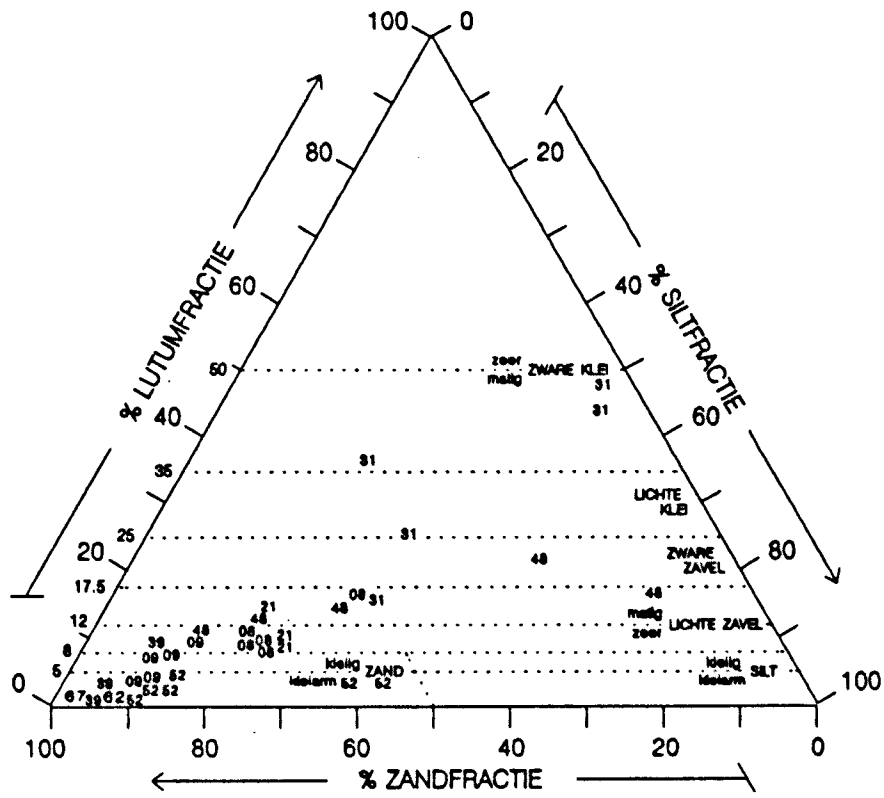
5.1.8 Granulaire samenstelling

Een gebruikelijke manier om de granulaire samenstelling van bodems te vergelijken is presentatie met behulp van een zogenaamde kleidriehoek (ook wel zand-silt-lutumdriehoek genoemd). Deze methode voldoet goed wanneer de bodem ook daadwerkelijk voor het grootste deel uit de drie minerale fracties zand, silt en lutum bestaat. De geselecteerde proefvlakken in de wegbermen bestaan echter in veel gevallen voor een groot tot zeer groot deel uit organische-stof (veen) of uit kalk. Bij ca. eenderde van alle proefvlakken bestaat meer dan 10% van de bodem uit organische-stof en/of kalk. Bij de helft hiervan gaat het zelfs om meer dan 33%. Weergave in een kleidriehoek is in deze gevallen niet verstandig. Enerzijds omdat hiervoor de minerale fracties samen ca. 100% dienen te zijn, hiervoor zou gecorrigeerd moeten worden. Anderzijds kan het leiden tot misverstanden omdat de kleidriehoek voornamelijk bedoeld is om bodems te classificeren in termen als kleiarm zand, zware zavel of lichte klei. Voor een bodem die voor een groot deel uit kalk of uit veen bestaat is een dergelijke classificatie zinloos.

Om de genoemde reden zijn alleen die proefvlakken in de kleidriehoek (figuur 10) weergegeven waarvan de bodem niet venig van aard is en geen extreem grote hoeveelheden kalk bevatten. In de grotendeels venige gemeenschappen *Valeriano-Filipenduletum* (02) en *Calthion* (19) komen enkele niet-venige proefvlakken voor, maar ook deze zijn uit de kleidriehoek weggelaten. Alleen deze proefvlakken weergeven

zou in de figuur een verkeerd beeld scheppen van deze gemeenschappen.
In de figuur zijn niet weergegeven de gemeenschappen: 02, 19, 32, 49 en 50, en ook de twee licht venige proefvlakken 21-4 en 21-5 (de ruige vormen van het *Fritillario-Alopecuretum*) zijn weggelaten.
De wel in de figuur weergegeven proefvlakken zijn in de figuur uitgezet aan de hand van hun zand- en lutum-fractie. Dit betekent dat de eventueel aanwezige organische-stof en kalk in de figuur automatisch bij de siltfractie ingedeeld wordt. Hier dient bij interpretatie van de figuur rekening mee gehouden te worden. Het gaat hierbij echter vrijwel steeds om minder dan 10%, bij één proefvlak (31-5) om 12.5%.

Figuur 10. Kleidriehoek. De proefvlakken zijn met hun gemeenschapsnummer weergegeven op basis van de fractie zand (>65μ), lutum (<2μ) en silt (2-65μ).



De proefvlakken zijn in figuur 10 steeds alleen met hun gemeenschapsnummer weergegeven. De proefvlakken van gemeenschap 67 en 62 vertonen een dusdanig geringe variatie dat zij niet individueel in de figuur aangegeven konden worden. Deze proefvlakken zijn daarom met één (iets groter) nummer aangeduid. Ook zijn met één nummer weergegeven de twee proefvlakken 39-1/2, alsmede de twee proefvlakken 39-3/4.

In tabel 17 is voor elk van de gemeenschappen het gemiddelde percentage aan zand, silt en lutum aangegeven. In dezelfde tabel worden ook de gemiddelde percentages kalk en organische-stof vermeld. De zandfractie betreft steeds de deeltjes groter dan 65 μ, inclusief de fractie groter dan 2 mm. De lutumfractie omvat de deeltjes kleiner dan 2 μ, de siltfractie de deeltjes tussen 2 en 65 μ. De tabel is gesorteerd op oplopend lutum gehalte. Deze volgorde gaat in grote lijnen samen met een afname van het percentage zand. Het percentage silt neemt in de tabel in grote lijnen eerst toe, aan het einde weer af.
Voor de gemiddelde lutum gehalten wordt aangegeven of zij al of niet significant verschillen van de waarden bij andere gemeenschappen. Deze resultaten zijn gebaseerd op een variantieanalyse gevolgd door een LSD-toets. Het lutum gehalte onderging hiertoe eerst een arc-sinus-transformatie en vervolgens een log-transformatie. Voor uitleg omtrent de significantie-markering wordt verwezen naar tabel 10.

Tabel 17. Gemiddelde granulaire samenstelling per gemeenschap. Weergegeven zijn gewichtspercentages. De tabel is gesorteerd op oplopend lutum-gehalte. Bij het gemiddelde lutumgehalte zijn de homogene groepen aangegeven (p = 0.01).

Gemeen-schap	kalk %	organisch %	zand %	silt %	lutum %	Homogene groepen
67 *Coryn*	0.0	1.3	96.1	0.9	1.8	a · · · · · ·
62 *Callun*	0.0	3.0	92.8	2.4	1.9	a · · · · · ·
39 *Tortul*	1.7	1.9	90.6	2.3	3.4	a b · · · · ·
52 *Erici*	0.0	2.8	75.4	17.9	3.9	a b c · · · ·
02 *Filip*	0.2	19.3	65.8	8.6	6.1	a b c · · · ·
32 *Trig-A*	3.2	10.8	70.0	9.6	6.4	· b c d · · ·
09 *Chaer*	0.1	3.9	82.2	7.1	6.7	· b c d e · ·
21 *Fritil*	0.0	8.9	67.5	14.8	8.8	· · c d e f ·
08 *Aego*	0.7	4.1	65.1	19.1	11.0	· · · d e f ·
48 *Ar* s.B	1.9	3.7	46.7	32.1	15.6	· · · · e f g
49 *Ar pic*	27.1	6.8	25.1	23.3	17.6	· · · · · f g
50 *Meso*	41.7	6.1	18.2	14.5	19.4	· · · · · f g
19 *Calth*	0.2	29.0	31.0	19.6	20.2	· · · · e f g
31 *Ran-A*	2.4	4.8	28.2	30.9	33.6	· · · · · · g

De gemeenschappen zullen hierna kort besproken worden aan de hand van tabel 17 en figuur 10. Hierbij zal de aandacht in de eerste plaats uit gaan naar de minerale fracties en met name naar het lutum gehalte. Waar nodig zullen ook de gehalten aan kalk en organische-stof in beschouwing genomen worden.

In het *Spergulo-Corynephoretum* (67) is het lutumgehalte altijd zeer laag. Het verschilt alleen niet significant van de heide-gemeenschappen (62 en 52), van het *Tortulo-Phleetum* (39) en van het *Valeriano-Filipenduletum* (02). De bodem bestaat in deze gemeenschap vrijwel geheel uit zand, het percentage is altijd groter dan 95%. De variatie tussen de verschillende proefvlakken is zeer gering. In de kleidriehoek

bevindt deze gemeenschap zich uiterst links onder. De bodem is te classificeren als zeer kleiarm zand.

In het *Calluno-Genistion* (62) is de situatie vergelijkbaar. De significante verschillen komen voor wat betreft het lutumgehalte overeen met de vorig gemeenschap. Het belangrijkste verschil met de vorige gemeenschap is een hoger organische-stof gehalte. Het percentage zand is echter nog steeds bij alle proefvlakken hoger dan 90%. Ook deze gemeenschap bevindt zich in de kleidriehoek links-onder en ook deze bodems zijn als zeer kleiarm zand te classificeren. Eén proefvlak (62-3) heeft een iets hoger silt gehalte (6.2%) dan de andere proefvlakken van de gemeenschap (0.5 - 2.0%). Afgezien daarvan is er echter weinig variatie tussen de proefvlakken.

Ook de bodem in het *Tortulo-Phleetum* (39) bestaat in de meeste gevallen voor meer dan 90% uit zand. Het gemiddelde lutum-percentage is zeer laag (3.4%) en verschilt significant van dat bij de gemeenschappen waar het gemiddelde gehalte groter of gelijk aan 8.8% is. De bodem is in de meeste gevallen te classificeren als kleiarm zand. De proefvlakken bevinden zich links onder in de kleidriehoek. Eén proefvlak (39-5) valt op door een relatief hoog lutum gehalte. Het percentage lutum bedraagt hier 9.3% in tegenstelling tot 1.3 - 2.3% bij de andere proefvlakken.

Bij het *Ericion* (52) is het lutumgehalte eveneens zeer laag, het gemiddelde bedraagt 3.9%. De variatie tussen de proefvlakken is gering. Opvallend is echter het hoge gemiddelde siltgehalte en daarmee samenhangende lagere zandgehalte. Het siltgehalte ligt voor de meeste proefvlakken tussen 6.7 en 10.1% (zand tussen 81% en 87%). Twee proefvlakken echter, 52-4 en 5, hebben een siltgehalte van respectievelijk 39 en 34% (zand 54 en 60%). Aangezien de zandfractie ook bij de proefvlakken met een hoog silt gehalte altijd meer dan 50% inneemt zijn alle proefvlakken te karakteriseren als kleiarm zand.

Aan de gemiddelde granulaire samenstelling bij het *Valeriano-Filipenduletum* dient niet al te veel waarde toegekend te worden vanwege de grote spreiding. De bodems zijn meestal in meerdere of mindere mate venig en zijn niet in het kleidiagram weergegeven. Eén proefvlak bestaat hier voor meer dan 90% uit zand en één voor bijna 60% uit organische-stof (veen). De andere proefvlakken bevinden zich tussen deze twee uitersten, het gaat daarbij steeds om venig zand. Het lutumgehalte varieert daarbij tussen 0.4 en 14%.

Ook bij het *Triglochino-Agrostietum* (32) zijn de bodems in het algemeen venig. Bij vijf van de zeven proefvlakken is er sprake van een veenlaagje dat zich gevormd heeft op opgespoten zeezand. Bij de andere twee proefvlakken is de veenlaag veel dieper. Het minerale deel van de bodem bestaat grotendeels uit zand, het gemiddelde gehalte bedraagt 70%. Het lutumgehalte is vrij laag en varieert tussen 3.0 en 10.3%. De proefvlakken zijn vanwege het venige karakter niet in het kleidiagram weergegeven.

De bodem bij het *Alliario-Chaerophylletum* (09) is vrijwel geheel mineraal van aard. Het lutumgehalte is echter ook hier relatief laag, maar toch significant verschillend van het zeer lage gehalte bij het *Spergulo-Corynephoretum* en het *Calluno-Genistion*. Ook het gehalte aan silt is laag. De bodems bestaan gemiddeld voor meer dan 80% uit zand en zijn in het algemeen te classificeren als kleiarm of licht kleiig zand. Eén proefvlak (09-3) is eventueel te classificeren als zeer lichte zavel. De zandfractie is hier echter vrij grof zodat deze typering een verkeerd beeld kan scheppen.

Bij het *Fritillario-Alopecuretum* (21) moet rekening gehouden worden met de tweedeling in deze gemeenschap. De proefvlakken met een goed ontwikkelde vegetatie hebben een bodem waar het lutumgehalte varieert tussen 9 en 15% en het siltgehalte tussen 16 en 21%. Het zandgehalte ligt rond de 65%. Deze bodems zijn te classificeren als lichte zavel.
De proefvlakken waar de vegetatie minder goed ontwikkeld is hebben een bodem die organischer van aard is. Het organische-stof gehalte is hier gemiddeld drie keer zo hoog, het lutum en het siltgehalte beide drie keer zo laag. Het zandgehalte is ongeveer vergelijkbaar. De bodem is in deze gevallen te karakteriseren als venig zand. De twee proefvlakken zijn niet in de kleidriehoek weergegeven.

Het lutumgehalte bij het *Agropyro-Aegopodietum* (08) neemt voor wat betreft de onderzochte gemeenschappen een middenpositie in. De gemiddelde waarde van 11% verschilt significant van de heide- en pioniersgemeenschappen enerzijds, en van het *Ranunculo-Alopecuretum* (31) anderzijds. Het siltgehalte is relatief hoog. Desondanks bestaan de bodems gemiddeld nog steeds voor tweederde uit zand. De bodems zijn te classificeren als lichte zavel. Eén proefvlak (08-4) valt op door een relatief hoog lutum- en siltgehalte, de samenstelling bij de andere proefvlakken is tamelijk constant.

Binnen de subassociatiegroep B van het *Arrhenatheretum* (48) is het lutumgehalte vrij hoog, de variatie erin relatief gering. Vooral het gemiddelde siltgehalte ligt hoog in deze gemeenschap. De variatie in siltgehalte is echter zeer groot. Het siltgehalte loopt binnen de gemeenschap uiteen van 10 tot 66%. Het zandgehalte verschilt hierdoor van 74 tot 13%. In de kleidriehoek komen de proefvlakken zowel vrij ver naar links als vrij ver naar rechts voor. De bodems zijn in het algemeen te classificeren als matig lichte of zware zavel. Eén proefvlak (48-3) zou als zeer lichte zavel beschouwd kunnen worden. Het grove karakter van de zandfractie rechtvaardigt dit eveneens. Proefvlak 48-5 kan als siltige tot kleiige leem geclassificeerd worden.

Zoals eerder werd besproken bestaat de bodem bij het *Arrhenatheretum picriditosum* (49) in de meeste gevallen voor een groot deel uit mergel. Dit is wellicht oecologisch gezien een belangrijker gegeven dan de verdere granulaire samenstelling. De bodem bestaat in deze gemeenschap gemiddeld voor ongeveer 25% uit kalk, 25% uit zand en 25% uit silt. De overige 25% bestaat uit lutum en organisch materiaal. Het lutumgehalte is vrij hoog. De bodem kan geclassifi-

ceerd worden als kleiige leem. In het kleidiagram zijn de proefvlakken van deze gemeenschap niet weergegeven.

Ook bij het *Mesobromion* (50) is het grote aandeel kalk oecologisch gezien belangrijker dan de verdere granulaire samenstelling. Dit aandeel bedraagt in deze gemeenschap zelfs gemiddeld 42%. Het lutumgehalte is vergelijkbaar met dat van de vorige gemeenschap, de zand- en siltgehalten zijn lager. In het kleidiagram zijn de proefvlakken van deze gemeenschap niet weergegeven. De bodem kan als kleiige leem geclassificeerd worden.

Bij het *Calthion* (19) is de waterhuishouding de overheersende milieufactor. Dat de granulaire samenstelling van de bodem hieraan ondergeschikt is blijkt uit de grote variatie. Zo bestaat de bodem bij proefvlak 19-5 uit venig zand met een lutumgehalte van minder dan 5%, en proefvlak 19-4 uit venige klei. Proefvlak 19-2 bestaat vrijwel geheel uit veen, proefvlak 19-1 uit zware klei. De gemiddelde waarden bezitten voor deze gemeenschap dus weinig betekenis. In het kleidiagram zijn de proefvlakken niet weergegeven.

De hoogste lutumgehalten komen voor bij het *Ranunculo-Alopecuretum* (31). Het gemiddelde gehalte is significant verschillend van alle andere gemeenschappen met uitzondering van de *Arrhenatheretum* gemeenschappen (48 & 49), het *Mesobromion* (50), en het *Calthion* (19). Het lutumgehalte varieert tussen de proefvlakken van 16 tot 46%
In twee gevallen (proefvlak 31-1 en 2) gaat het om zware klei waarin ook vrijwel geen zand voorkomt maar naast de lutum alleen silt. Bij de proefvlakken 31-3 en 4 komt nog ongeveer 40% zand voor in de bodem, de lutumgehalten zijn 25 en 36% waardoor deze proefvlakken als lichte klei respectievelijk matig zware klei te classificeren zijn. Het proefvlak op zeeklei-achtige bodem (31-5) heeft het laagste lutumgehalte binnen de gemeenschap: 16%. Het zandgehalte is hier ongeveer 50%. Deze bodem zou eigenlijk als zware zavel geclassificeerd moeten worden.

5.1.9 Stikstof: oplosbaar en totaal

De oplosbare hoeveelheid minerale stikstof (momentopname) is bepaald uit de gemiddelde hoeveelheid NO_3 in de bodem op een bepaald moment plus de gemiddelde hoeveelheid NH_4 in de bodem op een bepaald moment. De totale hoeveelheid stikstof is de hoeveelheid stikstof die middels een destructie in de bodem is aangetroffen. Op beide variabelen is een logtransformatie toegepast. Hierna is de variantieanalyse uitgevoerd.

De beide stikstof-maten blijken zeer significant op één of andere wijze met de plantengemeenschap samen te hangen ($p < 0.1\%$). Met behulp van de LSD-methode zijn de verschillen tussen gemeenschappen onderling getoetst (tweezijdig, onbetrouwbaarheidsdrempel 1%). De resultaten zijn weergegeven in tabel 18. (Voor uitleg tabel: zie tekst bij tabel 10.)

Tabel 18. Significantie-tabel van het gemiddelde mineraal stikstofgehalte en het gemiddelde totaal stikstofgehalte per gemeenschap. Waarden gemarkeerd met tenminste één overeenkomstige letter zijn onderling niet significant verschillend (p = 0.01).

Gemeenschap	N-mineraal kg/ha/dm	Homogene groepen	Gemeenschap	N-totaal ton/ha/dm	Homogene groepen
67 *Coryn*	3.16	a · · · ·	67 *Coryn*	0.63	a · · ·
52 *Erici*	4.53	a · · · ·	62 *Callun*	0.98	a b · ·
31 *Ran-A*	4.89	a · · · ·	52 *Erici*	1.16	a b · ·
32 *Trig-A*	4.99	a b · · ·	39 *Tortul*	1.17	a b · ·
19 *Calth*	5.34	a · · · ·	09 *Chaer*	2.14	a b c ·
39 *Tortul*	5.60	a b · · ·	48 *Ar* s.B	2.26	a b c ·
62 *Callun*	5.97	a b c · ·	50 *Meso*	2.44	· b c ·
48 *Ar* s.B	9.01	· b c d ·	08 *Aego*	2.45	· b c ·
02 *Filip*	9.88	· · c d e	32 *Trig-A*	2.49	· b c ·
21 *Fritil*	10.65	· · c d e	31 *Ran-A*	3.14	· · c d
50 *Meso*	11.85	· · · d e	02 *Filip*	3.16	· · c d
08 *Aego*	15.69	· · · d e	19 *Calth*	3.70	· · c d
49 *Ar pic*	16.29	· · · · e	49 *Ar pic*	3.88	· · · d
09 *Chaer*	18.18	· · · · e	21 *Fritil*	4.40	· · · d

Om de resultaten voor de twee variabelen eenvoudig met elkaar te vergelijken kunnen de gemeenschappen opgedeeld worden in groepen.
Bij de totale hoeveelheid stikstof zijn de gemeenschappen op te delen in drie groepen. Eén groep van gemeenschappen waar gemiddeld minder dan 1.2 ton/ha/dm aangetroffen wordt (laag), een groep waar 2 tot 2.5 ton/ha/dm aanwezig is (middelmatig), en een groep waar meer dan 3 ton/ha/dm gemiddeld aanwezig is (hoog).
Bij de oplosbare hoeveelheid stikstof is een tweedeling te maken. Eén groep kent een gemiddelde van minder dan 6 kg/ha/dm (laag), bij de andere groep gemeenschappen ligt het gemiddelde boven 9 kg/ha/dm (hoog).

Wanneer de groepen met elkaar vergeleken worden dan blijken zowel de totale hoeveelheid als de oplosbare hoeveelheid stikstof het laagst te zijn in de vier heide- en pioniersgemeenschappen. In beide gevallen is het gehalte in het *Spergulo-Corynephoretum* (67) het laagst, vrij snel gevolgd door de vochtige heidegemeenschap (*Ericion*, 52).

Hiermee houdt de overeenstemming echter grotendeels op. De overige drie gemeenschappen met een lage oplosbare hoeveelheid stikstof bezitten een middelmatige of hoge totale hoeveelheid.
Het gaat hierbij om de gemeenschappen 32 (*Triglochino-Agrostietum*) respectievelijk 31 (*Ranunculo-Alopecuretum*) en 19 (*Calthion*). Dit blijken precies die gemeenschappen te zijn waarbij eerder in dit verslag de laagste jaarlijkse stikstofmineralisaties werden vastgesteld. Blijkbaar komt er, ondanks de relatief hoge totale stikstofvoorraad, door de lage mineralisatie een lage oplosbare hoeveelheid stikstof in de bodem voor.

Omgekeerd blijken twee gemeenschappen met een middelmatige totale hoeveelheid stikstof (*Agropyro-Aegopodietum*; 08 en *Alliario-Chaerophylletum*; 09) een hoge oplosbare hoeveelheid stikstof te bezitten. Zij behoren zelfs tot de drie hoogsten op dit gebied, waarbij gemeenschap 09 de allerhoogste oplosbare hoeveelheid bezit. Ook hier blijken dit exact de twee gemeenschappen te zijn met de hoogste jaarlijkse stikstofmineralisatie. Gemeenschap 09 (*Alliario-Chaerophylletum*) is de gemeenschap met de allerhoogste jaarmineralisatie. Blijkbaar komt er, ondanks de relatief lage totale stikstofvoorraad, door de hoge mineralisatie een hoge oplosbare hoeveelheid stikstof in de bodem voor.

Wanneer de samenhang tussen de stikstof-variabelen onderling onderzocht wordt met behulp van een correlatiecoëfficiënt, blijkt dat de samenhang tussen totale hoeveelheid en oplosbare hoeveelheid stikstof inderdaad niet erg groot is, ook al verschilt deze correlatie significant van nul ($p = 0.1\%$). De berekende correlatiecoëfficiënt is 0.52, hetgeen niet erg hoog is.
Worden de correlaties met de jaarmineralisatie bepaald dan blijkt de correlatie voor de oplosbare hoeveelheid stikstof ($r = 0.73$) duidelijk hoger dan die voor de totale hoeveelheid stikstof ($r = 0.54$).
Dit rechtvaardigt de conclusie dat de oplosbare hoeveelheid stikstof in de bodem beter bruikbare informatie over de stikstofbeschikbaarheid oplevert dan de totale hoeveelheid stikstof in de bodem. De beste informatie over de voor de vegetatie beschikbare hoeveelheid stikstof wordt uiteraard gegeven door de mineralisatie. De oecologische waarde van de totale stikstof hoeveelheid betreft vooral de bijdrage ervan aan het C/N-quotiënt.

5.1.10 Fosfor: oplosbaar en totaal

Op beide variabelen is een logtransformatie toegepast. Hierna is de variantieanalyse uitgevoerd. De beide fosfor-maten blijken zeer significant op één of andere wijze met de plantengemeenschap samen te hangen ($p < 0.1\%$). Met behulp van de LSD-methode zijn de verschillen tussen gemeenschappen onderling getoetst (tweezijdig, onbetrouwbaarheidsdrempel 1%). De resultaten zijn weergegeven in tabel 19. (Voor uitleg tabel: zie tekst bij tabel 10.)

De oplosbare hoeveelheid fosfor (in de fosfaat-vorm) is in vrijwel alle proefvlakken zeer laag. Het gemiddelde oplosbaar-fosfor gehalte ligt voor bijna alle gemeenschappen beneden 1.5 kg/ha. Alleen in de twee halfbeschaduwde ruigtkruidengemeenschappen (*Agropyro-Aegopodietum* en *Alliario-Chaerophylletum*) liggen de gehalten (relatief gezien) een aanzienlijk stuk hoger: meer dan 4 kg/ha.
De variatie binnen de beide gemeenschappen is echter groot. Binnen het *Agropyro-Aegopodietum* varieert het oplosbaar-fosfor gehalte tussen 1.5 en 4.6 kg/ha/dm met een uitschieter naar 11.1. Binnen het *Alliario-Chaerophylletum* is de variatie vergelijkbaar: van 1.8 tot 5.3 kg/ha/dm met een uitschieter naar 10.9. De gemiddelde gehalten verschillen desondanks significant van die van alle andere gemeenschappen, met uitzondering van de ietwat ruige *Arrhenatheretum*

Tabel 19. Significantie-tabel van het gemiddelde oplosbaar fosforgehalte en het gemiddelde totaal fosforgehalte per gemeenschap. Waarden gemarkeerd met tenminste één overeenkomstige letter zijn onderling niet significant verschillend (p = 0.01).

Gemeenschap	P-oplos. kg/ha/dm	Homogene groepen	Gemeenschap	P-totaal ton/ha/dm	Homogene groepen
52 *Erici*	0.02	a	67 *Coryn*	0.11	a
62 *Callun*	0.11	b	62 *Callu*	0.12	a b
21 *Fritil*	0.12	b c	52 *Erici*	0.17	a b
31 *Ran-A*	0.12	b c	02 *Filip*	0.22	a b c
67 *Coryn*	0.15	b c	32 *Trig-A*	0.22	b c
19 *Calth*	0.22	b c d	19 *Calth*	0.37	c d
32 *Trig-A*	0.24	b c d	39 *Tortul*	0.41	c d e
02 *Filip*	0.56	c d e	50 *Meso*	0.45	d e f
48 *Ar* s.B	0.60	d e f	09 *Chaer*	0.56	d e f g
50 *Meso*	0.84	e f	49 *Ar pic*	0.67	e f g
39 *Tortu*	0.87	e f	48 *Ar* s.B	0.67	e f g
49 *Ar pic*	1.25	f g	31 *Ran-A*	0.73	f g
08 *Aego*	4.26	g h	08 *Aego*	0.98	g
09 *Chaer*	4.63	h	21 *Fritil*	1.01	g

gemeenschap (*Arrhenatheretum picriditosum*, 49). Het relatief hoge oplosbaar-fosfor gehalte moet dan ook als typerend voor de twee halfbeschaduwde ruigtkruidengemeenschappen gezien worden.

Uitermate laag is het oplosbaar-fosfor gehalte in het *Ericion*. Het gehalte is hier vrijwel niet meetbaar. Het *Ericion* verschilt significant van alle andere gemeenschappen op dit gebied.

Zeer laag (minder dan 0.25 kg/ha) zijn ook de gemiddelde gehalten bij de gemeenschappen 62 (*Calluno-Genistion*), 67 (*Spergulo-Corynephoretum*), 21 (*Fritillario-Alopecuretum*), 32 (*Triglochino-Agrostietum*), 19 (*Calthion*) en 31 (*Ranunculo-Alopecuretum*).
Opvallend is dat eerder van al deze gemeenschappen ofwel een gemiddelde pH lager dan 5.0 geconstateerd werd, ofwel een zeer lage N-mineralisatie vanwege zeer natte omstandigheden (of beide). De lage beschikbaarheid van P bij een lage pH is een bekend gegeven. De lage N-mineralisatie bij de genoemde gemeenschappen wordt veroorzaakt door zeer natte omstandigheden welke niet alleen de N-mineralisatie maar alle mineralisatieprocessen zullen bemoeilijken en daarmee ook die voor fosfor. De lage N-mineralisaties zijn daarmee indicatief voor een lage P-mineralisatie hetgeen de lage gehalten aan oplosbaar-fosfor in deze situaties grotendeels verklaart.

Oplosbaar-fosfor gehalten tussen 0.5 en 1.5 kg/ha worden aangetroffen bij het *Valeriano-Filipenduletum* (02), de beide *Arrhenatheretum* gemeenschappen (48 & 49), het *Mesobromion* (50) en het *Tortulo-Phleetum*. Deze gemeenschappen kennen vrijwel alle een gemiddelde pH groter dan 6.0. Alleen het *Valeriano-Filipenduletum* heeft een gemiddelde pH tussen 5.0 en 6.0, maar heeft tevens het laagste oplosbaar-fosfor gehalte van de genoemde gemeenschappen.

Binnen deze laatstgenoemde gemeenschap valt overigens één proefvlak (02-1) op door een hoog gehalte: 1.8 kg/ha/dm tegenover een bereik van 0.1 tot 0.6 bij de andere proefvlakken van deze gemeenschap.

Opvallend is het relatief hoge gemiddelde gehalte oplosbaar-fosfor binnen het *Tortulo-Phleetum* (39). De variatie binnen deze gemeenschap is vrij groot, en laat drie groepen zien die samenhangen met de gegroepeerde lokaties. De gehalten bij proefvlakken 39-1 en 2 bedragen 0.3 en 0.5 kg/ha/dm, bij proefvlakken 39-3 en 4 bedragen zij 1.2 en 1.0, en bij proefvlak 39-5 is het gehalte 1.3 kg/ha/dm.

Bij de totale hoeveelheid fosfor in de bodem blijken de heide- en stuifzandgemeenschappen de laagste gehalten te bezitten: minder dan 0.2 ton/ha. De resultaten vertonen verder echter weinig verband met de resultaten van het oplosbaar (voor de vegetatie beschikbaar) fosfor gehalte. Opvallend is vooral het feit dat gemeenschap 21 (*Fritillario-Alopecuretum*) het hoogste P-totaal gehalte heeft terwijl het oplosbaar-fosfor gehalte juist uitermate laag was. Waarschijnlijk is de lage pH in deze gemeenschap hiervoor verantwoordelijk.
Er zijn geen duidelijke groepen in het gemiddelde P-totaal gehalte te zien; elke gemeenschap kent weer een iets ander totaal-fosfor gehalte dan de andere. De relatie tussen de twee fosfor-maten blijft ook onduidelijk. De correlatie tussen de twee fosfor-grootheden bedraagt 0.47, hetgeen niet erg hoog is. Concluderend kan gesteld worden dat de totale hoeveelheid fosfor weinig nieuwe inzichten toevoegt aan de kennis omtrent de oecologie van de gemeenschappen. Eventueel zou een C/P-quotiënt inzicht kunnen geven in de mineralisatiesnelheid van fosfor, maar dit valt buiten het kader van dit verslag.

5.1.11 Kalium: oplosbaar en totaal

Op beide variabelen is een logtransformatie toegepast. Hierna is de variantieanalyse uitgevoerd. De beide kalium-maten blijken zeer significant op één of andere wijze met de plantengemeenschap samen te hangen ($p < 0.1\%$). Met behulp van de LSD-methode zijn de verschillen tussen gemeenschappen onderling getoetst (tweezijdig, onbetrouwbaarheidsdrempel 1%).
De resultaten van de totale hoeveelheid kalium blijken weinig oecologisch relevante informatie op te leveren. Hierop zal niet nader worden ingegaan. Voor de oplosbare hoeveelheid kalium zijn de resultaten weergegeven in tabel 20. (Voor uitleg tabel wordt verwezen naar de tekst bij tabel 10.)

Een opvallend laag oplosbaar-kalium gehalte wordt aangetroffen bij de pioniersgemeenschap van stuifzanden *Spergulo-Corynephoretum* (67). Het gemiddelde gehalte van 7.0 kg/ha/dm verschilt significant van dat van alle andere gemeenschappen.
Laag zijn ook de kalium gehalten in de droge heide gemeenschap *Calluno-Genistion* (62) en de droge pioniersvegetatie uit de kalkrijke duinen, het *Tortulo-Phleetum* (39). Binnen deze laatste gemeenschap

Tabel 20. Significantie-tabel van het gemiddelde oplosbaar kalium gehalte per gemeenschap. Waarden gemarkeerd met tenminste één overeenkomstige letter zijn onderling niet significant verschillend (p = 0.01).

Gemeenschap	K-oplosbaar kg/ha/dm	Homogene groepen
67 *Spergulo-Corynephoretum*	7.0	a · · · · · · ·
62 *Calluno-Genistion*	17.2	· b · · · · · ·
39 *Tortulo-Phleetum*	22.8	· b c · · · · ·
19 *Calthion*	27.2	· b c d · · · ·
32 *Triglochino-Agrostietum*	28.6	· b c d e · · ·
52 *Ericion*	32.0	· b c d e · · ·
31 *Ranunculo-Alopecuretum*	41.0	· · c d e · · ·
02 *Valeriano-Filipenduletum*	46.6	· · · d e f · ·
21 *Fritillario-Alopecuretum*	51.5	· · · d e f g ·
48 *Arrhenatheretum* subass. B	52.9	· · · · e f g h
09 *Alliario-Chaerophylletum*	81.0	· · · · · f g h
49 *Arrhenatheretum picriditosum*	100.4	· · · · · · g h
50 *Mesobromion*	104.4	· · · · · · · h
08 *Agropyro-Aegopodietum*	118.3	· · · · · · · h

is de variatie echter groot. Proefvlak 39-5 heeft een opvallend hoog oplosbaar-kalium gehalte: 61 kg/ha/dm tegenover een bereik van 8 tot 16 bij de overige vier proefvlakken.
Hierna volgen met een vrij laag oplosbaar-kalium gehalte de vier zeer natte gemeenschappen waarvan eerder vastgesteld werd dat sommige bodemprocessen door de waterstagnatie bemoeilijkt worden. Het is niet onwaarschijnlijk dat het oplosbare kaliumgehalte hier ook de gevolgen van ondervindt. De gemeenschappen waar het hier om gaat zijn het *Calthion* (19), het *Triglochino-Agrostietum* (32), het *Ericion* (52) en het *Ranunculo-Alopecuretum* (31). Het gehalte bij de laatstgenoemde gemeenschap is het minst lage in de groep. De oorzaak hiervoor moet gezocht worden in het bodemmateriaal dat bij deze gemeenschap steeds uit klei bestaat. De kaliumvoorziening op kleibodems is in het algemeen goed.

De gemiddelde oplosbaar-kalium gehalten bij de gemeenschappen *Valeriano-Filipenduletum* (02), *Fritillario-Alopecuretum* (21) en *Arrhenatheretum* subassociatiegroep B (48) nemen een middenpositie in. De variatie binnen gemeenschap 21 is echter groot en laat een patroon zien dat vaker terugkomt. Bij proefvlakken 21-4 en 5 is het gehalte hoog (63 resp. 114 kg/ha/dm) in tegenstelling tot de proefvlakken 21-1, 2 en 3 (25 à 28 kg/ha/dm).

Hoog is het oplosbaar-kalium gehalte bij de gemeenschappen 08 en 09 (*Agropyro-Aegopodietum* en *Alliario-Chaerophylletum*) en 49 en 50 (*Arrhenatheretum picriditosum* en *Mesobromion*). Het gemiddelde oplosbaar-kalium gehalte van deze gemeenschappen ligt hoger dan 80 kg/ha/dm en verschilt significant van de pioniers- en heidegemeenschappen (67, 39, 62 en 52) en van de zeer natte gemeenschappen met waterstagnatie (52, 19, 32, 31).

5.1.12 Cation Exchange Capacity (CEC)

De resultaten van een variantieanalyse en LSD-toets op het kationen uitwisselingsvermogen (CEC) van de grond (na log-transformatie) is weergegeven in tabel 21. Ook de CEC bleek significant op één of andere wijze samen te hangen met de plantengemeenschap.

Tabel 21. Significantie-tabel van de gemiddelde CEC per gemeenschap. Waarden gemarkeerd met tenminste één overeenkomstige letter zijn onderling niet significant verschillend (p = 0.01).

Gemeenschap		CEC kmol⁺/ha/dm	Homogene groepen
67	*Spergulo-Corynephoretum*	24.5	a · · · · · ·
62	*Calluno-Genistion*	54.7	· b · · · · ·
52	*Ericion*	57.0	· b · · · · ·
39	*Tortulo-Phleetum*	84.2	· b c · · · ·
09	*Alliario-Chaerophylletum*	106.4	· b c d e · ·
02	*Valeriano-Filipenduletum*	118.7	· b c d · · ·
21	*Fritillario-Alopecuretum*	142.1	· · c d e f ·
32	*Triglochino-Agrostietum*	157.6	· · · d e f ·
19	*Calthion*	168.5	· · · d e f ·
48	*Arrhenatheretum* subass. B	181.2	· · · d e f g
08	*Agropyro-Aegopodietum*	188.0	· · · d e f g
50	*Mesobromion*	192.9	· · · · e f g
49	*Arrhenatheretum picriditosum*	272.5	· · · · · f g
31	*Ranunculo-Alopecuretum*	362.0	· · · · · · g

Omdat de CEC vooral afhangt van zowel het lutumgehalte van de grond als van het organische-stof gehalte hoeft het geen verbazing te wekken dat de laagste gemiddelde CEC aangetroffen wordt bij de organische-stof arme stuifzand-gemeenschap 67 (*Spergulo-Corynephoretum*). De gemiddelde waarde verschilt hier significant van die van alle andere gemeenschappen.
De hoogste gemiddelde CEC kent gemeenschap 31 (*Ranunculo-Alopecuretum*) waar de bodem steeds uit klei bestaat.

De tussenliggende gemeenschappen rangschikken zich wat betreft de gemiddelde CEC vrij sterk parallel aan een ordening van zand, via venig zand naar meer lemig en kleiige bodems. De CEC geeft dus weinig nieuwe oecologische informatie. De sterke samenhang met de granulaire samenstelling blijkt ook wanneer de correlatie berekenend wordt tussen de CEC en de zand- silt- en lutum-fracties. Op de fracties is hiertoe een arcsinus-transformatie toegepast. De CEC blijkt sterk negatief gecorreleerd ($r=-0.68$) met de zandfractie. Met de siltfractie (na logtransformatie) is de correlatie sterk positief ($r=0.65$). De sterkste correlatie bestaat met de lutumfractie (na logtransformatie): de correlatiecoëfficiënt bedraagt 0.72.

5.1.13 Overzicht abiotische factoren in ordinatiediagram

In de voorgaande paragrafen is van een aantal abiotische factoren aangegeven wat de variatie is en welke waarden aangetroffen worden bij welke plantengemeenschappen. Daarbij is zo mogelijk ook aangegeven welke waarden significant van elkaar verschillen en welke niet.

Om inzicht te krijgen in het onderlinge belang van de verschillende abiotische factoren is met behulp van "Detrended Correspondence Analysis" een ordinatiediagram gemaakt. De proefvlakken worden hierbij weergegeven in een diagram waarbij de vegetatiekundige variatie in het materiaal de vorm bepaalt. Proefvlakken die sterk verwant zijn worden dicht bijeen geplaatst, proefvlakken die weinig of niet verwant zijn worden in het diagram ver van elkaar geplaatst. Vervolgens zijn de (getransformeerde) omgevingsfactoren gecorreleerd met de ligging van de proefvlakken in het diagram.

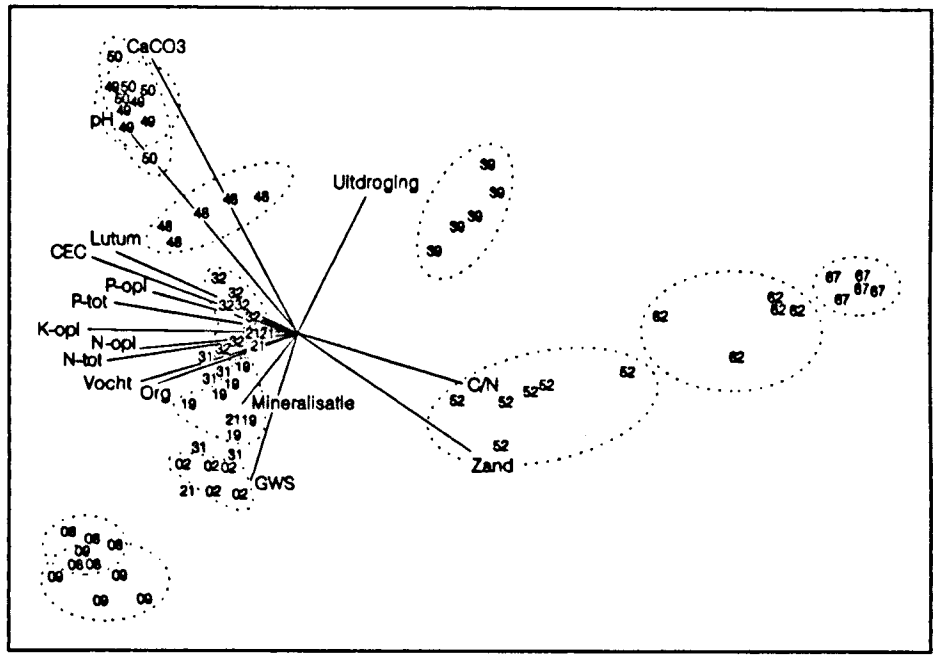
Figuur 11 laat de resultaten van deze ordinatie zien. Vanzelfsprekend kan in de figuur niet alle variatie getoond worden. De grootste richtingen van variatie zijn hier in een plat vlak weergegeven. Minder belangrijke variatie (in andere dimensies) wordt niet getoond.
In de figuur zijn de proefvlakken aangegeven met het gemeenschapsnummer. Zoals verwacht blijken de proefvlakken van eenzelfde gemeenschap veelal dicht bijeen geplaatst te worden. In het diagram is dit geaccentueerd door de proefvlakken per gemeenschap te omcirkelen. Alleen de proefvlakken van de gemeenschappen 21 en 31 zijn niet omcirkeld vanwege hun enigszins verspreide ligging.

De mate van correlatie van een omgevingsfactor met een bepaalde richting in het diagram is maatgevend voor de mate waarin deze factor samenhangt met de vegetatiekundige variatie in de betreffende richting.
In figuur 11 is met lijnen aangegeven in welke richting de omgevingsfactoren met het diagram gecorreleerd zijn. De richting is daarbij tevens een maat voor het teken van de correlatie. De lengte van de lijn is een maat voor de sterkte van de correlatie. Door de lengte van de lijnen te vergelijken wordt inzicht verkregen in het onderlinge belang van omgevingsfactoren.

Er zijn aan de hand van de figuur in grote lijnen drie groepen van omgevingsfactoren te onderscheiden:
Het kalkgehalte en de pH vertonen de sterkste correlatie met de onderzochte gemeenschappen. Hoge kalkgehalten en hoge pH's komen links boven in de figuur voor bij de proefvlakken van het *Mesobromion* (50) en het *Arrhenatheretum picriditosum* (49).

Grondwaterstand en uitdroging variëren in grote lijnen langs de richting links-onder naar rechts-boven. Links onder zijn de grondwaterstand en het vochtgehalte in het algemeen hoog (*Valeriano-Filipenduletum*; 02, *Calthion*; 19, *Ranunculo-Alopecuretum*; 31), rechtsboven laag. Rechtsboven is vaak de uitdroging van de grond in de zomer sterk (*Tortulo-Phleetum*; 39, *Spergulo-Corynephoretum*; 67).

Figuur 11. Ordinatiediagram. De proefvlakken zijn met hun gemeenschapsnummer aangeduid. De correlatie met omgevingsfactoren is met lijnen weergegeven. Voor nadere uitleg: zie tekst.



De grootste vegetatiekundige variatie is aanwezig van links naar rechts in de figuur. In deze richting is een groot aantal factoren gecorreleerd, die vaak ook onderling afhankelijk zijn. Het gaat hierbij vooral om factoren die op één of andere wijze indicatief zijn voor de voedselrijkdom van de bodem zoals: de totale en de beschikbare hoeveelheid N, P en K, de CEC, het C/N-quotiënt, en de zandigheid of kleiigheid van de bodem. Rechts in het diagram komen de zeer voedselarme, zandige vegetaties voor met een hoog C/N-quotiënt: het *Ericion* (52), het *Calluno-Genistion* (62), het *Spergulo-Corynephoretum* (67) en het *Tortulo-Phleetum* (39).
Het vochtgehalte van de grond en het organische-stof gehalte (de venigheid) zijn twee onderling sterk gecorreleerde factoren. Hun richting in het diagram ligt tussen die van de voedselrijkdoms-factoren en de factoren grondwaterstand/ bodem-uitdroging in.

Opvallend is de korte lengte van de lijn voor de stikstofmineralisatie. De lijn wijst in de richting van de gemeenschappen met de hoogste mineralisaties: *Alliario-Chaerophylletum* (09), *Agropyro-Aegopodietum* (08), *Valeriano-Filipenduletum* (02) en de ruige proefvlakken van het *Fritillario-Alopecuretum* (21). De korte lijn betekent niet dat de mineralisatie niet van belang is. Alleen met de meest opvallende vegetatiekundige variatie is de correlatie vrij laag. Deze blijkt vooral met andere abiotische factoren samen te hangen. De mineralisatie is waarschijnlijk vooral gecorreleerd met niet in het diagram getoonde en dus minder grote vegetatiekundige variatie (in een andere dimensie). Wanneer sterk afwijkende gemeenschappen uit de analyse verwijderd worden bestaat de mogelijkheid dat de invloed van de mineralisatie (binnen het overblijvende materiaal) veel duidelijker is.

5.2 Biomassaproduktie: relatie met plantengemeenschap

De gegevens van de jaarlijkse biomassaproduktie zijn onvolledig. De reden hiervoor is dat bij ca. eenderde van de proefvlakken de bepaling van de jaarlijkse biomassaproduktie in één van de twee jaren niet gelukt is. Om te voorkomen dat al deze proefvlakken buiten de analyse zouden vallen is een berekening uitgevoerd waarmee de "missende" biomassaprodukties benaderd konden worden.
Hiertoe is gebruik gemaakt van:
- de produktie in het betreffende proefvlak zelf, in het jaar waarin wel een bepaling gedaan kon worden;
- de verhouding tussen de biomassa in beide jaren, gemiddeld voor die proefvlakken van de betreffende gemeenschap waar de produktiebepaling wel in beide jaren gedaan kon worden.

Op deze manier is nu voor vrijwel alle proefvlakken een (al of niet benaderde) waarde voor de biomassaproduktie beschikbaar.

Enkele opmerkingen zijn bij de produktiegegevens te plaatsen:

De gemeten jaarprodukties geven bij de 2x per jaar gemaaide proefvlakken een betrouwbaar beeld van de werkelijke produktie. Wordt een proefvlak echter slechts één keer per jaar laat in het groeiseizoen gemaaid of helemaal niet, dan is de produktie benaderd met de peak standing crop. Deze benadering zal in alle gevallen lager zijn dan de werkelijke produktie. De gemaakte fout zal relatief gering zijn, maar er dient desondanks rekening mee gehouden te worden.

De biomassaproduktie bij gemeenschap 08 (*Agropyro-Aegopodietum*) en 09 (*Alliario-Chaerophylletum*) betreft alleen de produktie van de (ten dele beschaduwde) kruidlaag. De biomassa van de bomen blijft buiten beschouwing. Deze bomen staan met hun stam altijd buiten de proefvlakken. Hun kronen staan echter ook boven de proefvlakken, en hun wortels zijn zonder twijfel ook in de bodem van het proefvlak aanwezig.

Van gemeenschap 08 zijn slechts 4 produktiebepalingen beschikbaar. Bij proefvlak 08-1 is in beide jaren de produktiebepaling niet gelukt en kon dus ook geen waarde geschat worden.

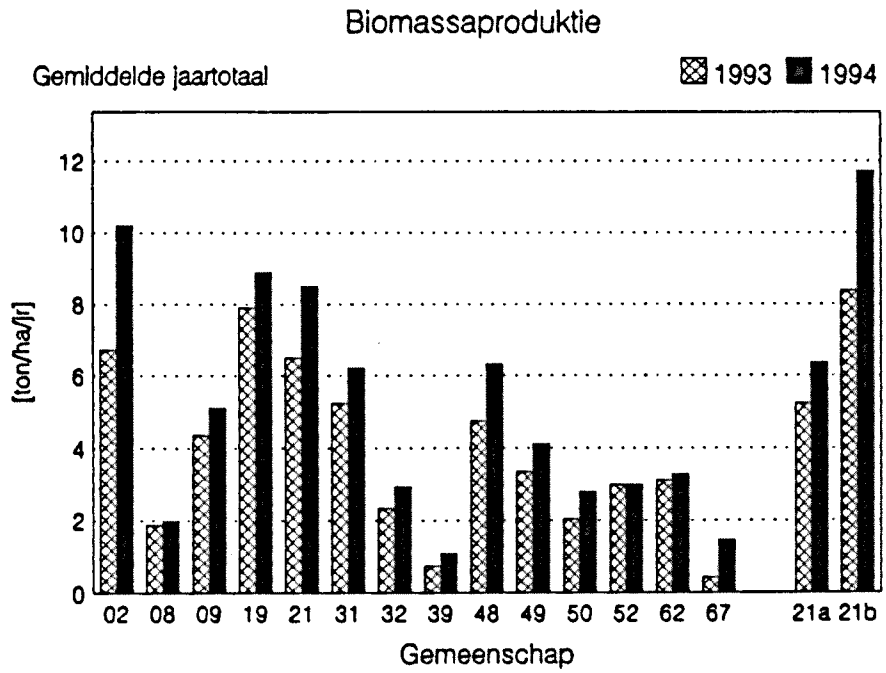
Bij gemeenschap 39 (*Tortulo-Phleetum*) is slechts op twee lokaties in beide jaren de produktiebepaling uitgevoerd. Elk van deze lokaties is representatief voor twee nabijgelegen proefvlakken (39-1/2 en 39-3/4). Bij het vijfde proefvlak konden geen produktiebepalingen worden uitgevoerd.
Bij het berekenen van correlaties met milieufactoren of soortenaantallen is aan de twee proefvlakken van een paar steeds dezelfde produktie toegekend, bepaald op basis van de ervoor representatieve biomassabepaling. Voor vier proefvlakken is dus in dit geval de produktie beschikbaar.
Bij het berekenen van de significante onderlinge verschillen tussen de gemeenschappen voor wat betreft gemiddelde produktie is echter slechts van de twee werkelijke lokaties uitgegaan. Op deze manier wordt voorkomen dat de standaardafwijking voor deze gemeenschap

een onjuiste (veel te lage) waarde aanneemt en de verschillen met andere gemeenschappen te snel (foutief) als significant worden aangemerkt.

De produktiebepalingen in de heidegemeenschappen (*Ericion* en *Calluno-Genistion*) moeten met extra zorg behandeld worden. In het hoofdstuk methode is al aangegeven dat de gevolgde methode hier een grote variatie met zich mee brengt. Dit betekent dat bij deze gemeenschappen extra variatie in de produktie geïntroduceerd wordt. De gemeten variatie is in dit geval geen maat voor de werkelijke variatie aan biomassaproduktie binnen deze gemeenschappen. Afhankelijk van het soort verwerkingsmethode zal hiermee al of niet rekening gehouden moeten worden.
Ondanks de extra variatie worden de gemiddelde waarden per gemeenschap als redelijk betrouwbaar beschouwd.

5.2.1 Biomassaproduktie in 1993 en 1994

Figuur 12. Bovengrondse biomassaproduktie in ton droge stof/ha/jr. Weergegeven zijn gemiddelden per gemeenschap in 1993 en 1994.



In figuur 12 is, gemiddeld per gemeenschap, de biomassaproduktie in elk van de onderzoeksjaren weergegeven in tonnen droge stof/ha/jr. Evenals bij de bespreking van de mineralisatie is bij gemeenschap 21 (*Fritillario-Alopecuretum*) voor de twee subgroepen die in deze gemeenschap te onderscheiden zijn, ook apart de gemiddelde produktie aangegeven. De drie goed ontwikkelde proefvlakken worden hierbij aangeduid als 21a, de twee meer ruigere proefvlakken als 21b.
(Zie voor de verklaring van de gemeenschapsnummers eventueel tabel 1 op pagina 12).

In de figuur valt op dat de gemiddelde biomassaproduktie in alle gevallen in 1994 groter was dan in 1993. Alleen voor het *Ericion* wordt in de figuur het tegenovergestelde gesuggereerd. Dit is echter naar alle waarschijnlijkheid een artefact, veroorzaakt door de grote variatie in waarnemingen die de gehanteerde methode bij de heidegemeenschappen met zich mee brengt. Ook bij de individuele proefvlakken blijkt de produktie in nagenoeg alle gevallen in 1994 hoger dan in 1993. Wanneer de heideproefvlakken buiten beschouwing gelaten worden gaat deze regel slechts voor twee proefvlakken niet op. Bij één daarvan (08-1) was de produktie in 1994 exact gelijk aan die van 1993, bij de ander (50-5) was het verschil minder dan 0.1 ton/ha. Vooral bij het *Spergulo-Corynephoretum* (67) is het verschil tussen de twee jaren bijzonder groot. Was de gemiddelde produktie hier in 1993 slechts 0.44 ton/ha, in 1994 bedroeg dit 1.45 ton/ha.

De hogere produktie in 1994 lijkt in tegenspraak met het feit dat bij tweederde van de proefvlakken de hoogste stikstofmineralisatie juist in 1993 gemeten werd. In het onderzoek is alleen de bovengrondse biomassaproduktie bepaald, terwijl de nutriënten uiteraard ook voor de ondergrondse biomassaproduktie gebruikt worden. Desalniettemin zou een hoge samenhang verwacht kunnen worden tussen de stikstofmineralisatie en de bovengrondse produktie.
Een mogelijke oorzaak zou kunnen liggen in het feit dat de hoge jaarmineralisatie in 1993 in de meeste gevallen zeer sterk geconcentreerd was in een uitgesproken piek in de lente. Het is niet onwaarschijnlijk dat deze enorme mineralisatie niet in dit korte tijdsbestek door de vegetatie volledig benut kon worden voor de biomassaproduktie. Een (groot) deel van de gemeten mineralisatie zou in dat geval "verloren" moeten zijn gegaan door uitspoeling, of door alsnog optredende denitrificatie of immobilisatie.
Deze theorie is eenvoudig te toetsen door de mineralisatie voor beide jaren opnieuw te berekenen waarbij op één of andere wijze de lentepiek in 1993 verlaagd wordt. Op twee verschillende manieren is dit onderzocht. In het ene geval werden de jaarmineralisaties herberekend met in beide jaren weglating van de hoogste waarde. In het andere geval werd alleen de jaarmineralisatie voor 1993 opnieuw berekend door dàt deel dat de lentepiek in 1993 hoger was dan in de lentepiek in 1994, niet bij de jaarmineralisatie te rekenen.
In beide gevallen echter bleef de jaarmineralisatie in de meeste gevallen in 1993 hoger dan in 1994. In beide gevallen keerde de situatie slechts bij vijf proefvlakken om. In plaats van bij 24 was in die gevallen bij 29 van de 74 proefvlakken de mineralisatie in 1994 groter dan in 1993. De theorie dat een deel van de mineralisatie uit de lente-piek van 1993 verloren is gegaan voor de biomassaproduktie, wordt dus níet bevestigd. Wellicht speelt het proces een rol maar een andere (mede-) oorzaak zal gezocht moeten worden voor de tegenstrijdigheid die bestaat in jaarproduktie en jaarmineralisatie tussen de beide jaren.
Bij de jaarlijkse produktie is uiteraard het weer in het betreffende jaar van zeer groot belang. In 1993 waren vooral het voorjaar en de lente zeer warm. De zomer, herfst en najaar (vanaf 11 juni) waren koel, nat en somber. In 1994 waren het voorjaar en de lente vrij "normaal", de zomer was zeer warm. Koel, nat en somber werd het pas

na 12 augustus, in de nazomer, herfst en najaar. Deze vergelijking laat zien dat de situatie voor een hoge jaarproduktie in 1994 inderdaad gunstiger lijkt dan in 1993. Ondanks dat was de verwachting dat van dit gunstige weer alleen geprofiteerd zou kunnen worden wanneer de mineralisatie de benodigde nutriënten levert. Anders geformuleerd was de verwachting dat in onbemeste, (half-) natuurlijke situaties, een gunstige weersgesteldheid voor de biomassaproduktie alleen gunstig is omdat deze weersgesteldheid tevens gunstig is voor de mineralisatie.
De conclusie moet echter zijn dat de invloed van allerlei factoren op de biomassaproduktie niet alleen via de stikstofmineralisatie verloopt.

Tabel 22. Laagste en hoogste jaarlijkse biomassaproduktie per gemeenschap.

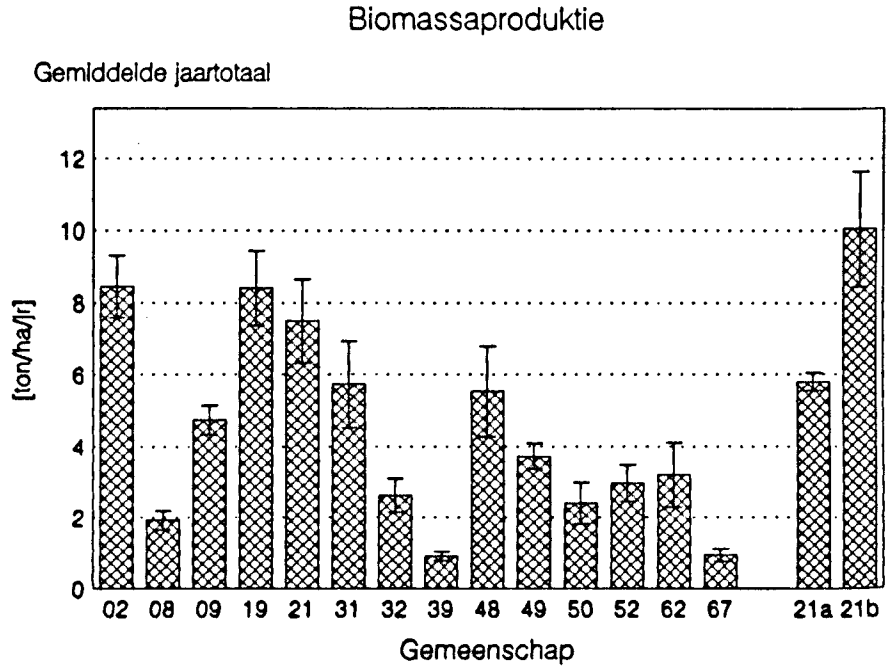
Gemeenschap	Min. 1993	Max. 1994
02 *Filip*	5.1	13.4
08 *Aego*	1.3	2.8
09 *Chaer*	3.6	6.9
19 *Calth*	4.4	12.3
21 *Fritil*	4.6	13.2
31 *Ran-A*	3.2	11.3
32 *Trig-A*	1.5	5.4
39 *Tortul*	0.7	1.2
48 *Ar* s.B	1.8	10.9
49 *Ar pic*	2.3	4.9
50 *Meso*	0.7	4.4
52 *Erici*	-	-
62 *Callun*	-	-
67 *Coryn*	0.1	2.2
21a *Fritil* [a]	4.6	6.6
21b *Fritil* [b]	>6.7	13.2

Om een indruk te krijgen van de variatie in biomassaproduktie binnen de gemeenschappen wordt in tabel 22 van alle gemeenschappen de minimale en de maximale aangetroffen waarde vermeld. Hierbij heeft de minimale waarde steeds betrekking op de produktie van een proefvlak in 1993, de maximale waarde op de produktie van een ander proefvlak in 1994. (De minimaal aangetroffen waarde bij de ruige vorm van het *Fritillario-Alopecuretum* -21b- is aangegeven als groter dan 6.7 ton/ha. De werkelijke grootte is niet exact bekend aangezien er in het voorjaar van 1993 in het bewuste proefvlak verstoring is opgetreden door het uitslepen van bomen. Hierdoor is de gemeten produktie aan de lage kant.)
In de tabel valt vooral de enorme variatie op binnen de verschillende gemeenschappen. Deze variatie heeft tot gevolg dat het aantal significante verschillen gering zal zijn.

5.2.2 Gemiddelde jaarlijkse produktie

Van elk proefvlak is op grond van de biomassaproduktie in 1993 en die in 1994 een gemiddelde jaarlijkse droge-stof produktie bepaald. In figuur 13 is per gemeenschap het gemiddelde en de standaardafwijking weergegeven. Ook in deze figuur is de gemiddelde produktie voor de twee subgroepen in gemeenschap 21 (*Fritillario-Alopecuretum*) apart aangegeven. De drie goed ontwikkelde proefvlakken worden aangeduid als 21a, de twee meer ruigere proefvlakken als 21b.

Figuur 13. Gemiddelde biomassaproduktie in ton droge stof/ha/jr. Weergegeven zijn de gemiddelden per gemeenschap en hun standaardafwijkingen (zowel naar boven als naar beneden).



5.2.3 Statistische verschillen

Om de significante verschillen in produktie tussen de gemeenschappen te onderzoeken is een variantieanalyse uitgevoerd. Op de gemiddelde produktie per proefvlak is hiertoe eerst een log-transformatie uitgevoerd. Omdat de variatie in de gemeten produktie binnen de twee heidegemeenschappen (52 en 62) voor een groter deel het gevolg is van de gehanteerde bemonsteringsmethode dan dat deze de werkelijke variatie binnen deze gemeenschappen weerspiegeld zijn deze twee gemeenschappen bij de analyse buiten beschouwing gebleven.
Nadat bleek dat de produktie significant ($p = 0.1\%$) op één of andere wijze samenhangt met de plantengemeenschap is de LSD-toets gebruikt om per gemeenschaps-paar te onderzoeken of zij al of niet onderling significant van elkaar verschillen. De resultaten hiervan zijn te zien in tabel 23. Naast de gemiddelde waarden per gemeenschap zijn hier met letters de onderling niet significant verschillende gemeenschappen aangegeven, de homogene groepen. (Voor uitleg over homogene groepen zie de tekst bij tabel 10.)

De LSD-toets is twee keer uitgevoerd, de tweede keer is het *Fritillario-Alopecuretum* opgedeeld in de twee subgroepen 21a en 21b, respectievelijk de goed ontwikkelde en de meer ruige vorm van de gemeenschap. De linker drie kolommen in tabel 23 hebben betrekking op de analyse met een ongedeelde gemeenschap 21, de rechter drie kolommen op de analyse waarbij onderscheid gemaakt is tussen 21a

en 21b. De middelste kolom met homogene groepen bezit geldigheid voor beide situaties.
De tabel is gesorteerd op oplopende gemiddelde produktie. Hoewel de twee heidegemeenschappen buiten de toets op significante verschillen gehouden zijn, is hun gemiddelde produktie wel in de tabel weergegeven.

Tabel 23. Significantie-tabel van de gemiddelde jaarlijkse biomassaproduktie per gemeenschap. Waarden gemarkeerd met tenminste één overeenkomstige letter zijn onderling niet significant verschillend (p = 0.01). De linker drie kolommen geven de resultaten weer voor een ongedeelde, de rechter drie die voor een gedeelde gemeenschap 21. De kolom met homogene groepen geldt voor beide situaties.

Gemeenschap	Produktie ton/ha/jr	Homogene groepen	Produktie ton/ha/jr	Gemeenschap
39 *Tortul*	0.91	a b · · ·	0.91	39 *Tortul*
67 *Coryn*	0.94	a · · · ·	0.94	67 *Coryn*
08 *Aego*	1.93	· b c · ·	1.93	08 *Aego*
50 *Meso*	2.40	· b c · ·	2.40	50 *Meso*
32 *Trig-A*	2.63	· · c · ·	2.63	32 *Trig-A*
52 *Erici*	2.97		2.97	52 *Erici*
62 *Callun*	3.20		3.20	62 *Callu*
49 *Ar pic*	3.73	· · c d ·	3.73	49 *Ar pic*
09 *Chaer*	4.74	· · · d e	4.74	09 *Chaer*
48 *Ar* s.B	5.53	· · · d e	5.53	48 *Ar* s.B
31 *Ran-A*	5.73	· · · d e	5.73	31 *Ran-A*
		· · · d e	5.80	21a *Fritil* [a]
21 *Filip*	7.50	· · · · e		
19 *Calth*	8.41	· · · · e	8.41	19 *Calth*
02 *Filip*	8.46	· · · · e	8.46	02 *Filip*
		· · · · e	10.05	21b *Fritil* [b]

De laagste gemiddelde produktie blijken de twee pioniersvegetaties te bezitten: het *Tortulo-Phleetum* (39) en het *Spergulo-Corynephoretum* (67). De jaarlijkse produktie ligt hier gemiddeld net iets beneden 1 ton droge stof/ha/jr.
De gemiddelde jaarlijkse produktie van het *Spergulo-Corynephoretum* verschilt significant van alle andere gemeenschappen met uitzondering van het *Tortulo-Phleetum*.
Doordat de gegevens van het *Tortulo-Phleetum* op slechts twee lokaties gebaseerd zijn is het aantal significante verschillen iets lager, ondanks het feit dat de gemiddelde produktie lager is dan bij het *Spergulo-Corynephoretum*. De produktie verschilt significant van alle andere gemeenschappen met uitzondering van het *Agropyro-Aegopodietum* (08) en het *Mesobromion* (50).

De produktie bij het *Agropyro-Aegopodietum* (08) is vrij laag voor een ruigtkruidenvegetatie (ca. 2 ton/ha/jr), zeker wanneer de hoge jaarlijkse mineralisatie in gedachten gehouden wordt. De oorzaak ligt onder meer in het feit dat deze vegetatie zich voornamelijk in voorjaar, lente en voorzomer ontwikkelt. Later in het jaar is de beschaduwing door de bomen sterker en vindt er weinig produktie meer

plaats. Daarbij betreft de vermelde produktie alleen die van de kruidlaag. De produktie van de bomen is niet bepaald. De produktie verschilt significant van de verwante gemeenschap *Alliario-Chaerophylletum* (09). Daarnaast is het verschil ook significant met het *Spergulo-Corynephoretum* (67) enerzijds, en het *Arrhenatheretum* subassociatiegroep B (48), het *Ranunculo-Alopecuretum* (31) het *Fritillario-Alopecuretum* (21), het *Calthion* (19) en het *Valeriano-Filipenduletum* (02) anderzijds.

De gemiddelde jaarlijkse produktie in het *Mesobromion* (50) ligt rond 2.5 ton/ha. Dit komt vrij goed overeen met de verwachting. Eén proefvlak (50-5) valt op door een relatief hoge gemiddelde produktie: 4.3 ton/ha/jr tegen een bereik van 1.0 tot 2.9 bij de andere proefvlakken. Het betreft hier het proefvlak dat vegetatiekundig een overgang vormt naar het *Arrhenatheretum*. Het feit dat de produktie bij de *Arrhenatheretum* gemeenschappen (48 en 49) gemiddeld hoger is dan in het *Mesobromion* is hiermee in overeenstemming. De gemeenschappen waarvan de gemiddelde produktie significant verschilt zijn dezelfde als die bij de vorige gemeenschap genoemd werden.

Ook de produktie bij het *Triglochino-Agrostietum* (32) ligt rond 2.5 ton/ha/jr. Binnen de gemeenschap valt op dat de twee proefvlakken die vegetatiekundig enige overeenkomst vertonen met het *Calthion* (32-6/7) een hogere produktie hebben dan de andere proefvlakken. De gemiddelde produkties bedragen hier respectievelijk 3.8 en 4.9 ton/ha/jr tegenover een bereik van 1.6 tot 2.6 bij de andere vijf proefvlakken. Dit is in overeenstemming met het feit dat de produktie van de *Calthion* (19) proefvlakken gemiddeld veel hoger is dan die van het *Triglochino-Agrostietum*. De produktie verschilt significant van dezelfde gemeenschappen als de vorige gemeenschap, echter ook het verschil met het *Tortulo-Phleetum* is hier significant.

De produktie van de twee heidegemeenschappen (*Ericion*: 52, en *Calluno-Genistion*: 62) ligt gemiddeld rond 3 ton/ha/jr. Omdat de bemonsteringsmethode bij deze gemeenschappen een grote spreiding introduceerde kon niet onderzocht worden van welke gemeenschappen deze produktie significant verschilt.

Het *Arrhenatheretum picriditosum* (49) heeft een jaarlijkse produktie van ca. 3.75 ton/ha. Ondanks het ietwat ruige karakter van deze vegetatie en het feit dat de mineralisatie hoger lag dan bij de verwante gemeenschap 48 (*Arrhenatheretum* subassociatiegroep B) is dit een beduidend lagere produktie. Het verschil is echter bij een onbetrouwbaarheidsdrempel van 1% niet significant. Hierbij moet aangetekend worden dat de proefvlakken van het *Arrhenatheretum picriditosum* alle hooguit 1x per jaar gemaaid werden en de produktie dus benaderd werd met de peak standing crop. Deze benadering zal iets lager zijn dan de werkelijke produktie. Bij gemeenschap 48 werd bij een aantal proefvlakken 2x per jaar gemaaid en kon de werkelijke produktie dus beter bepaald worden.
Significant is het verschil met de twee pioniersvegetaties (39 en 67), en met het *Calthion* (19) en het *Valeriano-Filipenduletum* (02). Met

het *Fritillario-Alopecuretum* (21) is het verschil alleen significant met de ruige vorm van deze gemeenschap (21b).

Bij het *Alliario-Chaerophylletum* (09) ligt de gemiddelde produktie rond 4.75 ton/ha/jr. Evenals bij het *Agropyro-Aegopodietum* (08) werd eigenlijk een hogere produktie verwacht, mede op grond van de zeer hoge jaarlijkse mineralisatie. De beschaduwing door bomen is bij deze vegetatie in het algemeen minder sterk dan bij het *Agropyro-Aegopodietum*. Desondanks ontwikkelt zich ook deze vegetatie voornamelijk in voorjaar, lente en voorzomer. Later in de zomer treedt soms een sterke uitdroging op en vindt weinig produktie meer plaats. Daarbij betreft de vermelde produktie ook hier alleen die van de kruidlaag. De produktie van de bomen is niet bepaald. De gemiddelde produktie verschilt alleen significant van een aantal gemeenschappen met lagere produktie: het *Agropyro-Aegopodietum* (08), het *Mesobromion* (50), het *Triglochino-Agrostietum* (32) en de pioniersvegetaties (39 en 67).

De gemiddelde jaarlijkse produktie bij het *Arrhenatheretum* subassociatiegroep B (48) ligt rond 5.5 ton/ha. De variatie binnen deze gemeenschap is echter zeer groot. Eén proefvlak heeft een zeer lage gemiddelde jaarlijkse produktie, namelijk 2.2 ton/ha. Aangezien hier maar 1x per jaar gemaaid wordt is de produktie hier steeds benaderd met de peak standing crop, waardoor de produktie iets ondergewaardeerd zal zijn. Proefvlak 48-2 kent daarentegen een zeer hoge gemiddelde jaarproduktie: 9.9 ton/ha. Op deze lokatie wordt 2x per jaar gemaaid, en daarnaast bleek er na de tweede maaibeurt rond half augustus) in beide jaren nog een aanzienlijke hergroei op te treden. Bij de overige drie proefvlakken varieert de gemiddelde jaarproduktie van 4.2 tot 5.7 ton/ha. De gemeenschappen waarvan de gemiddelde produktie significant verschilt zijn dezelfde als bij de vorige gemeenschap.

Het *Ranunculo-Alopecuretum* (31) heeft een gemiddelde produktie van ca. 5.75 ton/ha/jr. Binnen deze gemeenschap valt vooral één proefvlak (31-2) direct op door een zeer hoge gemiddelde jaarproduktie: 10.4 ton/ha. Op de bewuste lokatie wordt 3 à 4x per jaar gemaaid waarna het maaisel blijft liggen. De ophoping van organisch materiaal die dit tot gevolg heeft kan mede oorzaak zijn van de hoge produktie. Het proefvlak met de laagste jaarlijkse produktie (3.5 ton.ha) is proefvlak 31-1. Dit is het proefvlak dat nog tot ver in de lente onder water kan staan. De produktie bij de overige proefvlakken varieert tussen 4.6 en 5.4 ton/ha/jr. De gemeenschappen waarvan de gemiddelde produktie significant verschilt zijn hier dezelfde als bij de vorige gemeenschap.

Bij het *Fritillario-Alopecuretum* (21) valt een tweedeling op in de produktie die samenvalt met de eerder aangegeven tweedeling in vegetatiesamenstelling. Wanneer aan dit onderscheid geen aandacht besteed wordt is de gemiddelde produktie 7.5 ton/ha/jr. Dit verschilt significant van de pioniersvegetaties (39 en 67), het *Agropyro-Aegopodietum* (08), het *Mesobromion* (50), het *Triglochino-Agrostietum* (32) en het *Arrhenatheretum picriditosum* (49). Wanneer

echter het onderscheid aangebracht wordt tussen de goed ontwikkelde vormen (21a) en de ruige vormen van de gemeenschap (21b) dan blijkt dat de twee proefvlakken van de ruige vorm een zeer hoge gemiddelde jaarproduktie hebben: respectievelijk 8.5 en 11.6. Dit resulteert in de hoogste gemiddelde produktie van alle gemeenschappen: ruim 10 ton/ha/jr. Daarbij is de produktie in proefvlak 21-5 tevens de hoogste van alle onderzochte proefvlakken. De proefvlakken van de goed ontwikkelde vorm hebben een gemiddelde produktie die vergelijkbaar is met het *Ranunculo-Alopecuretum*, namelijk 5.8 ton/ha/jr, en bezitten een geringe spreiding. Het significante verschil met het *Arrhenatheretum picriditosum* (49) vervalt voor deze subgroep.

De gemiddelde jaarlijkse produktie van de *Calthion* (19) proefvlakken is zeer hoog, bijna 8.5 ton/ha/jr. Dit is vooral opmerkelijk wanneer rekening gehouden wordt met het feit dat de jaarmineralisaties van de proefvlakken in deze gemeenschap tot de allerlaagste behoorden. Eén proefvlak (19-1) valt op door een enigszins lage gemiddelde jaarlijkse produktie: 4.6 ton/ha in tegenstelling tot 7.0 à 11.6 bij de overige proefvlakken. De gemiddelde biomassaproduktie van de gemeenschap verschilt significant van de pioniersvegetaties (39 en 67), het *Agropyro-Aegopodietum* (08), het *Mesobromion* (50), het *Triglochino-Agrostietum* (32) en het *Arrhenatheretum picriditosum* (49).

De produktie van het *Valeriano-Filipenduletum* (02) is gemiddeld bijna gelijk aan die van het *Calthion*: ca. 8.5 ton/ha/jr. Ook de gemeenschappen waarvan de gemiddelde produktie significant verschilt zijn dezelfde als bij de vorige gemeenschap. De spreiding is minder groot dan bij de vorige gemeenschap: 6.4 tot 10.8 ton/ha/jr.

5.3 Biomassaproduktie: relatie met soortsdiversiteit

Als maatstaf voor de soortsdiversiteit zijn zowel het totale aantal soorten in het proefvlak, als het aantal hogere plantensoorten in het proefvlak gebruikt. Het totaal aantal soorten per proefvlak liep uiteen van 19 tot 67. Het aantal soorten hogere planten van 7 tot 62.
De gemiddelde jaarlijkse biomassaproduktie per proefvlak is met de soortsdiversiteit in verband gebracht middels het berekenen van correlatiecoëfficiënten. Deze correlatie-berekeningen maken geen onderscheid tussen de proefvlakken op grond van de gemeenschap waartoe zij behoren. Bij de variantie analyses in de voorgaande paragrafen was dit wel het geval. Op de soortenaantallen is geen transformatie toegepast. Op de gemiddelde jaarlijkse biomassaproduktie is een log-transformatie toegepast.

In tabel 24 zijn de resultaten van de correlatieberekeningen te zien. In de eerste kolom zijn de resultaten weergegeven voor de correlatieberekening waarin gebruik gemaakt is van alle proefvlakken. Het eerste dat opvalt is dat de correlatie met het soortenaantal positief is, maar laag. De correlatie is alleen voor het aantal soorten hogere planten significant verschillend van nul ($p=0.01$). De vaak geciteerde

stelling dat een lage produktie samengaat met een hoog soortenaantal en een hoge produktie met een laag soortenaantal wordt door de resultaten tegengesproken.

Analyserend welke proefvlakken de positieve correlatie voornamelijk bepalen blijkt dat dit met name de proefvlakken van het *Spergulo-Corynephoretum* (67) zijn. De proefvlakken van deze korstmos-rijke pioniersgemeenschap van stuifzanden combineren een zeer lage produktie met een laag soortenaantal, vooral wanneer alleen naar het aantal soorten hogere planten gekeken wordt. Wordt de correlatie opnieuw berekend aan de hand van alle proefvlakken behalve die van het *Spergulo-Corynephoretum* dan blijkt (2e kolom van tabel 24) dat de correlatie tussen biomassa en soortenrijkdom inderdaad minder positief uitvalt en in geen van de twee gevallen meer significant verschillend is van nul.

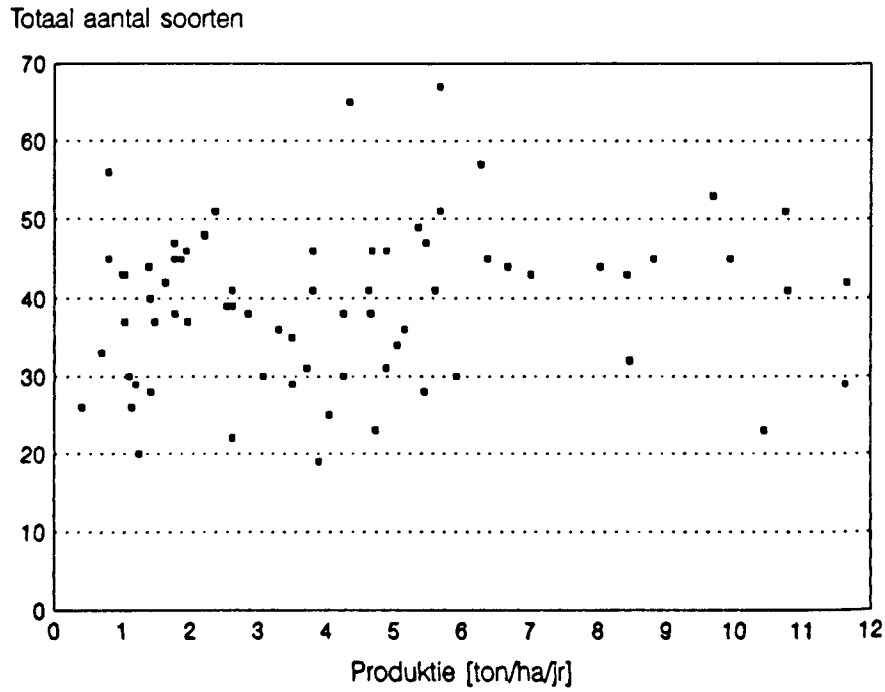
Tabel 24. Enkelvoudige correlatiecoëfficiënt (Pearson) tussen de gemiddelde bovengrondse biomassaproduktie en de soortsdiversiteit. Significantie voor het verschil met nul: * = 0.01.

Gecorreleerde proefvlakken → Diversiteits-criterium ↓	Alle proef-vlakken	Zonder ge-meenschap 67	Gem. 02, 19 21, 31, 32, 48, 49, 50
Totaal aantal soorten	0.16	0.05	0.01
Aantal soorten hogere planten	0.37 *	0.15	0.07

Vervolgens zijn de correlaties nogmaals berekend waarbij alle proefvlakken uit de berekening zijn weggelaten die tot pioniersvegetaties behoren: het *Spergulo-Corynephoretum* (67) en het *Tortulo-Phleetum* (39). Daarnaast zijn die proefvlakken weggelaten waarbij op één of andere wijze vraagtekens bij de gemeten biomassaproduktie gezet kunnen worden. Het gaat hierbij om de heidegemeenschappen (52 en 62) en de halfbeschaduwde ruigtkruidengemeenschappen (08 en 09). De overblijvende proefvlakken vormen een groep van grazige vegetaties die geen heide-, pioniers-, of beschaduwd karakter bezitten. Het blijkt (derde kolom van tabel 24) dat de correlatie tussen produktie en soortenaantal binnen deze groep nog lager is dan de eerder verkregen waarden. De correlatie met de produktie is zowel voor het totale aantal soorten, als voor het aantal soorten hogere planten vrijwel gelijk aan nul. Ook binnen deze groep blijkt de correlatie geen neiging naar een negatieve waarde te vertonen.

De theorie van afnemend soortenaantal bij een toenemende biomassaproduktie is overigens in de laatste jaren enigszins genuanceerd. Zij blijkt vooral geldigheid te bezitten bij produkties van ca. 4 ton per ha per jaar en hoger. De oorzaak van dit negatieve verband wordt meestal toegeschreven aan een toenemende lichtlimitatie met toenemende biomassaproduktie. Wanneer de produktie echter zeer laag is blijken de soortenaantallen daarentegen ook vaak laag. Over het algemeen wordt tegenwoordig voor graslanden aangenomen dat

Figuur 14. Relatie tussen de jaarlijkse biomassaproduktie en het totale aantal soorten voor de onderzochte proefvlakken.



het maximale soortenaantal een optimum heeft bij een produktie tussen 2 en 5 ton. Bij deze biomassaproduktie zou een balans bestaan tussen lichtlimitatie en limitatie door een andere factor welke in de bodemrijkdom gezocht moet worden.
Met nadruk wordt er op gewezen dat de soortenaantallen bij de optimale produktie van ca. 4 ton niet automatisch hoog zullen zijn. Slechts de mogelijkheden voor hoge soortenaantallen zullen hier volgens de theorie het grootst zijn.

Wanneer we de in dit onderzoek verkregen totale soortenaantallen uitzetten tegen de biomassaproduktie (figuur 14) blijkt dat ook de theoretische optimumcurve niet aangetoond kan worden in het beschikbare materiaal. Ook wanneer alleen het aantal soorten hogere planten uitgezet wordt, of wanneer die gemeenschappen weggelaten worden waarbij vraagtekens gezet kunnen worden bij de gemeten produktie verandert de figuur niet fundamenteel van vorm.

Enkele kanttekeningen moeten in dit verband geplaatst worden. Ten eerste is het bij het interpreteren van deze resultaten zeer belangrijk te realiseren dat de onderzochte proefvlakken geen aselecte steekproef zijn uit de vegetaties in wegbermen. De proefvlakken zijn immers geselecteerd op plantengemeenschap en het soortenaantal is hier impliciet mee verbonden. Daarbij zijn ook nog eens vooral vegetatiekundig interessante gemeenschappen geselecteerd. Vervolgens zijn binnen de gemeenschappen zo volledig mogelijk ontwikkelde vegetaties gezocht. Deze werkwijze impliceert dat de proefvlakken in veel gevallen soortenrijke vegetaties bezitten, ook de hoogproduktieve gemeenschappen. Voor een statistisch zuiver onder-

zoek naar de relatie tussen biomassaproduktie en soortenaantal zijn de in dit onderzoek verzamelde gegevens daarom minder geschikt. Hiertoe dient een groot aantal proefvlakken met wisselende biomassaproduktie geselecteerd te worden, zonder enige voorkeur voor plantengemeenschap en het daarmee samenhangende soortenaantal.

Ten tweede moet opgemerkt worden dat, ook al wordt er geen relatie aangetoond tussen biomassaproduktie en soortenaantal, dit niet wil zeggen dat de soorten in laagproduktieve en hoogproduktieve vegetaties even "waardevol" zijn. Deze waardering kan op basis van veel verschillende criteria plaatsvinden. Wanneer zeldzaamheid als criterium gehanteerd wordt is het zeer waarschijnlijk dat de laagproduktieve vegetaties meer zeldzame en daardoor meer waardevolle soorten zullen bevatten dan de hoogproduktieve. Er moet voor gewaarschuwd worden de gemakkelijk hanteerbare begrippen diversiteit en soortenaantal te veel op zichzelf staande waarde toe te kennen.

Overigens kan er hier niet aan voorbij gegaan worden dat ook het beheer invloed heeft op de soortsdiversiteit. Zo blijkt dat een beheer van twee maal per jaar maaien en afvoeren in het algemeen de hoogste soortenaantallen oplevert (Parr, 1988; van Schaik & van den Hengel, 1994). Voor een deel zal deze invloed werkzaam zijn via de directe en indirecte beïnvloeding van de biomassaproduktie. Het maaien wijzigt de concurrentie-verhoudingen om licht en het heeft invloed op de spruit/wortel verhoudingen van de planten. Het wijzigt op deze manier de dominantieverhoudingen in de vegetatie. Daarnaast voorkomt maaien en afvoeren de verstikking van soorten die optreedt wanneer een niet gemaaide vegetatie aan het einde van het groeiseizoen gaat legeren of wanneer het maaisel van een wel gemaaide vegetatie niet afgevoerd wordt. Een belangrijk gunstig effect van maaien is waarschijnlijk gelegen in het positieve effect van de lichte verstoring die het maaien en het afvoeren met zich meebrengt. Deze uit zich onder andere in het ontstaan van kleine open plekken waar (nieuwe) soorten zich kunnen vestigen (Parr, 1988).

Helaas biedt het hier beschreven onderzoek echter weinig mogelijkheden de relatie tussen de soortsdiversiteit en het beheer te onderzoeken. Hoewel van alle proefvlakken het beheer redelijk bekend is, kan dit beheer niet zonder meer in verband gebracht worden met de soortenaantallen. De reden hiervoor is het feit dat de proefvlakken geselecteerd zijn op plantengemeenschap, waarbij zeer uiteenlopende vegetaties in het onderzoek betrokken zijn. De verschillen tussen deze vegetaties zijn daarom in eerste instantie afhankelijk van de bodem en in tweede instantie van het beheer. In de meeste gevallen is het beheer daarnaast op haar beurt weer aangepast aan de aanwezige vegetatie (en de bijbehorende produktie).
Alleen binnen de onderzochte plantengemeenschappen zou eventueel gekeken kunnen worden naar de relatie tussen beheer en soortenaantal. Hoewel er binnen de gemeenschappen in veel gevallen variatie in het beheer aanwezig is (zie tabel 3) is het toch niet goed mogelijk om op basis daarvan conclusies te trekken. Een beheer dat niet geschikt is voor een bepaalde gemeenschap zal mogelijk tot gevolg hebben dat de betreffende gemeenschap niet in stand blijft of

zelf niet eens ontstaat. Een dergelijke lokatie zal daarom al bij voorbaat niet in het onderzoek bij de betreffende gemeenschap opgenomen zijn. Daarnaast is het ook mogelijk dat door een "onjuist" beheer het aantal soorten in eerste instantie toeneemt zonder dat de vegetatie tot een andere gemeenschap gerekend zou moeten worden. Het kan hierbij bijvoorbeeld gaan om ruigtkruiden die in de bewuste vegetatie eigenlijk niet thuishoren. Het soortenaantal op zich voldoet daarom veelal niet om de kwaliteit van de vegetatie te beschrijven. Een betere maat zou wellicht kunnen zijn het aantal "gemeenschapseigen" soorten in de vegetatie of de "volledigheid" van ontwikkeling van de gemeenschap.

De relatie tussen soortsdiversiteit en beheer wordt om de geschetste redenen binnen dit onderzoek niet nader besproken. Om deze relatie betrouwbaar te onderzoeken dient voor een experimentele onderzoeksopzet gekozen te worden. Daarbij kunnen vergelijkbare vegetaties gedurende langere tijd aan verschillende beheersvarianten onderworpen worden. Dit is onder andere gebeurd in de eerder genoemde onderzoeken (Parr, 1988; van Schaik & van den Hengel, 1994).

5.4 Biomassaproduktie: relatie met abiotische factoren

Onderzocht is of de gemiddelde jaarlijkse biomassaproduktie per proefvlak te verklaren is aan de hand van de gemeten abiotische factoren. Hiertoe zijn de correlatiecoëfficiënten berekend van de gemiddelde jaarlijkse biomassaproduktie met de in de voorgaande paragrafen besproken abiotische factoren. De correlatieberekeningen maken geen onderscheid tussen proefvlakken op grond van plantengemeenschap, maar elk proefvlak wordt zelfstandig behandeld.

In tabel 25 zijn de resultaten van de correlatieberekeningen te zien. Om statistisch verantwoorde resultaten te verkrijgen moest vaak een transformatie op de gegevens toegepast worden. Deze zijn identiek aan de in de voorgaande paragrafen vermelde transformaties. Voor de duidelijkheid worden in tabel 25 ook de transformaties vermeld.

Uit de tabel valt op te maken dat de biomassaproduktie vooral sterk gecorreleerd is met het gemiddelde vochtgehalte van de grond, met de fractie organische-stof en met het gehalte totaal aanwezige stikstof in de grond. De correlaties bedragen resp. 0.63, 0.63 en 0.60.
Hoewel de drie genoemde factoren in eerste instantie duidelijk verschillende grootheden lijken, blijken zij bij onderlinge correlatieberekeningen (niet in de tabel) zeer sterk met elkaar gecorreleerd. Dit is ook goed verklaarbaar. Bij een zeer hoog gemiddeld vochtgehalte van de grond is de situatie geschikt voor het ontstaan of voortbestaan van een venige component in de bodem. De natste proefvlakken bestaan soms zelfs vrijwel geheel uit veen. Ook bestaat er een relatie tussen de hoeveelheid organische-stof en het vochtvasthoudend vermogen van de grond. Het sterke verband tussen vocht en organische-stof (correlatie: 0.90) is binnen het voor dit onderzoek verzamelde materiaal dus begrijpelijk. Omdat het organisch materiaal in natuurlijke

Tabel 25. Enkelvoudige correlatiecoëfficiënten (Pearson) van de belangrijkste abiotische factoren met de gemiddelde bovengrondse biomassaproduktie. Significantie voor het verschil met nul: * = 0.01, ** = 0.001. Voor elke abiotische factor wordt de gebruikte transformatie vermeld.

Gecorreleerde abiotische factor ↓	Correlatie-coëfficiënt met Log van de produktie	Gehanteerde transformatie
Gemiddelde grondwaterstands-klasse	0.42 **	–
Gemiddelde hoogste grondwaterstands-klasse	0.39 **	
Gemiddelde laagste grondwaterstands-klasse	0.49 **	–
Gemiddelde gewichtsfractie vocht	0.63 **	Log(Arcsin(√x))
Gemiddelde uitdroging zomer t.o.v. winter (fractie)	– 0.44 **	Arcsin(√x)
Gemiddelde jaarlijkse N-mineralisatie /ha/dm	0.14	Log(x)
pH-$CaCl_2$	– 0.04	–
Fractie $CaCO_3$	– 0.16	Log(Arcsin(√(x + 0.0007)))
Fractie organische-stof	0.63 **	Log(Arcsin(√x))
C/N-quotiënt	– 0.26	Log(x)
Fractie lutum	0.37 *	Log(Arcsin(√x))
Fractie silt	0.42 **	Log(Arcsin(√(x + 0.0025)))
Fractie zand	– 0.35 *	Arcsin(√x)
Gehalte N-mineraal oplosbaar /ha/dm	0.31 *	Log(x)
Gehalte N-totaal /ha/dm	0.60 **	Log(x)
Gehalte P-oplosbaar /ha/dm	0.03	Log(x + 0.01 kg/ha/dm)
Gehalte P-totaal /ha/dm	0.32 *	Log(x)
Gehalte K-oplosbaar /ha/dm	0.38 **	Log(x)
Gehalte K-totaal /ha/dm	0.09	Log(x)
CEC /ha/dm	0.40 **	Log(x)

systemen de grootste bron is voor de totaal aanwezige hoeveelheid stikstof in de bodem is ook een hoge correlatie tussen deze twee factoren (0.79) verklaarbaar. Een hoge correlatie tussen vochtgehalte en N-totaal is nu voorspelbaar (deze blijkt 0.75).

De drie factoren die de hoogste correlatie met de biomassaproduktie laten zien hangen dus alle drie met de vochtvoorziening samen. Dit drietal blijkt de belangrijkste factor voor de biomassaproduktie.

De factoren die vervolgens de sterkste correlatie laten zien zijn de gemiddelde laagste grondwaterstands-klasse en de gemiddelde uitdroging van de bodem in de zomer. De correlaties bedragen resp. 0.49 en –0.44. Ook deze factoren laten het belang van een hoog vochtgehalte zien. Hoe hoger de gemiddelde laagste grondwaterstand (of hoe kleiner de uitdroging in de zomer) hoe hoger de produktie.

Het is duidelijk dat de vochtvoorziening van de proefvlakken een allesoverheersende rol speelt bij de biomassaproduktie. De verwachting was echter dat vooral ook de stikstofmineralisatie een zeer belangrijke rol zou spelen bij de biomassaproduktie. Het valt daarentegen in de correlatie-tabel op dat de stikstofmineralisatie slechts een zeer lage correlatie laat zien. Hoewel dit tegen de verwachting in is, was dit ook aan de hand van de eerder besproken resultaten van de N-mineralisatie al af te leiden. Hier viel bijvoorbeeld op dat de mineralisatie zeer laag was in twee hoogproduktieve gemeenschappen (*Calthion*; 19 en *Ranunculo-Alopecuretum*; 31). In de meest laagproduktieve gemeenschap (*Tortulo-Phleetum*; 39) bleek de gemiddelde jaarmineralisatie met 45.8 kg/ha/dm weliswaar niet hoog, maar zeker niet uitermate laag te zijn.

De schijn ontstaat (ook uit de correlatietabel) dat de stikstofmineralisatie niet bepalend is voor de biomassaproduktie. Het is echter zeer moeilijk om op basis van de correlatietabel hierover uitspraken te doen omdat de sterke correlatie van het vochtgehalte met de produktie allesoverheersend is. Een eventuele correlatie met de mineralisatie zal alleen vastgesteld kunnen worden wanneer al bij voorbaat rekening gehouden wordt met de sterke correlatie die er met het vochtgehalte bestaat. Dit is niet mogelijk aan de hand van enkelvoudige correlaties zoals gepresenteerd in tabel 25. Hetzelfde geldt voor andere factoren. Zo zal bijvoorbeeld elke factor die negatief gecorreleerd is met het vochtgehalte vrijwel zeker een lage enkelvoudige correlatie met de produktie laten zien.

Een stapsgewijze multipele regressietechniek is daarom toegepast om een betere indruk te krijgen van de invloed van de diverse factoren op de biomassaproduktie. Bij deze methode wordt geprobeerd de biomassaproduktie zo goed mogelijk te beschrijven met een lineaire combinatie van een zo klein mogelijk aantal abiotische factoren (het model). Hierbij worden stapsgewijs factoren aan het model toegevoegd. Bij elke stap wordt gezocht naar die factor die de meeste verklaring biedt voor de resterende variatie, de variatie die nog niet verklaard is door de al geselecteerde factoren. Op deze manier wordt steeds de invloed van de meest bepalende factoren als het ware uitgefilterd voordat verder gezocht wordt naar andere bepalende factoren. Met deze procedure wordt gestopt wanneer geen factoren meer te vinden zijn waarvan de bijdrage aan het model significant van nul verschilt ($p = 0.01$).

De resultaten zijn te zien in tabel 26. Zoals verwacht wordt het gemiddelde vochtgehalte van de grond als eerste opgenomen in het model. De ermee verklaarde variantie is ca. 40%.

De tweede factor die in het model wordt opgenomen blijkt de jaarlijkse stikstofmineralisatie te zijn. De verklaarde variantie van het complete model stijgt hierdoor naar ca. 54%. De stikstofmineralisatie blijkt dus wel degelijk van invloed op de biomassaproduktie.
De invloed is geringer dan die van het vochtgehalte: de verklaarde variantie stijgt "maar" ca. 14% boven de 40% waarvoor het vochtgehalte verantwoordelijk was. Toch is de stikstofmineralisatie na het

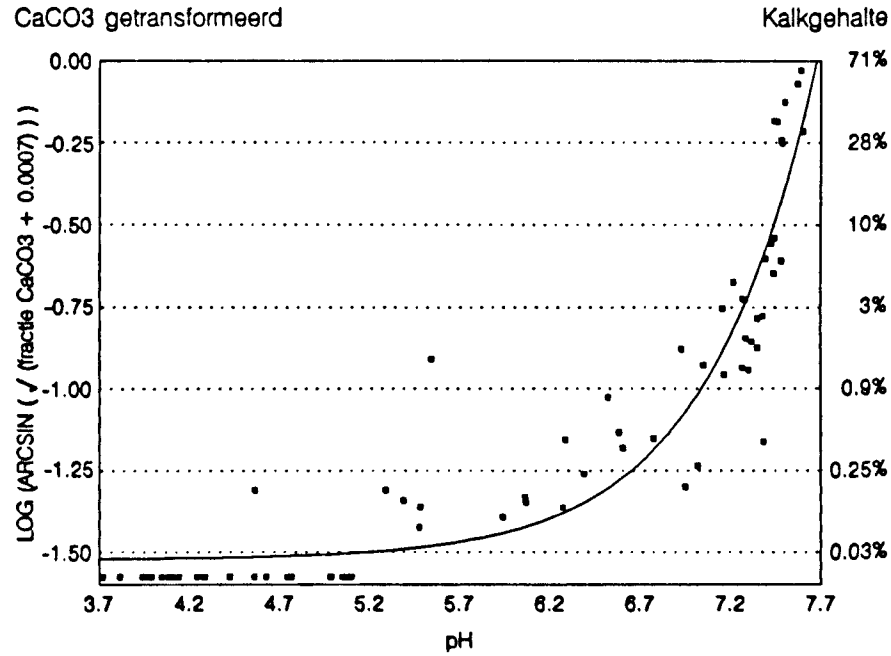
Tabel 26. Resultaten van de multipele regressie analyse op de gemiddelde jaarlijkse biomassaproduktie (log-getransformeerd) met stapsgewijze opname van abiotische milieufactoren in het model. Significantie-drempel voor opname in het model: p=0.01. Voor de gebruikte transformaties: zie tabel 25.

Abiotische factoren op volgorde van opname in het model	Verklaarde variantie (cumulatief)	Parameter-waarde in het totale model	Significantie binnen het totale model
Gemiddelde gewichtsfractie vocht	39.9 %	1.5664	0.0000
Gemiddelde jaarlijkse N-mineralisatie /ha/dm	53.9 %	0.2754	0.0000
Fractie $CaCO_3$	60.3 %	-0.1814	0.0015
Constante		0.3766	0.0007

vochtgehalte de factor die het meeste bijdraagt aan de verklaring van de biomassaproduktie. Dit bevestigt de oorspronkelijke verwachting, ondanks het feit dat de correlatieberekeningen uit tabel 25 anders deden vermoeden. De beperkingen van enkelvoudige correlaties wordt hiermee duidelijk aantoont.

De volgende en laatste abiotische factor die geselecteerd wordt voor het model is het kalkgehalte. Deze factor doet de verklaarde variantie van het totale model met ruim 6% stijgen naar ca. 60%.
De berekende parameter voor deze factor in het model is negatief. Dat betekent dat een groter kalkgehalte (bij een vast vochtgehalte en stikstofmineralisatie) een negatieve invloed heeft op de biomassa-produktie.
Het kalkgehalte is een grootheid met een vreemde verdeling binnen het materiaal. In een groot aantal proefvlakken (45) is het kalkgehalte kleiner dan 0.5%. Bij 20 proefvlakken ligt het kalkgehalte tussen 1.0 en 8.5%. Bij acht proefvlakken uit de mergelstreek in Zuid-Limburg is het kalkgehalte groter dan 27%. Kalkgehalten tussen 8 en 27% komen in de onderzochte proefvlakken niet voor. Evenzo komt slechts bij één proefvlak een kalkgehalte tussen 0.5 en 1.0% voor. De gehanteerde transformatie verminderd de scheefheid van de verdeling enigszins, maar de verdeling blijft afwijken van een normale verdeling. Wordt om deze reden het kalkgehalte bij de opbouw van het model buitengesloten dan blijkt daar voor in de plaats de pH aan het model toegevoegd te worden. Aangezien de pH zeer sterk met het kalkgehalte gecorreleerd is wijst dit er op dat het kalkgehalte, ondanks de vreemde verdeling van de waarden, niet ten onrechte in het model wordt opgenomen. De sterke correlatie tussen pH en het kalkgehalte is te zien in figuur 15.
De oecologische interpretatie van de negatieve relatie tussen het kalkgehalte en de biomassaproduktie moet vooral gezocht worden in het onderscheid tussen "meer dan 1% kalk" tegenover "minder dan 0.5% kalk". Hierbij gaat volgens het model de grotere hoeveelheid kalk (bij gelijke vochtvoorziening en stikstofmineralisatie) samen met een lagere biomassaproduktie.
De verklaring voor dit negatieve verband zal bij zeer hoge kalkgehalten (bijvoorbeeld meer dan een kwart) liggen in het feit dat wanneer een dergelijk groot deel van de bodem uit pure kalk bestaat, de minerale en organische component van de bodem automatisch relatief klein zal zijn. Daarmee is het reservoir aan beschikbare nutriën-

Figuur 15. Relatie tussen de pH-$CaCl_2$ en het kalkgehalte (getransformeerd). De lijn geeft de beste aanpassing aan de functie: $CaCO_3 = a + b(c)^{pH}$.



ten, uitwisselbare nutriënten en mineraliseerbare bestanddelen ook gering. Daarnaast kan, ook bij de minder extreem hoge kalkgehalten, een hoog kalkgehalte de beschikbaarheid van nutriënten verminderen door processen als bijvoorbeeld het neerslaan van fosfor in calciumverbindingen.

Het volledige model voor de biomassaproduktie is:

Produktie = 1.57*vocht + 0.28*N-mineralisatie - 0.18*kalk + 0.38

Hierin zijn de produktie en de abiotische factoren getransformeerd zoals aangegeven in tabel 25.
Dit model verklaart 60% van de variatie in het materiaal. De parameters in het model (de constanten) geven de bijdrage van de verschillende abiotische factoren weer. De grootte van deze parameters zegt alleen iets in relatie tot de getransformeerde factoren waarop zij betrekking hebben. Het teken is echter zeer belangrijk, alsmede de betrouwbaarheid waarmee de parameter (de bijdrage aan het model) verschilt van nul. In tabel 26 is te zien dat deze onbetrouwbaarheid zowel voor de bijdrage van het gemiddelde vochtgehalte als voor die van de gemiddelde jaarmineralisatie kleiner is dan 0.01%. Voor de bijdrage van het kalkgehalte is deze onbetrouwbaarheid ca. 0.2%.

Aangezien vraagtekens gezet kunnen worden bij de gemeten biomassaproduktie in de twee heidegemeenschappen (52 en 62) en bij de produktie in de twee gemeenschappen waar de aanwezigheid van bomen een rol speelt (08 en 09) is de regressie ter controle opnieuw uitgevoerd zonder de proefvlakken van deze gemeenschappen. Het blijkt dat dezelfde milieufactoren (in dezelfde volgorde) in het model

opgenomen worden. De verklaarde variantie van het totale model wordt hoger; 71.0% van de variatie kan nu met de drie factoren verklaard worden. Uiteraard veranderen in deze situatie de waarden van de parameters in het model, hun onbetrouwbaarheid blijft echter vergelijkbaar met hun oorspronkelijke significantie.

Samenvattend blijkt de vochtvoorziening de belangrijkste milieufactor voor de biomassaproduktie, gevolgd door de stikstofmineralisatie. Binnen de onderzochte proefvlakken vertoont ook het kalkgehalte een (negatieve) relatie met de biomassaproduktie.
Het feit dat bij een lage stikstofmineralisatie toch een hoge biomassaproduktie plaats kan vinden (bijvoorbeeld onder de voorwaarde dat het gemiddelde vochtgehalte hoog is) geeft aan dat vegetaties niet alleen afhankelijk zijn van de mineralisatie voor de nutriëntenvoorziening. Waarschijnlijk wordt bij vegetaties die onder invloed staan van het grondwater een groot deel van de nutriënten daaruit betrokken en slechts zeer ten dele uit de mineralisatie.
De overige abiotische factoren, waaronder het N, P en K gehalte in de bodem, geven geen nieuwe verklarende informatie voor de biomassaproduktie. Dit wil zeggen dat er óf geen relatie met de biomassaproduktie is, óf dat deze relatie via een andere (gecorreleerde) factor al in het model verwerkt is, op een manier die de variatie beter verklaart.

5.5 Gewassamenstelling: relatie met abiotische factoren

Het gemiddelde gehalte aan N, P en K in het gewas is per proefvlak bepaald. Het stikstofgehalte in het gewas liep uiteen van 7.7 tot 26.7 g/kg, het fosforgehalte van 0.4 tot 4.5 g/kg en het kaliumgehalte van 2.9 tot 47.4 g/kg-droge stof. Vooral bij het kaliumgehalte is de variatie groot.

Verwacht wordt dat deze gehalten een relatie vertonen met milieufactoren. Om dit te onderzoeken zijn de correlatiecoëfficiënten berekend met de in de voorgaande paragrafen besproken abiotische factoren. Ook hier maken deze correlatie-berekening geen onderscheid tussen proefvlakken op grond van plantengemeenschap. Elk proefvlak wordt zelfstandig behandeld.

In tabel 27 zijn de resultaten van de correlatieberekeningen te zien. De onderzochte N, P en K-gehalten in het gewas ondergingen voorafgaand aan de berekeningen een log-transformatie. (Voor de gehanteerde transformaties bij de abiotische factoren wordt verwezen naar tabel 25).

Uit de tabel valt op te maken dat de gehalten van de drie elementen in het gewas vooral sterk gecorreleerd zijn met de gehalten van deze nutriënten in de grond (zowel oplosbaar als totaal). Vooral met de totale hoeveelheid fosfor in de bodem zijn de correlaties hoog. Daarnaast zijn er hoge correlaties met de stikstofmineralisatie, het C/N-quotiënt, de CEC en de PH.

Tabel 27. Enkelvoudige correlatiecoëfficiënten (Pearson) van de belangrijkste abiotische factoren met het gemiddelde N-, P- en K-gehalte van het gewas. Aangegeven is de significantie voor het verschil met nul: * = 0.01, ** = 0.001. Zie voor de gebruikte transformaties: tabel 25.

Gewassamenstelling → Gecorreleerde abiotische factor ↓	Log(N-gewas)	Log(P-gewas)	Log(K-gewas)
Gemiddelde grondwaterstands-klasse	- 0.10	- 0.01	0.09
Gemiddelde hoogste grondwaterstands-klasse	- 0.07	0.01	0.12
Gemiddelde laagste grondwaterstands-klasse	- 0.06	0.06	0.11
Gemiddelde gewichtsfractie vocht	0.06	0.06	0.32 *
Gemiddelde uitdroging zomer t.o.v. winter (fractie)	0.05	0.01	- 0.14
Gemiddelde jaarlijkse N-mineralisatie /ha/dm	0.47 **	0.35 *	0.31 *
pH-$CaCl_2$	0.21	0.24	0.48 **
Fractie $CaCO_3$	- 0.01	- 0.05	0.28
Fractie organische-stof	0.09	0.09	0.28
C/N-quotiënt	- 0.36 *	- 0.51 **	- 0.57 **
Fractie lutum	0.28	0.37 *	0.53 **
Fractie silt	0.36 *	0.33 *	0.51 **
Fractie zand	- 0.10	- 0.14	- 0.37 *
Gehalte N-mineraal oplosbaar /ha/dm	0.45 **	0.28	0.53 **
Gehalte N-totaal /ha/dm	0.32 *	0.31 *	0.50 **
Gehalte P-oplosbaar /ha/dm	0.44 **	0.48 **	0.54 **
Gehalte P-totaal /ha/dm	0.64 **	0.71 **	0.68 **
Gehalte K-oplosbaar /ha/dm	0.44 **	0.31 *	0.71 **
Gehalte K-totaal /ha/dm	0.37 *	0.42 **	0.56 **
CEC /ha/dm	0.34 *	0.33 *	0.55 **

Omdat alle abiotische factoren ook onderling samenhangen is het niet goed mogelijk om op basis van de enkelvoudige correlaties een goed inzicht te krijgen in het werkelijke belang van de diverse factoren. Daarom is voor elk van de drie elementen in het gewas een stapsgewijze multipele regressie uitgevoerd (zoals in de vorige paragraaf beschreven). De significantiedrempel was ook hier 1%. De resultaten zijn te zien in tabel 28. Opvallend is dat de gewassamenstelling voor alle drie de elementen voor een groot deel verklaard kan worden met behulp van het totale fosfor-gehalte in de bodem. Bij het N- en P-gehalte is dit zelfs de belangrijkste factor, de ermee verklaarde variatie bedraagt respectievelijk 41 en 50%. Waarom juist het totaal-fosfor gehalte de bodemfactor is die in alle gevallen een verband vertoont met de gewassamenstelling is niet eenvoudig aan te geven. Het feit dat deze factor voor elk van de drie elementen belangrijk is wijst er op dat zij op één of andere wijze

Tabel 28. Resultaten van drie stapsgewijze multipele regressie analyses op de gemiddelde samenstelling van het gewas, respectievelijk het stikstof-, fosfor- en kalium-gehalte (log-getransformeerd). Voor de gebruikte transformaties van de abiotische factoren: zie tabel 25. Significantie-drempel voor opname van factoren in het model: p = 0.01.

Model voor stikstof-gehalte in het gewas Abiotische factoren ↓	Verklaarde variantie (cumulatief)	Parameter-waarde	Significantie
Gehalte P-totaal /ha/dm	40.7 %	0.1626	0.0000
Gemiddelde jaarlijkse N-mineralisatie /ha/dm	49.8 %	0.0799	0.0001
Fractie $CaCO_3$	53.2 %	- 0.1588	0.0001
pH-$CaCl_2$	60.5 %	0.0500	0.0007
Constante		0.6508	0.0000

Model voor fosfor-gehalte in het gewas Abiotische factoren ↓	Verklaarde variantie (cumulatief)	Parameter-waarde	Significantie
Gehalte P-totaal /ha/dm	50.3 %	0.4440	0.0000
Fractie $CaCO_3$	58.6 %	- 0.5005	0.0000
Gehalte P-oplosbaar /ha/dm	70.0 %	0.1545	0.0000
pH-$CaCl_2$	77.8 %	0.1154	0.0000
Constante		- 0.8149	0.0003

Model voor kalium-gehalte in het gewas Abiotische factoren ↓	Verklaarde variantie (cumulatief)	Parameter-waarde	Significantie
Gehalte K-oplosbaar /ha/dm	51.0 %	0.3609	0.0000
Gehalte P-totaal /ha/dm	62.4 %	0.3256	0.0000
Constante		0.6517	0.0000

indicatief moet zijn voor gunstige omstandigheden voor hoge N-, P- en K-gehalten in het gewas. Dat fosfor hierbij een directe rol speelt is niet waarschijnlijk. In dat geval zou immers het oplosbaar-fosfor gehalte in de bodem de meeste verklaring moeten bieden, niet het totale gehalte.
Als mede bepalend voor de gewassamenstelling blijkt voor elk van de drie elementen een factor in het model aanwezig die de directe beschikbaarheid van dat element in de bodem weerspiegelt. Voor het stikstof-gehalte in het gewas is dat de stikstofmineralisatie in de bodem. Voor het fosfor-gehalte in het gewas het oplosbaar-fosfor gehalte in de bodem, en voor het kalium-gehalte in het gewas het oplosbaar-kalium gehalte in de bodem. Dit is geheel conform de verwachting. Ook het feit dat voor stikstof niet het oplosbaar-stikstof gehalte maar de stikstofmineralisatie in de bodem als verklarende factor in het model opgenomen wordt is in overeenstemming de verwachting dat deze maat beter de beschikbaarheid van stikstof weerspiegelt dan het oplosbaar-stikstof gehalte.

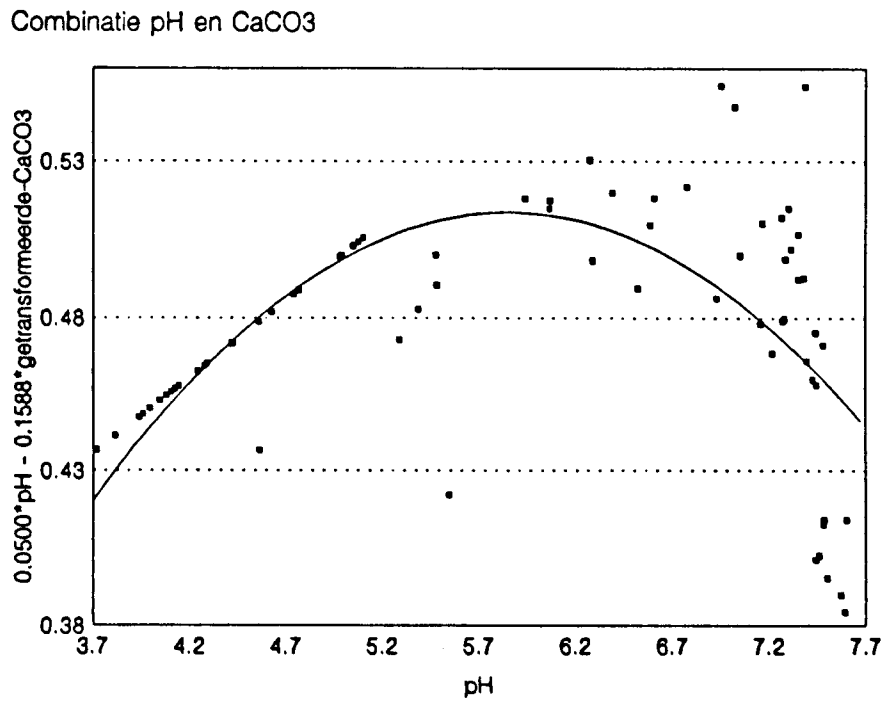
Voor het kalium-gehalte in het gewas is met de twee genoemde factoren het model volledig. Meer factoren dragen niet significant bij aan een verklaring voor het gehalte in het gewas. Kalium is tevens het enige element waarvoor het oplosbaar gehalte ervan in de bodem de meeste verklaring biedt voor het gehalte ervan in het gewas. 51% van de variatie wordt er door verklaard.

Voor zowel het stikstof- als het fosfor-gehalte in het gewas blijken nog twee ander factoren verklarend: het kalkgehalte en de pH. In eerste instantie is het vreemd dat twee factoren die onderling zo sterk gecorreleerd zijn beide in de modellen worden opgenomen. In het algemeen geeft een factor die sterk gecorreleerd is met een factor die al in het model aanwezig is geen nieuwe informatie. Anders uitgedrukt: het is onwaarschijnlijk dat restvariantie verklaard kan worden door een factor die zeer sterk gecorreleerd is met een al in het model aanwezige factor. Dat dit toch gebeurt betekent dat er iets bijzonders aan de hand moet zijn.
In figuur 15 was al opgevallen dat het verband tussen pH en kalkgehalte wel zeer sterk is, maar alles behalve rechtlijnig, ondanks het feit dat op het kalkgehalte al een log transformatie is toegepast. Kijken we naar de parameters in het model dan blijken pH en kalkgehalte een tegengestelde bijdrage in het model te hebben. De bijdrage van de pH is positief, die van het kalkgehalte negatief. De gecombineerde bijdrage in het model kan er daardoor één zijn die bij lage pH's laag uit valt, bij intermediaire pH's hoog, en bij hoge pH's weer laag.

In figuur 16 wordt dit geïllustreerd door voor alle proefvlakken de gecombineerde bijdrage van hun pH en kalkgehalte uit te zetten tegen de pH zelf. Hiervoor zijn de parameters gebruikt uit het model voor het stikstofgehalte in het gewas. (De parameters uit het model voor het fosfor-gehalte geven een vergelijkbaar beeld.) De bijdrage aan het model en dus de bijdrage aan het stikstofgehalte in het gewas blijkt inderdaad een optimum te vertonen in het pH-gebied tussen ca. 5 en 7. De getrokken lijn in de figuur geeft de beste aanpassing van een kwadratisch verband ($a + b*pH + c*(pH)^2$) aan de waarden.
De conclusie die hieruit getrokken moet worden is dat de twee factoren (pH en kalkgehalte) in het model opgevat kunnen worden als één pH-factor, waarvan de bijdrage relatief klein is bij lage en hoge pH-waarden en relatief groot bij intermediaire pH-waarden. Omgekeerd kunnen de twee factoren opgevat worden als één kalk-factor waarvan de bijdrage een optimum vertoont bij kalkgehalten groter dan nul maar kleiner dan ca. 1%.

Samenvattend kan het volgende over de gewassamenstelling gezegd worden:
- Het kalium-gehalte in het gewas vertoont een belangrijk verband met het oplosbaar (beschikbaar) kalium gehalte in de bodem. Daarnaast is het totaal-fosfor gehalte in de bodem belangrijk.
- Het stikstof- en het fosfor-gehalte in het gewas vertonen een grote correlatie met het totaal-fosfor gehalte in de bodem. Daarnaast is voor elk van de elementen de beschikbaarheid van datzelfde ele-

Figuur 16. Relatie tussen pH en het gecombineerde effect van pH en kalkgehalte in het model voor het N-gehalte van het gewas. Lijn is de aanpassing aan: $a + b*pH + c*(pH)^2$.



ment in de bodem belangrijk. Bij stikstof gaat het hierbij om de stikstof-mineralisatie, bij fosfor om de hoeveelheid oplosbaar-fosfor in de bodem.
Vervolgens is bij het stikstof en het fosforgehalte in het gewas belangrijk dat de pH niet zeer laag of hoog is (en daarmee samenhangend een kalkgehalte dat niet nul is of hoog).

5.6 Nutriëntenafvoer onder invloed van het beheer

Op basis van de gewassamenstelling en de jaarlijkse biomassaproduktie is de totale hoeveelheden stikstof, fosfor en kalium bepaald die jaarlijks bovengronds met het gewas geproduceerd wordt. Dit zijn tevens de maximale hoeveelheden die via het beheer afgevoerd kunnen worden. In tabel 29 worden deze hoeveelheden vermeld.

Omdat bij enkele proefvlakken in één van de twee jaren geen biomassaproduktie bepaald kon worden moest in deze gevallen de jaarlijkse nutriënten-produktie benaderd worden. Hierbij is dezelfde werkwijze gevolgd als bij de biomassaproduktie. Enerzijds is daarbij gebruik gemaakt van de nutriënten-produktie van het proefvlak zelf, in het andere jaar. Anderzijds van de verhouding tussen de twee jaren, gemiddeld voor die proefvlakken van de betreffende gemeenschap waar de nutriënten-produktie wel in beide jaren bekend is.
Op deze manier kwam voor vrijwel alle proefvlakken een (al of niet benaderde) waarde voor de nutriënten-produktie beschikbaar voor elk van de twee jaren.

Van de jaarlijkse nutriënten-produktie is in tabel 29 de minimaal en de maximaal aangetroffen waarde per gemeenschap vermeld. Vanwege de meestal lagere biomassaproduktie in 1993 is ook bij de nutriënten-produktie de minimale waarde meestal afkomstig van een proefvlak in 1993, de maximale waarde meestal van een ander proefvlak in 1994.
Per proefvlak is vervolgens de gemiddelde jaarlijkse nutriënten-produktie bepaald. In de tabel is per gemeenschap het gemiddelde van deze waarden aangegeven.

Hoewel de in tabel 29 gepresenteerde hoeveelheden stikstof, fosfor en kalium de maximaal haalbare hoeveelheden zijn die met het gebruikelijke beheer afgevoerd zouden kunnen worden is het bijzonder moeilijk om aan te geven hoeveel er werkelijk afgevoerd wordt. Hiervoor zijn twee redenen.
Allereerst het feit dat niet altijd de geproduceerde biomassa ook daadwerkelijk gemaaid en afgevoerd wordt. Bij sommige gemeenschappen vindt soms in het geheel geen beheer plaats. Er zijn proefvlakken waarbij wel maaibeheer plaatsvindt maar waar het maaisel blijft liggen. Wordt het maaisel wel geruimd dan gebeurt dit soms dermate slordig dat een deel van het maaisel toch blijft liggen. In enkele gevallen vindt een klein deel van de biomassaproduktie nog plaats na de laatste maaibeurt. Ook deze biomassa wordt uiteraard niet afgevoerd.
De tweede reden is echter veel belangrijker. Uit onderzoek van Vesseur (1994) is gebleken dat vooral kalium en fosfor (en in mindere mate ook stikstof) gedeeltelijk uit het maaisel verdwijnen in de periode tussen het maaien en het afvoeren. Voor het element kalium werd in het meest extreme geval een afname geconstateerd van 80% in drie weken tijd. Voor fosfor bedroeg dit in het meest extreme geval een afname van 60% binnen drie weken. Daarbij bleek de afname behalve van het element en de tijdsduur ook af te hangen van de soort vegetatie. In het onderzoek van Vesseur zijn vier verschillende plantengemeenschappen onderzocht.

Vooral vanwege de laatstgenoemde reden is het vrijwel onmogelijk om uitspraken te doen omtrent de hoeveelheden N, P en K die bij het gangbare beheer worden afgevoerd. Hiervoor is het eerst nodig om voor alle gemeenschappen kennis te bezitten omtrent de uitspoeling van nutriënten uit maaisel. Is voor de gemeenschappen deze relatie eenmaal bekend, dan kan berekend worden hoeveel N, P, en K er gemiddeld per gemeenschap jaarlijks afgevoerd kan worden afhankelijk van de tijdsduur tussen maaien en afvoeren. Hiervoor is echter extra onderzoek noodzakelijk.

Alleen voor de situatie waarin maaisel níet blijft liggen (bijvoorbeeld wanneer via een maai-zuig combinatie direct afgevoerd wordt) geeft tabel 29 de hoeveelheden N, P en K die jaarlijks afgevoerd kunnen worden wanneer alle biomassaproduktie geoogst wordt.

Uiteraard vormen de heidegemeenschappen (52 en 62) een uitzondering wanneer de vegetatie houtig en meerjarig is. In deze situaties wordt hooguit eens in de paar jaar gemaaid. Wat er op het

Tabel 29. Samenvatting van de totale jaarlijkse hoeveelheid stikstof, fosfor en kalium in het gewas in de verschillende plantengemeenschappen. Waarden in de tabel zijn kg/ha/jr.

Gemeen-schap	STIKSTOF bereik	gem.	FOSFOR bereik	gem.	KALIUM bereik	gem.
02 *Filip*	72 - 158	113.8	4.7 - 16.0	9.2	39 - 116	76.1
08 *Aego*	33 - 77	51.9	4.5 - 13.0	7.6	47 - 124	79.1
09 *Chaer*	78 - 116	94.7	7.4 - 23.7	12.1	63 - 150	102.9
19 *Calth*	64 - 211	132.7	6.4 - 25.0	15.6	62 - 221	117.8
21 *Fritil*	78 - 287	145.5	12.6 - 30.5	18.7	48 - 396	144.9
31 *Ran-A*	45 - 213	98.4	5.1 - 36.5	14.2	45 - 168	91.0
32 *Trig-A*	17 - 66	31.4	0.9 - 8.7	2.8	16 - 80	33.9
39 *Tortul*	14 - 20	17.0	1.3 - 2.7	2.0	5 - 8	7.2
48 *Ar* s.B	37 - 218	104.2	4.4 - 39.5	14.0	35 - 251	103.8
49 *Ar pic*	34 - 62	48.2	2.2 - 7.1	3.9	25 - 56	40.6
50 *Meso*	10 - 67	32.7	0.6 - 4.7	2.3	11 - 63	33.0
52 *Erici*	15 - 96	33.4	0.7 - 4.3	1.7	9 - 54	16.8
62 *Callu*	15 - 79	36.4	0.5 - 4.9	1.8	4 - 26	11.2
67 *Coryn*	1 - 24	9.4	0.1 - 2.0	0.9	1 - 10	4.7
21a *Fritil* [a]	78 - 121	100.0	13.7 - 19.2	16.8	48 - 64	57.4
21b *Fritil* [b]	145 - 287	213.8	12.6 - 30.5	21.5	173 - 396	276.2

moment van maaien afgevoerd wordt is dan niet eenvoudig de som van de jaarprodukties sinds de vorige maaibeurt. Elk jaar zal immers een deel van de jaarproduktie weer afsterven of op andere wijze verloren gaan, voornamelijk in de winter.

6 SAMENVATTING EN CONCLUSIES

De doelstelling van het hier gepresenteerde onderzoek valt uiteen in twee aspecten. Een groot deel van het onderzoek is beschrijvend van karakter. Een ander deel omvat het leggen van verbanden tussen verschillende grootheden.

Het beschrijvende deel van het onderzoek is als zodanig niet eenvoudig weer te geven in bondige conclusies. De doelstelling van het beschrijvende deel van het onderzoek is het geven van een overzicht. Dit overzicht (zoals gepresenteerd in de resultaten) laat zien dat de onderzochte plantengemeenschappen in wegbermen een grote vegetatiekundige verscheidenheid bezitten die samenhangt met een grote variatie in abiotische omstandigheden.
Het gepresenteerde overzicht wordt onrecht aangedaan wanneer dit tot enkele korte uitspraken gereduceerd wordt. Zo is het voorkomen van grote hoeveelheden kalk in de bodem zonder meer belangrijk voor een *Mesobromion* gemeenschap. Dat kalk in bijvoorbeeld het *Calthion* vrijwel ontbreekt wil echter niet zeggen dat kalk in die gemeenschap geen rol speelt. Wellicht is juist het ontbreken van kalk hier "belangrijk". Kwam er in het *Calthion* net zo veel kalk voor als in het *Mesobromion* dan was het geen *Calthion* maar een vegetatie uit de kalkmoeras-gemeenschappen. Dit soort overwegingen speelt een rol voor alle factoren, voor alle gemeenschappen.

Alle in het onderzoek bestudeerde abiotische factoren vertonen significante verschillen tussen de onderzochte gemeenschappen. Dit betekent vrijwel steeds dat het belangrijk is dat deze factoren binnen zekere grenzen de waarden hebben die in het overzicht gepresenteerd worden. Uiteraard bestaan er ook zogeheten "master"-factoren (factoren waarvan het belang zo groot is dat de invloed van andere factoren een geringe rol speelt). Binnen de onderzochte gemeenschappen moeten deze vooral gezocht worden in het kalkgehalte en de zuurgraad, de grondwaterstand en het vochtgehalte, de verdeling tussen zand, silt, lutum en organische-stof (veen), en in de stikstofmineralisatie.
Of er werkelijk sprake is van masterfactoren is evenwel op grond van beschrijvend onderzoek niet onomstotelijk vast te stellen. Hiervoor zou naar experimentele middelen gegrepen moeten worden. Vanwege de hoge correlatie tussen omgevingsfactoren onderling is het uitvoeren van dergelijk onderzoek veelal verre van eenvoudig. Vanwege de natuurlijke samenhang tussen abiotische factoren is een dergelijk vraagstelling ook echter meestal weinig zinvol.

Uit het correlatieve deel van het onderzoek is een aantal conclusies te trekken:
- De biomassaproduktie hangt sterk samen met het gemiddelde vochtgehalte van de grond en met daarmee samenhangende factoren als grondwaterstand en uitdroging van de bodem. Naast een goede vochtvoorziening blijkt als tweede factor de stikstofminerali-

satie van belang te zijn. Bij een grotere mineralisatie treedt (bij gelijk vochtgehalte) een grotere biomassaproduktie op. Ook blijkt de pH van de grond een rol te spelen. Zowel een zeer lage, als een zeer hoge pH heeft een negatief effect op de biomassaproduktie.

- Er is geen negatieve relatie aangetoond tussen de biomassaproduktie en de totale soortsdiversiteit. De aangetoonde relatie is eerder positief, maar niet significant. Voor het aantal soorten hogere planten alleen is de correlatie wel significant (en positief). Het feit dat de proefvlakken ten behoeve van andere aspecten van het onderzoek geselecteerd zijn, op basis van soortensamenstelling, maakt het echter niet mogelijk de relatie op een wetenschappelijk zuivere manier te onderzoeken.
- De chemische samenstelling van het gewas hangt duidelijk samen met de samenstelling van de bodem.
  De hoeveelheid K in het gewas hangt vooral af van de hoeveelheid oplosbaar-K in de bodem. Daarnaast is de hoeveelheid P-totaal in de bodem van belang.
  Voor zowel de hoeveelheid P, als voor de hoeveelheid N in het gewas is de relatie het sterkst met de hoeveelheid P-totaal in de bodem. Beide laten ook een relatie zien met de pH van de bodem: zowel bij zeer lage, als bij zeer hoge pH's zijn de gehalten in het gewas laag. Voor de hoeveelheid P in het gewas is tevens de hoeveelheid oplosbaar-P in de bodem van belang. Voor de hoeveelheid N in het gewas speelt de stikstofmineralisatie een rol.
- Omtrent de hoeveelheden via het beheer afgevoerde N, P en K kunnen slechts uitspraken gedaan worden omtrent de maximaal haalbare hoeveelheden in het geval dat het maaisel direct wordt afgevoerd. De werkelijk afgevoerde hoeveelheid is sterk afhankelijk van de tijd die het maaisel blijft liggen in de periode tussen maaien en afvoeren. Er is meer onderzoek nodig naar de relatie tussen deze tijdsduur en het nutriëntenverlies, in afhankelijkheid van de plantengemeenschap.

7 KANTTEKENINGEN BIJ HET BEHEER

In dit hoofdstuk worden enkele opmerkingen geplaatst bij het beheer van wegbermen aan de hand van een aantal tijdens het onderzoek opgedane ervaringen.

Wegbermen zijn in zekere zin dynamische en onvoorspelbare milieus. Dit is wellicht één van de redenen waarom de vegetaties in bermen zo vaak rompgemeenschappen zijn of anderszins vegetatiekundig onvolledig ontwikkeld. Dit betekent dat de soorten die voor de vegetatiekundige indeling en naamgeving van belang zijn (kensoorten) veelal ontbreken. Het ontstaan van goed ontwikkelde plantengemeenschappen van stabiele milieus wordt in wegbermen verhinderd door de relatief hoge frequentie waarmee verstoringen in wegbermen optreden. Hierbij kan onder andere gedacht worden aan een aantal verstoringen die ook tijdens het onderzoek een rol gespeeld hebben:
- het vernieuwen van het wegdek en het ophogen van de berm;
- het verbreden van het fietspad;
- het kappen en uitslepen van bomen;
- het plaatsen van lantarenpalen;
- het maaien door een boer bij verlaten van z'n land;
- het uitwerken van slootbagger;
- het storten van tuin en plantsoenafval;
- auto's die door de berm heen rijden;
- auto's die in de berm parkeren;
- het afschuiven van de bovenlaag.

Afgezien van het storten van afval en het uitwerken van slootbagger zijn dit echter invloeden die inherent zijn aan het karakter van wegbermen en die niet eenvoudig veranderd kunnen worden.

Een andere oorzaak voor het vegetatiekundig onvolledige karakter van veel wegbermen ligt echter in het beheer: zowel in de uitvoering ervan, als ook in de communicatie tussen beleid en uitvoering.
Er is tijdens het onderzoek vastgesteld dat het daadwerkelijke beheer meestal plaats vond op de manier die de uitvoerder het beste uitkomt. Vele voorbeelden hiervan zijn waargenomen:
- bermen die volgens het bestek één keer per jaar in augustus met licht materiaal gemaaid zouden worden, werden in mei met zwaar materiaal "even meegenomen";
- grote stukken berm met Rietorchis werden meerdere jaren achtereen met zwaar materiaal door een aannemer volledig kapot gereden, ondanks de opdracht om hier met licht materiaal te werken;
- maaisel wordt in sommige gevallen in het geheel niet opgehaald hoewel het bestek voorschrijft dat geruimd moet worden;
- in situaties waar het maaisel wèl geruimd wordt gebeurt dit vaak zeer slecht: grote hoeken blijven liggen, taluds worden overgeslagen, en grote hopen bijeengebracht maaisel blijven weken lang (soms zelfs maanden) in de berm achter;
- ten behoeve van onderzoek uitgerasterde stukken berm werden ondanks de bordjes: "niet maaien" door iemand met een bosmaaier netjes gemaaid omdat de machines er niet bij konden.

Het is de vraag of het alleen de uitvoerder is die verantwoordelijk gesteld moet worden voor de geconstateerde omstandigheden. De belangrijkste oorzaak voor het ontstaan van de beschreven situaties is wellicht het ontbreken van een effectieve controle op en terugkoppeling vanuit de praktijk.
De weg van het beheersplan, via de uitvoerder, naar "de man op de trekker" is zo lang dat de relatie tussen het bestek en dat wat er in werkelijkheid gebeurt soms ver te zoeken is.

Ook in het beleid zelf zijn echter oorzaken aan te wijzen voor een falend beheer. Er zijn nog steeds beherende instanties die bermen klepelen of maaien zonder het maaisel af te voeren. Daarbij lijkt het wegbermbeheer meer en meer een financiële sluitpost te gaan worden. Hierdoor is het tijdens het onderzoek op verschillende plaatsen opgevallen dat maaibeurten overgeslagen werden of het maaien zelfs enkele jaren geheel achterwege bleef. De effecten hiervan op de vegetatie waren vaak zeer duidelijk. Een in verband met het onderzoek zelf gemaaid en afgevoerde proefvlak was na twee jaar nog even bloemrijk als daarvoor. Het niet gemaaide deel aan weerszijden ervan was echter na twee jaar al duidelijk armer aan bloemen, bestond voor een groter deel uit grassen en had een hoger opgaand karakter. De produktie was er op het oog duidelijk hoger en op sommige plaatsen trad zelfs enige verruiging in. Als gevolg van deze maatregel ontstond de situatie waarbij de beheerder zelfs met herbiciden de verruiging tegen probeerde te gaan. Doordat toevallig op dat moment veldwerk gedaan werd kon ternauwernood voorkomen worden dat het proefvlak zelf door de herbiciden verloren zou gaan.

Helaas zijn het vaak juist de vegetatiekundig meest interessante bermen die het meest bedreigd worden, en helaas komt deze bedreiging in veel gevallen vanuit de beherende instantie. Deze bermen zijn immers bijna altijd interessant doordat ze in een apart milieu of een aparte situatie liggen. Deze situaties zijn op hun beurt apart omdat het (vaak relatief kleine) uitzonderingsstukjes zijn. Juist deze uitzonderingsstukjes worden tegenwoordig in hoog tempo verstevigd, opgehoogd, weggeschoven, of slecht beheerd omdat men geen "zin" heeft aangepast materieel te gebruiken.

De vraag kan opgeworpen worden of een goed beheer van de bermen in ons land niet een normale morele verplichting is, zoals ook een boer zijn land goed onderhoud. Los van deze vraag echter wordt nog steeds niet voldoende gerealiseerd welk een immens oppervlak aan onbemeste, halfnatuurlijke graslanden er in de wegbermen aanwezig is. Met een goed beheer zijn hier, ondanks de beperkingen die wegbermen van nature met zich mee brengen, goede resultaten te behalen op floristisch en vegetatiekundig gebied. Door de relatief grote oppervlakten waarom het gaat binnen een landschap dat in hoge mate bebouwd en gecultiveerd is, kan dit een substantiële bijdrage leveren aan het behoud van de biologische diversiteit en soortenrijkdom in ons land.

8 LITERATUUR

Barkman, J.J., H. Doing & S. Segal, 1964. Kritische Bemerkungen und Vorsläge zur quantitativen Vegetationsanalyse. Acta Botanica Neerlandica 13: 394-419.

Braak, C. ter, 1987. CANOCO - a FORTRAN program for canonical community ordination by [partial] [detrended] [canonical] correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis (version 2.1). ITI-TNO, Wageningen: 95 pp.

Brand, A.M., A. Aptroot, A.J. de Bakker & H.F. van Dobben, 1988. Standaardlijst van de Nederlandse korstmossen. Wetenschappelijke Mededelingen KNNV nr. 188, Utrecht: 68 pp.

Heemsbergen, H., K.V. Sýkora & A.P. Schaffers (red.), 1991. Wegbermen, betekenis voor vegetatie en fauna. Vakgroep Vegetatiekunde, Plantenoecologie en Onkruidkunde (LUW)/ Adviesgroep Vegetatiebeheer (Min. L.N.V.), Wageningen: 84 pp.

Hill, M.O., 1979a. TWINSPAN. Ecology and Systematics. Cornell University, Ithaca, New York.

Hill, M.O., 1979b. DECORANA. Ecology and Systematics. Cornell University, Ithaca, New York.

Heijboer, D., 1993-1995. Weersgegevens van het Koninklijk Meteorologisch Instituut over 1993 en 1994. Zenith, tijdschrift voor sterrenkunde, weerkunde en ruimteonderzoek. Jaargangen 20 (3-12), 21 (1-12) & 22 (1-2).

Houba, V.J.G., J.J van der Lee, I. Novozamsky & I. Walinga, 1989. Soil Analysis Procedures. Soil and Plant Analysis; a series of syllabi: part 5. Department of Soil Science and Plant Nutrition, Agricultural University, Wageningen.

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

Locher, W.P. & H. de Bakker (red.), 1990. Bodemkunde van Nederland; Deel 1, Algemende bodemkunde. Malmberg, Den Bosch: 434 pp.

Margadant, W.D. & H. During, 1982. Beknopte flora van de Nederlandse blad- en levermossen. Thieme, Zutphen: 517 pp.

Meijden, R. van der, 1990. Heukels' flora van Nederland. 21e druk. Wolters Noordhoff, Groningen: 662 pp.

Parr, T.W. & J.M. Way, 1988. Management of roadside vegetation: the long-term effect of cutting. Journal of Applied Ecology 25: 1073-1087.

Schaffers, A.P., 1991. DENDRO - programma voor het maken van dendrogrammen. Wageningen: 20 pp.

Schaik, A.W.J. van & L.C. van den Hengel, 1994. De effecten van een aantal maairegimes op flora en vegetatie in wegbermen. Rijkswaterstaat, rapportnummer P-DWW-94-706: 66 pp.

Sokal, R.S. & F.J. Rohlf, 1981. Biometry - the principles and practice of statistics in biological research, 2nd ed. W.H. Freeman and Company, New York: 859 pp.

Sørensen, Th.A., 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content. Biol. Skr. K. Danske Vidensk. Selsk. 5 (4): 1-24.

Sýkora, K.V., 1983. The Lolio-Potentillion anserinae Tüxen 1947 in the northern part of the Atlantic domain. Diss., Nijmegen: 224 pp.
Sýkora, K.V., L.J. de Nijs & T.A.H.M. Pelsma, 1993. Plantengemeenschappen van Nederlandse wegbermen. Stichting Uitgeverij KNNV, Utrecht: 280 pp.
Walinga, I., W. van Vark, V.J.G. Houba & J.J van der Lee, 1989. Plant Analysis Procedures. Soil and Plant Analysis; a series of syllabi: part 7. Department of Soil Science and Plant Nutrition, Agricultural University, Wageningen.
Westhoff, V. & A.J. den Held, 1969. Plantengemeenschappen in Nederland. Thieme Zutphen: 324 pp.

APPENDIX

Op de komende pagina's is op overzichtskaartjes van Nederland de ligging van de proefvlakken aangegeven, zowel voor alle onderzochte plantengemeenschappen samen als voor elk van de gemeenschappen apart.

Alle proefvlakken (alle gemeenschappen)



Valeriano-Filipenduletum (gemeenschap 02)



Agropyro-Aegopodietum (gemeenschap 08)



Alliario-Chaerophylletum (gemeenschap 09)



Calthion (gemeenschap 19)



Fritillario-Alopecuretum (gemeenschap 21)



Ranunculo-Alopecuretum (gemeenschap 31)



Triglochino-Agrostietum (gemeenschap 32)



Tortulo-Phleetum (gemeenschap 39)



Arrhenatheretum subassociatiegroep B (gemeenschap 48)



Arrhenatheretum picriditosum (gemeenschap 49)



Mesobromion (gemeenschap 50)



Ericion / Lycopodio-Rhynchosporetum (gemeenschap 52)



Calluno-Genistion (gemeenschap 62)



Spergulo-Corynephoretum (gemeenschap 67)

