

Akkeronkruidvegetatie als indicator van het milieu, in het bijzonder de bodemgesteldheid

Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen 807

J. F. Bannink, H. N. Leys en I. S. Zonneveld

Stichting voor bodemkartering, Wageningen

Akkeronkruidvegetatie als indicator van het milieu, in het bijzonder de bodemgesteldheid

With a summary

Weeds as environmental indicators, especially for soil conditions



Centrum voor landbouwpublikaties en landbouwdocumentatie

Wageningen – 1974

Abstract

BANNINK, J. F., H. N. LEYS & I. S. ZONNEVELD (1974) Akkeronkruidvegetatie als indicator van het milieu, in het bijzonder de bodemgesteldheid. (Weeds as environmental indicators, especially for soil conditions). Versl. landbouwk. Onderz. (Agric. Res. Rep.) 807, ISBN 90 220 0471 6, (vii) + 88 p., 6 tables, 17 figs, 50 refs, Eng. and Dutch summaries, 4 appendices.

Also: Bodemkundige Studies nr. 11.

This publication is intended as a tool to assess chemical fertility and moisture conditions of the arable soils from the weed vegetation. By statistical methods, the weed species of arable land in the Netherlands were grouped socio-ecologically and the groups were linked to form vegetation types and variants. The vegetation types and variants could be used as indicator of conditions, even where weed species were few through use of herbicides.

ISBN 90 220 0471 6

Deze publikatie verschijnt tevens als: Mededelingen van de Stichting voor Bodemkartering, Bodemkundige Studies nr. 11.

© Centrum voor landbouwpublicaties en landbouwdocumentatie, Wageningen, 1974.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotocopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

No part of this book may be reproduced or published in any form by print, photoprint, microfilm or any other means without written permission from the publishers.

Inhoud

Voorwoord	(vii)
1 Inleiding	1
1.1 Doelstelling	1
1.2 De voedingstoestand van de bodem	1
1.3 Vochthuishouding van de bodem	3
1.4 Het basismateriaal en de eerste bewerking	4
2 Principes en methoden van classificatie	9
2.1 Inleiding	9
2.2 Leidraden en kenmerken	9
2.3 Objectieve bepaling van soortencombinaties	10
2.4 De verwerking volgens de tabellenmethode	11
2.5 Correlatieberekeningen volgens De Vries	12
2.5.1 Inleiding	12
2.5.2 De bewerking van het materiaal uit Salland	12
2.5.3 De bewerking van het materiaal uit Zuidoost-Drenthe	14
2.5.4 Bespreking van de correlatiemodellen	16
2.6 De differentiële analyse van Czekanowski	17
2.7 De bepaling van oecologische groepen	22
2.7.1 Algemene opmerkingen	22
2.7.2 Relatie tussen soorten en bodemvruchtbaarheidscijfers	23
2.7.3 Oecologische groepen naar de pH	24
2.7.4 De vochttoestand indicerende oecologische groepen	30
2.8 Verantwoording van de opzet van de oecologische meetlat	30
3 De weerspiegeling van het milieu in de vegetatie	35
3.1 Inleiding	35
3.2 De invloed van het 'afhankelijkheidscomplex' op de correlaties	35
3.3 Indicatie van milieufactoren met behulp van vegetatie-eenheden	37
3.3.1 Het verschil tussen wintergraanakkers (<i>Secalinetea</i>) en hakvruchtakkers (<i>Thero-Chenopodietea</i>) mede in relatie tot milieudynamiek	37
3.3.2 De weerspiegeling van de chemische vruchtbaarheid in de vegetatie	41
3.3.3 De weerspiegeling van de factor vocht in de vegetatie	44
3.3.4 Vergelijking van bodem- en vegetatie-eenheden	53

Samenvatting	56
Summary	59
Literatuur	62
Bijlagen	65

Voorwoord

De resultaten van het hier behandelde onderzoek, verricht in de jaren 1955-1965, zijn tot nu toe slechts vastgelegd in interne rapporten. Deze publikatie beoogt er een ruimere bekendheid aan te geven en tegelijk de lokale onderzoeken in een ruimer kader te plaatsen, mede omdat ze voorlopig niet worden voortgezet.

De schrijvers¹ konden voortbouwen op vroegere wetenschappelijke Nederlandse, Belgische en Duitse publikaties (o.a. het grondleggende werk van Sissingh, 1950). Er is naar gestreefd de verslaggeving in zo'n vorm te gieten dat het resultaat direct van dienst kan zijn voor de praktijk.

In het bijzonder is aandacht besteed aan het verband tussen milieu en vegetatie, waarvoor een in de praktijk bruikbare indicatiewaarde van de akkeronkruidvegetatie kon worden gegeven. Een bespreking van de gebruikte methoden was hierbij onmisbaar, mede omdat het in sommige gevallen gewenst was de resultaten van vroegere onderzoekers te toetsen op hun bruikbaarheid. Het laatste heeft o.a. betrekking op de classificatie van de vegetatie-eenheden die langs verschillende wegen is benaderd.

Verder is er naar gestreefd, de classificatie zodanig te redigeren, dat ze gebruikt kan worden bij het samenstellen van een legenda voor landschapsoecologische karteringen. Van zeer groot belang is het daarbij, dat ook vegetaties geclassificeerd kunnen worden die door intensieve onkruidbestrijding e.d. nog slechts fragmentarisch ontwikkeld zijn.

Bij het onderzoek in de verschillende delen van het land is veel hulp ondervonden. Zo lieten de boeren o.a. die met land op de Rameler en Boeteler Enk bij Raalte, ons rustig hun akkers betreden. De rijkslandbouwconsulent voor Noordwest-Overijssel en de rayon-assistenten J. B. J. Bos en W. Knol hielpen bij het verzamelen van bodem-analysegegevens, terwijl Ir. J. C. Pape zijn akkeronkruidgegevens ter beschikking stelde.

Tenslotte danken wij Dr. J. C. F. M. Haans, Ir. J. C. Pape, Dr. G. Sissingh en Prof. Dr. V. Westhoff voor het doorlezen van het manuscript en de daaruit voortvloeiende kritische opmerkingen.

Het onderzoek werd afgesloten in 1966, nieuwere literatuur kon dus niet meer worden verwerkt en nieuwere inzichten omtrent rekenmethoden konden niet meer worden toegepast.

1. De auteurs waren ten tijde van dit onderzoek werkzaam bij de Stichting voor Bodemkartering en vormden de Afdeling voor Vegetatiekunde. Dr. Ir. I.S. Zonneveld is nu lector in vegetatiekartering aan het Internationaal Instituut voor Luchtkartering en Aardwetenschap (ITC), Enschede. De heer H.N. Leys is nu verbonden aan het Rijksinstituut voor Natuurbeheer (RIN), Leersum.

1 Inleiding

1.1 Doelstelling

Het doel van het onderzoek dat aan deze publikatie ten grondslag lag was het meten van de voedselrijkdom en de vochtinhouding van de akkerbodem aan de hand van de onkruidvegetatie, om te komen tot een oecologische classificatie van de gronden met het oog op hun vruchtbaarheid voor diverse cultuurgewassen.

Voor dit onderzoek was het noodzakelijk, een groot aantal vegetatie- 'opnamen' (inventarisaties) in het veld te verrichten en daaruit bepaalde soortencombinaties en een classificatie van de vegetatie-typen (Hoofdstuk 2) af te leiden die als 'meetapparaat' konden dienen voor de oecologie, het geheel van uitwendige omstandigheden dat de groei van zowel onkruidvegetaties als gewassen bepaalt (Hoofdstuk 3).

Dit 'apparaat' werd speciaal ontworpen om praktische redenen, om het ook bruikbaar te maken in sterk verarmde onkruidvegetaties. Het is dus niet de bedoeling het in plaats te stellen van de reeds bestaande associatie-systemen en hun hiërarchische lagere en hogere eenheden: deze hebben hun eigen waarde bij het wetenschappelijk en toegepast onderzoek.

1.2 De voedingstoestand van de bodem

De voedingstoestand, of de trofiegraad, geeft aan de mate waarin het milieu voedingsstoffen beschikbaar heeft voor de levende organismen. Naast lucht en water gaat het hierbij in hoofdzaak om fosfaat, stikstof, kali, magnesium en een aantal sporelementen. Indien deze in ruime mate beschikbaar zijn voor de planten, dus als het gaat om voedselrijke gronden, leidt dit tot eutrofe vegetaties; waar een duidelijk tekort optreedt ontstaan oligotrofe vegetatie-typen; daartussen liggen mesotrofe typen. In sommige gevallen zijn door bijzondere omstandigheden zeer veel voedingsstoffen (in het bijzonder stikstof) beschikbaar, zoals op mestvaalten en langs wegkanten; men spreekt dan van ruderaal standplaatsen en ruderaal planten.

De landbouwscheikunde houdt zich bezig met de vraag in welke mate de minerale bestanddelen in de grond beschikbaar zijn voor de plantegroei, of beschikbaar gemaakt kunnen worden.

Landbouwgewassen putten hun voedingsstoffen vrijwel geheel uit de bodem. Naar de wijze waarop dit geschiedt, en naar de vorm waarin deze stoffen in de bodem aanwezig zijn is al zeer veel onderzoek verricht. Dit heeft geleid tot routine-methoden bij de chemische analyse van grondmonsters en recent ook van gewasmonsters, die een

schatting van de bemestingsbehoefte mogelijk maken. Toch kan men nog niet zeggen, dat met één serie chemische bepalingen de rijkdom van de bodem te meten is, mede omdat zowel in de grond als in de plant het gedrag van een bepaald mineraal bestanddeel sterk afhankelijk is van andere elementen en van andere milieufactoren zoals de water- en luchthuishouding van de grond.

De onderlinge wisselwerking van de minerale bestanddelen van de grond, hun interacties, is het best bekend uit watercultures, waarbij men naar believen goed oplosbare verbindingen met elkaar en met de plantewortels in contact kan brengen. Het bodemmilieu is echter veel ingewikkelder: de meeste voedingselementen komen er niet alleen in opgeloste toestand in voor maar ook (of zelfs hoofdzakelijk) half-gebonden (geadsorbeerd) tot zeer sterk gebonden (gefixeerd) aan de vaste bodemdeeltjes, vooral de zeer fijne. Tot nu toe bestaat er dan ook geen enkele chemische extractie-methode waarbij men de oplossende werking van het extractiemiddel met voldoende nauwkeurigheid kan vergelijken met de werkelijke beschikbaarheid voor de wortels van de verschillende plantesoorten. Ook omtrent de activiteit van de micro-organismen, die zo'n grote rol spelen in de grond, is met behulp van chemische analyses weinig te zeggen.

Dat neemt natuurlijk niet weg, dat chemische analyses van grond- en gewasmonsters (samen met fysische bodemonderzoekingen) een waardevolle steun zijn bij een classificatie van de bodem naar de vruchtbaarheid. Als zodanig kunnen ze niet worden gemist.

Een bezwaar tegen het gebruik van monsters voor het bepalen van de vruchtbaarheid van een akker is, dat men er eigenlijk vele zou moeten analyseren om een volledig beeld van zo'n akker te krijgen, wat bij kartering nodig is of zoals een boer toch eigenlijk wenst. Vandaar dat, ter aanvulling, als vanouds de boeren, en naar hun voorbeeld de veldbodemkundigen, de grond in de hand nemen, betasten en bekijken om een indruk te krijgen van de kwaliteit. Zo'n algemene indruk van de structuur, de textuur, het humusgehalte, de biologische activiteit, e.d., blijft echter gebrekkig: ze zegt b.v. weinig over de chemische vruchtbaarheid: daarvoor vindt de boer aanwijzingen in de onkruiden.

Een goede boer weet, dat Zachte witbol (*Holcus mollis*) in zijn akkers geen best teken is ('Zorggras') en dat dit gras door goede bemesting verdwijnt. Hij weet ook, dat brandnetels (*Urtica*-soorten) en distels (*Cirsium*- en *Sonchus*-soorten) in zijn land lastig zijn, maar dat ze in het algemeen op goede percelen voorkomen. Perzikkruid (*Polygonum persicaria*) daarentegen duidt op nattigheid.

Zulke aanwijzingen kunnen niet worden gemist. Ze zijn in wezen van oecologisch-sociologische aard. De geïndiceerde vruchtbaarheid loopt ook op akkers waar geen zichtbare veldbodemkundige verschillen voorkomen soms nog sterk uiteen.

Er bestaat blijkbaar verband tussen het voorkomen van deze onkruiden en de gesteldheid van de bodem, zowel wat betreft de voedings- als de vochttoestand. In Hoofdstuk 2 wordt dit nader besproken.

Behalve voor een beoordeling van de vruchtbaarheid kan de akkeronkruid-vegetatie van dienst zijn bij agrochemisch humusonderzoek, waarbij aard en hoeveelheid orga-

nische stof in het bodemprofiel en productiviteit in verband met elkaar gebracht worden. Men denke daarbij aan de begrippen 'oude kracht' en 'rest effect' (Kortleven, 1963, probleemstelling 2 en 3 op p. 3).

Indicaties omtrent verschillen in oecologische eigenschappen van gronden zijn onmisbaar bij het zoeken naar proefobjecten en het bestuderen van veranderingen op proefvelden. Deze indicaties vindt men in het gedrag van de onkruiden, waardoor men snel een overzicht kan verkrijgen van de algemene vruchtbaarheidstoestand, die men dan later meer gericht met fysische en chemische methoden kan onderzoeken.

Bij zo gecompliceerde landschaps-oecologische problemen als het vaststellen van de betekenis van de humus en de mineralen in de bodem voor de plantegroei, dient dan ook gebruik gemaakt te worden van gemakkelijk classificeerbare landschapsoecologische grootheden, zoals bodemeenheid en vegetatietype.

1.3 De vochthuishouding van de bodem

Planten hebben water nodig als medium waarin zich de levensprocessen afspelen, voor het transport van voedingsstoffen, en als een van de grondstoffen waaruit het plantelichaam is opgebouwd. Dit water wordt, met de daarin opgeloste voedingsstoffen, door de wortels opgenomen uit de bodem. Het verdampt weer via de bladeren (transpiratie) en speelt een belangrijke rol in de energiebalans van de plant.

Behalve de wortels kunnen ook bovengrondse delen water opnemen; dit is vooral van belang bij levermossen, bladmossen en korstmossen.

Zowel een tekort als een overmaat aan water in de bodem schaden. Een tekort houdt in, dat het nog aanwezige water zo vast is gebonden in de grond dat de zuigkracht veroorzaakt door transpiratie en osmose onvoldoende is om het op te nemen. De grens ligt bij het verwelkingspunt. Een overmaat aan water betekent eigenlijk een tekort aan lucht: het zuurstofgehalte van de grond is te gering.

In 3.3.3 zal worden aangetoond, dat zowel gebrek aan water als tekort aan lucht tot uiting komen in de levensvorm (b.v. bij de telmatophyten) en ook in de soortencombinatie van de vegetatie. De vegetatie kan hier dus als indicator dienen, evenals bij de voorziening van voedingsstoffen, die echter moeilijker te toetsen is. De aanwezigheid van te veel water is direct in het veld waarneembaar door het nat (en door verdamping koud) aanvoelen van de grond of aan de donkere kleur ervan. Als het om een grondwaterspiegel op geringe diepte gaat is deze in een boorgat of kuil enige uren na het ontsluiten exact te meten. Deze waarnemingen zijn echter steeds momentopnamen: er zijn schommelingen die duidelijk samenhangen met het seizoen.

Men kan de hoeveelheid bodemvocht boven het niveau van het grondwater eenvoudig bepalen aan een monster (zelfs de vochtspanning en de snelheid waarmee het vocht zich verplaatst). Ook dit geeft slechts een momentopname. Alleen een systematische herhaling van de meting kan hier uitsluitsel geven, waardoor deze directe methoden minder geschikt zijn voor karteringsdoeleinden.

Er zijn echter nog andere verschijnselen die aanwijzingen kunnen geven omtrent de vochthuishouding van de grond.

Daartoe behoren in de eerste plaats de gley-verschijnselen: aan kleur of vlekkerigheid van het profiel herkenbare oxydatie- en reductie-plekken duidend op zônes waarin grondwater of stagnerend water (b.v. in sterk verdichte horizonten) hun invloed uitoefenen. Deze aanwijzingen zijn echter niet erg nauwkeurig; bovendien moet men er op bedacht zijn, dat gley-verschijnselen ook fossiel kunnen zijn, b.v. als er onvoldoende organische stof is om ijzerroest die na verhoging van de grondwaterstand permanent onder zuurstofarm water is terechtgekomen op te lossen.

In de tweede plaats zijn er op het oog of op de tast te constateren verschillen in textuur en structuur, waarmee de vochthuishouding samenhangt. Structuren met een klein inwendig oppervlak hebben een lager waterbindend vermogen dan die met een groot inwendig oppervlak. Bij gelijke regenval zullen eerstgenoemde minder water kunnen vasthouden en wanneer de neerslag niet overvloedig is, zullen ze droger zijn. Ook de bodemstructuur die meer of minder samenhangt met de gemakkelijk te schatten korrelgrootte-verdeling (textuur), zal dus enig inzicht kunnen geven in het vocht-houdend vermogen van de grond.

Tussen de lagen van een bodemprofiel zijn de verschillen in vochthuishouding in het algemeen groter, en ze manifesteren zich duidelijker, dan verschillen in minerale rijkdom. Bovendien brengen diep wortelende planten minerale bestanddelen uit de onderste profiellagen omhoog via afstervende plantedelen, waar ze ook ter beschikking komen van ondiep wortelende soorten. Water op grotere diepte komt echter alleen ten goede aan diep wortelende planten.

1.4 Het basismateriaal en de eerste bewerking

De gegevens die in deze publikatie zijn verwerkt zijn ten dele verkregen uit eigen veldopnamen (ca 3500; Fig. 1), ten dele ontleend aan Sissingh (1950; ruim 400 opnamen) en Meisel (1969b; ca 1000 opnamen). Aanvullingen stammen van Mahn & Schubert (1961, 1962), Sonnema & Mooi (1954), Tüxen (1958), Walther (1956) en Zeiler (1956) en uit ongepubliceerde gegevens van het voormalige Centraal Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek (CILO) verzameld door Ir. J. C. Pape.

Zo'n veldopname is een floristische inventarisatie van een homogeen deel van een perceel. Daarbij worden per soort bijzonderheden vermeld over mate van voorkomen, stadium in de levenscyclus (bloei, in vrucht, e.d.) en vitaliteit.

Voor de mate van voorkomen bestaan verschillende schalen. Sissingh (1950) en Meisel (1960b) gebruikten die van Braun-Blanquet. Wij gebruikten een iets meer gedetailleerde schaal die het mogelijk maakte om bedekking en mate van voorkomen (abundantie, d.i. geschatte aantal individuen) uit elkaar te houden (Tabel 1). Voorts werd bij vele opnamen het aantal individuen per soort per oppervlakte-eenheid bepaald door per waarnemingsplek van 50 m² (ca 7 × 7 m) tienmaal in een willekeurig geplaatste ring van 0,2 m² alle soorten te noteren: dit geeft de frequentie (Tabel 2). Deze werkwijze heeft echter alleen zin bij soorten die geen bedekking van betekenis hebben. Voor speciale doeleinden werd binnen iedere ring ook nog een rangorde naar belangrijkheid van de soorten bepaald (rangorde-methode van De Vries, 1933).

Fig. 1. De gebieden, waar de akker-onkruidvegetatie nauwkeurig is opgenomen (●) of globaal ver-
kend (+).

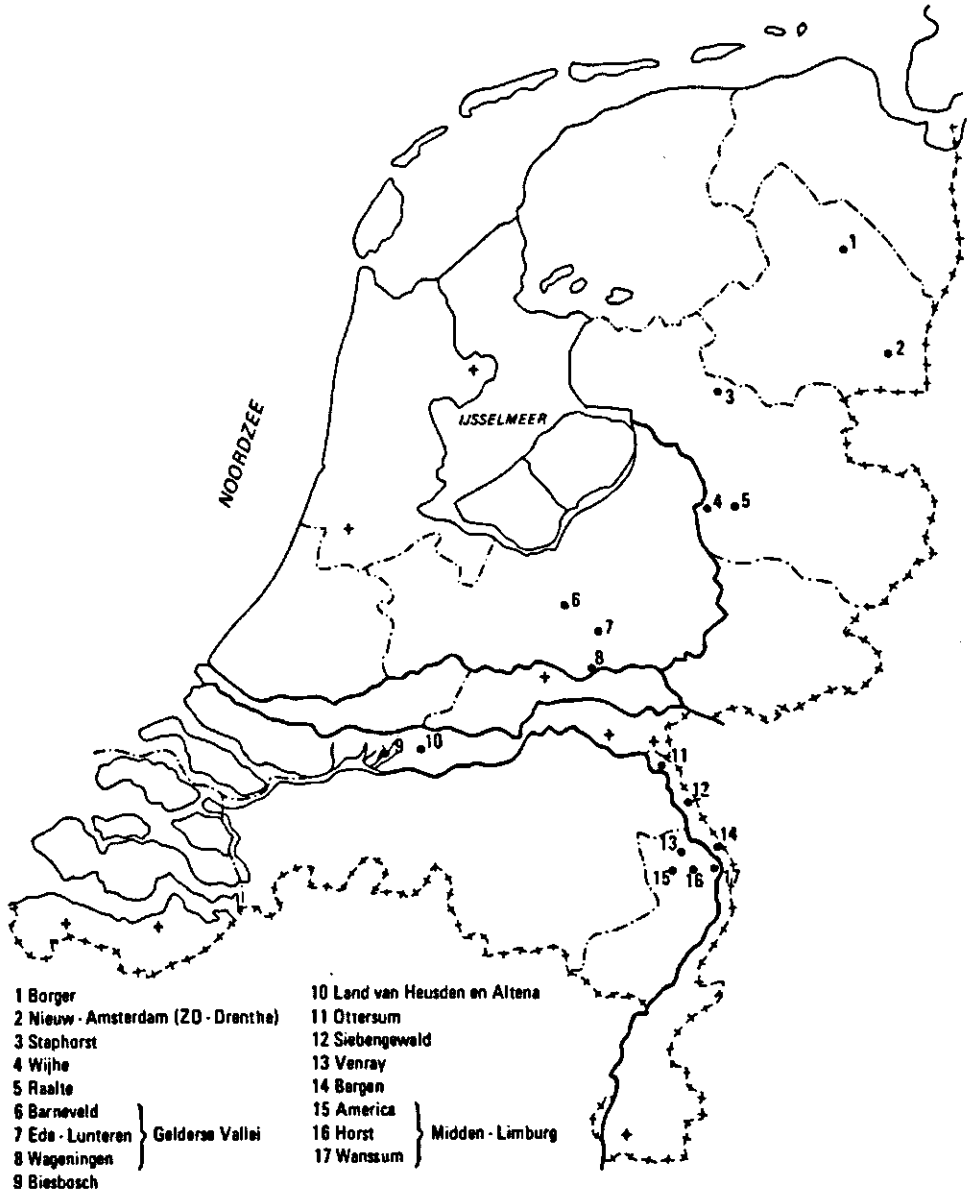


Fig. 1. Areas where the arable weed vegetation was surveyed accurately (●) or broadly (+).

Tabel 1. Schaal voor het schatten van de mate van voorkomen en gecombineerde schatting volgens Braun-Blanquet.

Code	Mate van voorkomen / Degree of abundance	Code Braun-Blanquet
ex	één exemplaar per 50 m ² , meestal weinig vitaal one individual per 50 m ² , usually of low vitality	r
R	zeer weinig exemplaren per 50 m ² , meestal weinig vitaal very few individuals per 50 m ² , usually of low vitality	r
P	weinig voorkomend low abundance	+
A	matig voorkomend medium abundance	1
M	veel voorkomend high abundance	2
B	meer dan 5% van de oppervlakte bedekkend covering over 5% of the area	2 of 3, zelden / seldom 4 of 5

Table 1. Scale for estimating the degree of abundance and combined estimate according to Braun-Blanquet

Bedoelde ring (van gegalvaniseerd ijzerdraad, diameter 50.4 cm) werd op tien, op het oog zo regelmatig mogelijk over proefvlakte verdeelde plaatsen neergeworpen. Telkens werden de er binnen voorkomende soorten genoteerd en dit gaf per soort een frequentie (van 1-10). Kwam een soort niet binnen een ring maar wel op een andere plaats in de proefvlakte voor, dan werd genoteerd R of ex.

Aanvankelijk werd geëxperimenteerd met meer ringen; de winst in nauwkeurigheid bleek niet op te wegen tegen het extra werk.

De ringenmethode heeft het voordeel, dat het oog gericht wordt op zeer kleine oppervlakten, waardoor de kans dat men kleine plantjes over het hoofd ziet aanmerkelijk wordt verminderd. De betrekkelijk hoge frequentiewaarde voor R in Tabel 2 is hiervan waarschijnlijk een gevolg.

Tabel 2 geeft het verband tussen frequentie en geschatte mate van voorkomen volgens de schaal van Braun-Blanquet ('gecombineerde schatting'): de correlatie is zeer redelijk.

Tevens ziet men uit Tabel 2 dat men de coderingen, hoewel berustend op een algemene indruk van veelvoudigheid, bij benadering kwantitatief mag interpreteren, al blijken bij dichte tot zeer dichte onkruidbedekkingen de schattingen iets minder betrouwbaar te zijn.

Een waarnemingsplek ('opname') dient voldoende groot te zijn om een representatieve soortensamenstelling te bevatten. Dit 'minimum areaal' bleek bij het voortgaan van het onderzoek iets groter te zijn dan de gekozen 50 m². Daarom werden bij de latere opnamen ook de soorten vermeld, die buiten de opnameplek, maar binnen een op het oog homogeen aansluitend deel van de betreffende akker voorkwamen, echter met de laagste codering voor de abundantie (bedekking).

De schattingen en metingen van de mate van voorkomen en van de frequentie zijn voornamelijk gebruikt bij het onderzoek naar de correlatie tussen vegetatie en vochttoestand van de bodem. Bij het opstellen van de sociologische soortengroepen voor de

Table 2. Verband tussen frequentie en geschatte mate van voorkomen.

Frequentie Frequency					Frequentie Frequency					Frequentie Frequency					
10	r = 0,94			17	10	r = 0,82			50	10	r = 0,92			59	
9				7	9			7	8	9				5	16
8			3	2	8			15	3	8				7	7
7				10	7			14	1	7			1	13	
6				5	6			8	7	6				6	2
5			9	2	5			10	6	5				18	4
4		1	16		4		2	13	1	4		3		8	
3		14	7		3		12	6		3		9		10	
2		32			2		21	3		2		27		2	
1	27	70			1	18	39	1		1	14	64			
0	41	10			0	16	11	1		0	32	16			
ex R P A M schatting estimate					ex R P A M schatting estimate					ex R P A M schatting estimate					
Onkruidbedekking 0-15%					Onkruidbedekking 15-30%					Onkruidbedekking > 30%					
Arable weed cover 0-15%					Arable weed cover 15-30%					Arable weed cover > 30%					

Table 2. Relation between frequency (number of 10 rings in which species was present) and estimate according to scale of Table 1.

vegetatietypen en de oecologische groepen is voornamelijk rekening gehouden met de presentie: het al dan niet aanwezig zijn van een soort in een opname, berekend over een aantal opnamen.

Deze beperking was noodzakelijk omdat het betrekken van de frequenties in de berekeningen zou leiden tot een enorme uitbreiding van het rekenwerk: het onderscheiden van 'veel' en 'weinig' betekent al een verdubbeling. Zonneveld & Bannink (1960) hebben bij de berekening van levensvormenspectra deze weg toch ten halve gevolgd door de presenties alleen te berekenen vanaf een bepaalde mate van abundantie/bedekking, waarbij voor iedere soort een grenswaarde werd vastgesteld. Voor het vaststellen van de sociologische groepen leek dit niet verantwoord. Daarom werden uit de opnamen van Meisel (1960) en Sissingh (1950) vrijwel uitsluitend de presentie-cijfers verwerkt.

Voor een verdere verwerking werden de gegevens van het eigen onderzoek (het ging om vele duizenden opnamen) overgebracht op randponskaarten (Fig. 2; zie ook Gounot, 1957). Deze maken het mogelijk om snel een inzicht te verkrijgen in de presentie van soorten in groepen van opnamen of in het volledige materiaal. Ook de gegevens voor de berekening van de correlaties tussen de soorten konden op deze wijze betrekkelijk eenvoudig worden verzameld. Die omtrent de milieufactoren werden ten dele eveneens overgenomen op de kaarten, wat een vergelijking met de soortencombinaties vergemakkelijkte.

Fig. 2. De randponskaarten, gebruikt in het onderzoek.

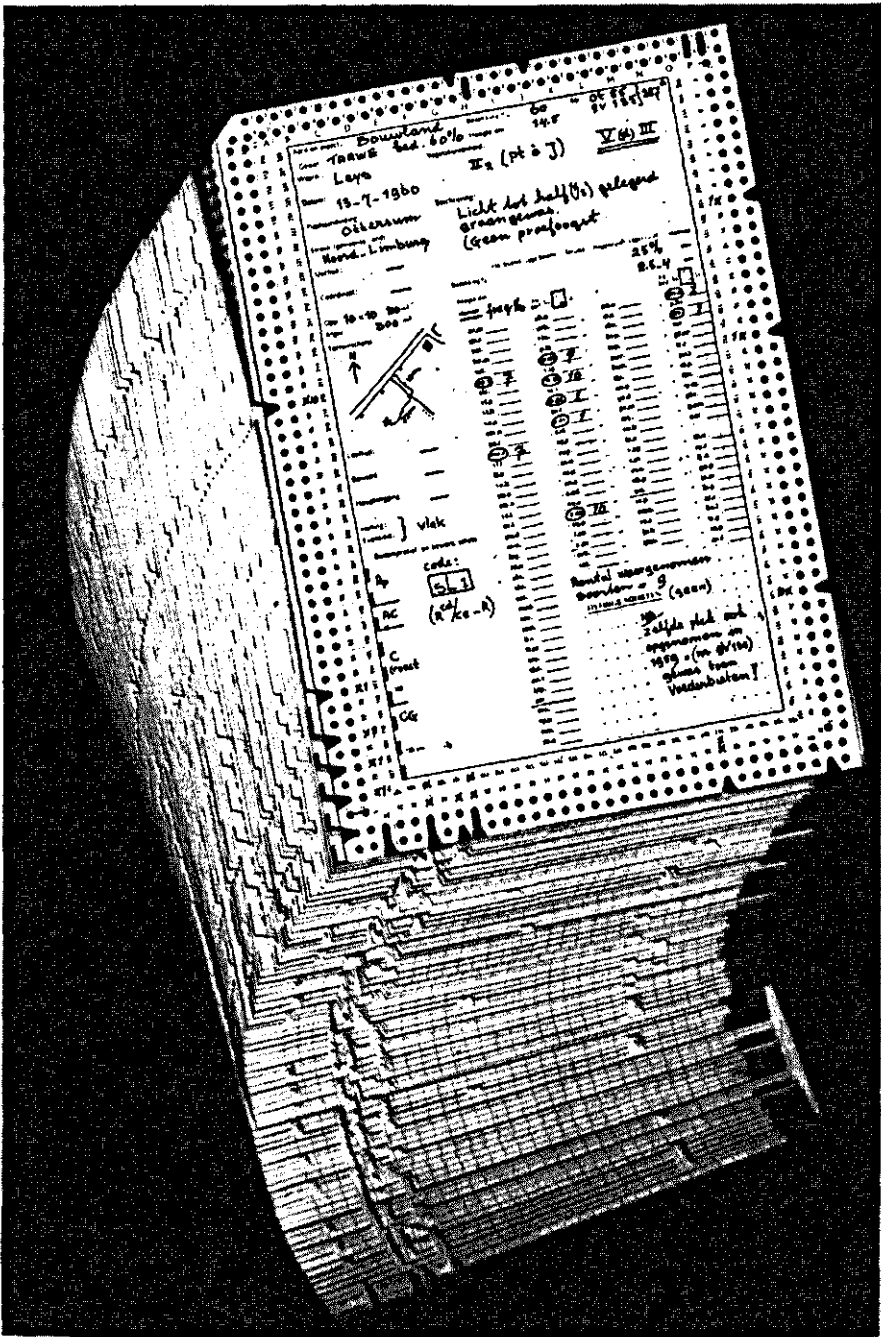


Fig. 2. Marginal punch-cards used in this research project.

2 Principes en methoden van classificatie

2.1 Inleiding

De vegetatiekunde, de basis van het onderhavige onderzoek, gaat uit van de totaliteit van de begroeiing en bestudeert de enkele plant of plantesoort slechts vanuit dit geheel. Dit houdt in dat niet gesproken kan worden van indicator-planten (of -soorten of -taxa) maar alleen van vegetaties (plantengemeenschappen) die iets indiceren van het milieu. Het verschil berust op het feit dat één plantesoort zich verschillend kan gedragen al naar hij voorkomt in een ander gezelschap van soorten, dus niet alleen reageert op de 'dode' chemische en fysische natuur van de standplaats. Daarom is de indicatieve waarde van een vegetatie-eenheid in het algemeen groter dan die van een enkele soort. Bovendien bestaat bij een combinatie van soorten een goede kans op vereffening van onregelmatigheden en scheidt ze de mogelijkheid van een meer verfijnde indicatie dan door één soort mogelijk is (zie o.a. Zonneveld, 1959).

2.2 Leidraden en kenmerken

Bij iedere classificatie moet onderscheid gemaakt worden tussen leidraden en kenmerken. De keuze van leidraden is tot op zekere hoogte willekeurig en hangt af van het doel van de classificatie. Hier hebben ze speciaal betrekking op het vaststellen van de oecologische (planten) groepen en op de naderhand vast te stellen rangschikking (hiërarchie) van de sociologische groepen en vegetatie-eenheden.

Als hoofdleidraad werd hier gekozen de rijkdom van de bodem aan beschikbare minerale bestanddelen. Daarnaast viel de keuze op de vochtuishouding, terwijl in 2.8 nog enige andere secundaire leidraden zullen worden besproken.

Kenmerken dienen te worden ontleend aan de eigenschappen van het te classificeren materiaal, in casu de vegetatie zelf. De keuze viel hierbij op de structuur, de combinatie van soorten, en (in zekere zin) ook op de levensvormen van de onkruiden en de aard van het cultuurgewas (zomer- of wintergraan, hakvruchten of halmvruchten, e.d.).

Bij de levensvormen gaat het om morfologisch herkenbare aanpassingen aan bepaalde milieufactoren. De hier gebruikte indeling naar levenscyclus is ontleend aan Sissingh (1950). Groepen van soorten bevatten in de regel verschillende levensvormen, zodat een-levensvormen-combinatie (spectrum van levensvormen) kenmerkend kan zijn voor een bepaalde vegetatie-eenheid. Dergelijke spectra kunnen wijzen op een bepaald microklimaat, op bepaalde cultuur-omstandigheden, op een zekere bodemgesteldheid, enz. (zie Hoofdstuk 3).

2.3 Objectieve bepaling van soortencombinaties

Plantesoorten treden niet willekeurig op: ze blijken vaak combinaties te vormen. Dat wil zeggen dat soort A veelal samen optreedt met soort B, maar juist een afkeer schijnt te hebben van soort C. Men kan hier spreken van sterke positieve c.q. negatieve correlaties in het optreden van soorten. Op statistische wijze kan men deze correlaties bepalen. Een groep van positief gecorreleerde taxa noemt men een (phyto) sociologische groep.

Een andere benadering is, uit te gaan van een correlatie van plantentaxa met chemische en fysische milieufactoren (de oecologische omstandigheden), waarna kan worden vastgesteld welke soorten of soortengroepen de voorkeur geven aan bepaalde meetbare milieufactoren; elke groep vormt dan een meer of minder duidelijke oecologische eenheid, zodat men van oecologische groepen kan spreken.

Theoretisch moeten sociologische groepen en oecologische groepen identiek zijn, omdat vegetatieverschillen, zoals in Hoofdstuk 3 zal worden beschreven, voornamelijk door het milieu worden bepaald. Dat dit vaak niet het geval is komt, afgezien van toevalligheden en fouten in de opnametechniek, doordat milieufactoren zeer moeilijk exact te meten zijn.

In het onderhavige onderzoek zijn beide principes om tot soortengroepen te komen gevolgd.

Voor het statistisch bepalen van de soortencombinaties in de sociologische groepen kan men verschillende nauwkeurigheden in acht nemen.

Zo kan men bij het bewerken van de gegevens correlatie-berekeningen uitvoeren tussen het optreden c.q. de afwezigheid van plantesoorten. Dit is, zelfs als er een computer beschikbaar is, zeer tijdrovend. Wil men ook rekening houden met de abundantie/bedekking of de frequentie van de soorten, dan wordt de zaak nog ingewikkelder. Bovendien hebben deze methoden het nadeel, dat de individualiteit van de opnamen verloren gaat: wanneer één opname sterk afwijkt van de andere valt dit in de bij de Braun-Blanquet-School gebruikte tabellenmethode onmiddellijk op, bij automatische verwerking leidt deze ene opname slechts tot een vervaging van de correlatie-cijfers. Anderzijds valt niet te ontkennen, dat een mechanische verwerking subjectiviteit beperkt.

Een goed voorbeeld van de statistische methode geeft De Vries (1954) voor grasland. Zijn methode werd dan ook met succes toegepast bij de akkeronkruidvegetaties (zie 2.5).

Nauw verwant hiermee is de differentiële analyse van Czekanowski, die door Guinochet (1955; zie ook Guinochet & Casal, 1957) is toegepast op vegetaties, waarbij vooral op de verwantschap tussen opnamen is gelet, en die ook te gebruiken is voor het bepalen van de oecologische verwantschap tussen soorten. Grafisch wordt daarbij de rangorde van de soorten naar correlatie-coëfficiënten vastgesteld. Een groot bezwaar van deze methode is, dat ze praktisch alleen toe te passen is op kleine aantallen soortenarme opnamen. Toch is, ter vergelijking, deze methode in een deel van het materiaal uit Salland toegepast (zie 2.6).

De tweede methode is de reeds genoemde tabellenmethode zoals door de school van

Braun-Blanquet wordt toegepast. Ze is vergelijkend en visueel en laat de mogelijkheid open iedere opname individueel te beoordelen. Een bezwaar is, dat ze onhandelbaar dreigt te worden als men een groot aantal opnamen (zeg honderden) moet verwerken.

Hoewel ze niet van een zekere mate van subjectiviteit is vrij te pleiten, bezit ze meer positieve dan negatieve kanten. Zo biedt de tabellen-methode een unieke gelegenheid tot het snel verkrijgen van een inzicht in en een overzicht van het gehele materiaal.

Bij de beoordeling van de betrouwbaarheid speelt niet alleen de methode van bewerking een rol, maar ook de opname-techniek. De zwakste punten liggen bij de keuze van de plaats van de opnamen, hun homogeniteit en de herkenning van de soorten in alle stadia van groei. Computers kunnen daaraan niets veranderen.

Daar in deze publikatie het resultaat is samengevat van enkele min of meer afzonderlijk opgezette onderzoeken, waarbij verschillende bewerkingsmethoden werden beproefd, zijn diverse berekeningen slechts bij een deel van het materiaal uitgevoerd. Voor een statistische bewerking van alle gegevens volgens de methode van De Vries ontbraken destijds (1966) tijd en middelen. Modernere rekenmodellen zouden geen andere resultaten hebben opgeleverd, mede gezien de overeenkomstige resultaten van de verschillende wel gebruikte methoden.

2.4 De verwerking volgens de tabellenmethode

In principe is de tabellenmethode (zie b.v. Ellenberg, 1956) het vervaardigen van soortenlijsten waarbij achter elke soort voor elke opname een kolom wordt gereserveerd waarin per soort abundantie, frequentie of bedekkingscijfers worden opgetekend. Door veranderingen in de volgorde zowel van de opname als van de soorten kan men net zolang 'schuiven' tot plantengroepen ontstaan die elkaar nagenoeg of geheel uitsluiten, terwijl binnen die groepen een min of meer sterke correlatie in optreden bestaat. Zo wordt langs visuele weg een ordening verkregen zowel van de opnamen als van de soorten.

Deze methode is tijdrovend door het steeds maar weer overschrijven en introduceert soms een subjectief element. Er werd dan ook een 'tabellenbord' ontworpen, een eenvoudig hulpmiddel dat een snelle verschuiving van kolommen en regels mogelijk maakte. Het kwam echter te laat om toepassing te vinden bij het onderhavige onderzoek.

Bij het rangschikken kan men tevens rekening houden met de milieufactoren als eerste benadering die later kan worden gewijzigd naar de affiniteit tussen soorten.

De meeste publikaties waarin de principes van de Frans-Zwitserse school worden gevolgd bevatten zulke bewerkte tabellen. Daaronder vallen ook die van Sissingh (1950, ca 400 opnamen) en van Meisel (1960, ca 1000 opnamen). Voor alle associatie-tabellen van Sissingh werd bij alle soorten de presentie berekend (in een tiendelige schaal) wat het mogelijk maakte alle door hem onderscheiden associaties, subassociaties en varianten in één tabel samen te vatten. Dit vergemakkelijkte bovendien vergelijking met gegevens uit de literatuur.

De presentiegegevens zoals die tot stand kwamen op basis van het materiaal van Sissingh zijn als de ruggegraat van de sociologische groepen in deze publikatie te be-

schouwen. Meisel geeft zelfs uitsluitend presentietabellen (in een vijfdelige schaal) voor zijn associaties, subassociaties, varianten, 'Ausbildungen' en vormen. Vergelijking van de beide presentietabellen gaf een goed inzicht in het verschil tussen beide systemen, maar nog beter in hun punten van overeenkomst.

Ook bij de door ons verrichte lokale onderzoeken werd ten dele met de tabellenmethode gewerkt, maar meestal was het materiaal daarvoor te omvangrijk. Daarom werden de eerder besproken soortengroepen bepaald met behulp van het randponskaartensysteem, al kreeg daardoor ons onderzoek meer het karakter van een controle op de resultaten van de tabellenmethode toegepast op vroeger materiaal. In grote lijnen werden de conclusies daarvan bevestigd.

Bij enkele grote groepen opnamen werden correlatieberekeningen uitgevoerd (2.5 en 2.6). In 2.8 zal blijken, dat de hiermee verkregen resultaten weinig afwijken van die van de tabellenmethode.

2.5 Correlatieberekeningen volgens De Vries

2.5.1 Inleiding

Zoals reeds opgemerkt, is de meest objectieve methode om vast te stellen of, en zo ja hoe, er een zekere groepsvorming bij (affiniteit tussen) soorten bestaat is de berekening van correlaties. De Vries (1954) heeft hiervan een fraai voorbeeld gegeven bij graslandvegetaties.

Het materiaal uit Zuidoost-Drenthe kon op deze wijze worden behandeld, dank zij de medewerking van de heer Zaat van de Afdeling Bewerking Waarnemingsuitkomsten van de Centrale Organisatie van Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO) te Wageningen. Voordien werd met een globale methode zonder automatisch rekenapparaat gewerkt voor de gegevens uit Salland, waarvan de resultaten toch wel vermelding verdienen (2.5.2).

2.5.2 De bewerking van het materiaal uit Salland

Het materiaal uit Salland bestond o.a. uit 333 opnamen van oude bouwlanden geregistreerd op randponskaarten die het mogelijk maakten voor telkens twee soorten het aantal malen te bepalen dat

- a beide soorten gezamenlijk voorkwamen
 - b of c de ene soort voorkwam terwijl de andere ontbrak, en omgekeerd
 - d geen van beide soorten voorkwam
- ($a + b + c + d = N$; zie fig. 3)

De affiniteit (A) van de twee soorten kan dan worden uitgedrukt door

Fig. 3. Schematische voorstelling van de betekenis van de in de formules (1) en (2) gebruikte symbolen (zie tekst).

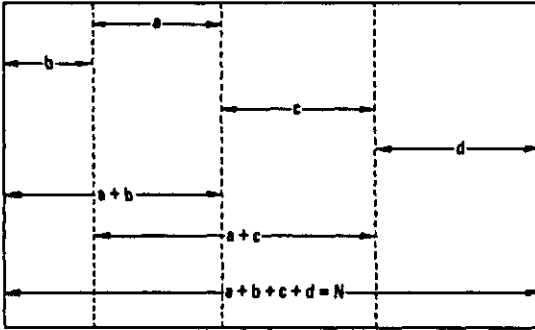


Fig. 3. Symbols used in formulae (1) en (2) for presence (a, b) or absence (c, d) of two plant species; a = both species present, b or c = one species present, the other absent, or the reverse, d = both species absent, N = total number of observations.

$$A = 4 \left[\frac{a}{N} - \frac{a+b}{N} \cdot \frac{a+c}{N} \right] = \frac{4}{N} \left[a - \frac{(a+b)(a+c)}{N} \right] \quad (1)$$

Tabel 3a geeft waarden voor A bij enige presentie-percentages (p) en enkele waarden voor de mate van samen optreden van de twee soorten (a/p), indien p voor beide gelijk is.¹

Een nadeel van (1) is, dat de waarden van A sterk afhankelijk zijn van de presentie: alleen onder p=50 zijn ze vergelijkbaar met correlatiecoëfficiënten (die variëren van +1 tot -1). Verder blijkt A, bij gelijke presentie, evenredig met a/p af te nemen. Deze daling is kleiner naarmate de presentie lager is, zodat de overgang van positieve naar negatieve waarden voor A (A=0) bij steeds lagere waarden van a/p komt te liggen. Hiermee is uitgedrukt dat wanneer soorten te weinig voorkomen ze elkaar gemakkelijker vermijden kunnen (dus minder sterk negatief zijn gecorreleerd, vooral als ze nooit samen optreden) dan wanneer de beide soorten meer voorkomen, en omgekeerd, dat de kans op samentreffen geringer is dan bij hogere presenties.

Bij de 333 opnamen uit Salland komen de in de figuren 4 en 6 gegeven waarderingen voor de affiniteit globaal overeen met de in tabel 3b aangegeven waarden.

De hierboven aangegeven klassen benaderen de werkelijkheid het dichtst bij presenties tussen 10 en 25%. Omdat de betrouwbaarheid met dalende presentie steeds verder afneemt, werden soorten met een presentie beneden 3¹/₂% buiten beschouwing gelaten.

De onvolkomenheid van deze methode is duidelijk. Dat desondanks de sterkste correlaties blijken voor te komen bij soorten met een vrij lage tot gemiddelde presentie pleit voor de bruikbaarheid van het resultaat.

1. Zijn b en c (zie fig. 3) niet gelijk, dan liggen de waarden voor A een weinig hoger dan uit de gemiddelde presentie kan worden berekend.

Tabel 3a. Enkele waarden van A berekend met formule (1) in de veronderstelling dat de presenties van beide soorten aan elkaar gelijk zijn ($p = a + b = a + c$), variëren tussen 75 en 5 per 100 waarnemingen en bij een mate van samenvallen (a/p) variërend tussen 1,0 en 0.

a/p	p =	75	50	25	15	10	5
1,0		+ 0,75	+ 1,00	+ 0,75	+ 0,51	+ 0,36	+ 0,19
0,9		+ 0,45	+ 0,80	+ 0,65	+ 0,45	+ 0,32	+ 0,17
0,8		+ 0,15	+ 0,60	+ 0,55	+ 0,39	+ 0,28	+ 0,15
0,7		- 0,15	+ 0,40	+ 0,45	+ 0,33	+ 0,24	+ 0,13
0,6	○		+ 0,20	+ 0,35	+ 0,27	+ 0,20	+ 0,11
0,5	○		0	+ 0,25	+ 0,21	+ 0,16	+ 0,09
0,4	○		- 0,20	+ 0,15	+ 0,15	+ 0,12	+ 0,07
0,3	○		- 0,40	+ 0,05	+ 0,09	+ 0,08	+ 0,05
0,2	○		- 0,60	- 0,05	+ 0,03	+ 0,04	+ 0,03
0,1	○		- 0,80	- 0,15	- 0,03	0	+ 0,01
0	○		- 1,00	- 0,25	- 0,09	- 0,04	- 0,01

○ Laagst mogelijke waarde voor a/p is 0,67, overeenkomend met $A = - 0,25$ / Lowest possible value for a/p is 0,67, corresponding with $A = - 0,25$.

Table 3a. Some values of A calculated from formula (1), assuming equal presence for both species ($p = a + b = a + c$), with p varying from 75 to 5 for 100 observations, and for degrees of coincidence (a/p) between 1.0 and 0.

Tabel 3b. Waarden van A in de figuren 4 en 6.

Affiniteit, positief of negatief Affinity, positive or negative	Waarde van A, positief of negatief Values of A, positive or negative
zeer sterk / very strong	> 0,24
sterk / strong	0,18-0,24
matig / moderate	0,12-0,18
zwak / weak	0,06-0,12
geen / none	0 -0,06

Table 3b. Values of A in figures 4 and 6.

2.5.3 De bewerking van het materiaal uit Zuidoost-Drenthe

Voor de berekening van correlaties in dit materiaal werd de formule voor de 'rank correlation coefficient' van Kendall & Stuart (1958, p.539, form. 33.12) gebruikt:

$$r = \frac{(ad) - (bc)}{\sqrt{(a+b) \cdot (a+c) \cdot (b+d) \cdot (c+d)}} \quad (2)$$

waarin a, b, c, en d dezelfde betekenis hebben als in de vorige formule en in fig. 3. Berekening van r bij verschillende presenties, op analoge wijze als bij (1) leverde het in tabel 4a gegeven overzicht.

Vergelijkt men deze waarden met de overeenkomstige voor A in tabel 3a, dan blijkt dat nu bij $a/p = 1$ geen daling van r optreedt bij lagere presenties: de waarde is steeds +1, dus respectievelijk 100/75, 100/100, 100/75, 100/36 en 100/19 maal zo groot als voor A. Dit geldt ook voor de overige waarden van a/p, met het gevolg dat r nu naar rechts toe zelfs hoger wordt. Met andere woorden: bij toepassing van (2) wordt een gelijke mate van samenvallen hoger gewaardeerd naarmate de presentie lager is.

Tabel 4a. Waarden van r overeenkomend met die van A in Tabel 3a, berekend met formule (2).

a/p	p =	75	50	25	15	10	5
1,0		+ 1,00	+ 1,00	+ 1,00	+ 1,00	+ 1,00	+ 1,00
0,9		+ 0,60	+ 0,80	+ 0,87	+ 0,88	+ 0,89	+ 0,89
0,8		+ 0,20	+ 0,60	+ 0,73	+ 0,77	+ 0,78	+ 0,79
0,7		- 0,20	+ 0,40	+ 0,60	+ 0,65	+ 0,67	+ 0,69
0,6	○		+ 0,20	+ 0,47	+ 0,53	+ 0,55	+ 0,58
0,5	○		0	+ 0,33	+ 0,41	+ 0,44	+ 0,47
0,4	○		- 0,20	+ 0,20	+ 0,29	+ 0,33	+ 0,37
0,3	○		- 0,40	+ 0,07	+ 0,17	+ 0,22	+ 0,26
0,2	○		- 0,60	- 0,07	+ 0,06	+ 0,11	+ 0,16
0,1	○		- 0,80	- 0,20	- 0,06	0	+ 0,05
0	○		- 1,00	- 0,33	- 0,18	- 0,11	- 0,05

○ De laagst mogelijke waarde voor a/p ligt bij p = 75, overeenkomend met $r = -0,33$ / The lowest possible value for a/p is at p = 75; it corresponds with $r = -0,33$.

Table 4a. Values of r, corresponding with values of A in Table 3a, calculated according to formula (2).

Tabel 4b. Indeling in affiniteitsklassen.

Correlatie / Correlation	Waarden van r / Values of r
zeer sterk / very strong	+ 0,38 - + 0,43 ¹
sterk / strong	+ 0,24 - + 0,34 ¹
matig / moderate	+ 0,17 - + 0,24
zwak / weak	+ 0,10 - + 0,17
geen / none	- 0,10 - + 0,10
negatief / negative	< - 0,10

¹ Correlaties > 0,43 en tussen 0,34 en 0,38 kwamen in het materiaal niet voor.

¹ Correlations > 0,43 and between 0,34 and 0,38 did not occur in the given material.

Table 4b. Values of r grouped into affinity classes.

Uit de gegevens werden met de computer de correlatiecoëfficiënten berekend en gegroepeerd in zes affiniteitsklassen (tabel 4b). Vergelijking van deze waarden met die in tabel 4a geeft een indruk van de mate van samenvallen en presentie waarmee ze overeenkomen.

2.5.4 Bespreking van de correlatiemodellen

In navolging van De Vries (1954) werden de berekende correlaties weergegeven in figuren die enigszins op spinnewebben gelijken. Ze ontstaan als men de soorten die nauw aan elkaar verwant zijn door dikke lijnen verbindt en de soorten die negatief gecorreleerd zijn niet verbindt en zo ver mogelijk uit elkaar tekent. Minder sterke correlaties nemen een tussenpositie in (dunnere lijnen). Bij het tekenen van een dergelijke figuur kan men willekeurig ergens beginnen; zodra een aantal planten (punten) op papier staat worden de andere door de gestelde voorwaarden op hun plaats gedwongen. Dit kan niet zonder 'wringen' en compromissen omdat de figuur eigenlijk multidimensionaal diende te zijn. Een voorbeeld van een driedimensionale grafiek geeft De Vries (1954).

De figuren laten zien, dat de soorten zich inderdaad tot groepen verenigen die ook herkenbaar zijn aan hun oecologie.

Zo treden in fig. 4 rechts-boven de soorten op van schrale arme zandgronden: *Holcus mollis* (1) en *Anthoxanthum puellii* (2) uit groep 1, *Rumex acetosella* (3) en *Scleranthus annuus* (4) uit groep 2. Links-onder vindt men *Galium aparine* (38), *Papaver rhoeas* (35), *Veronica hederifolia* (34), *Lamium purpureum* (40) en *L. amplexicaule* (30), soorten die binnen het onderzochte gebied alleen op de rijkste akkers voorkomen. Iets meer naar boven komen soorten die intermediair zijn, zoals *Myosotis arvensis* (29), *Vicia hirsuta* (23), *V. angustifolia* (25) en *Matricaria chamomilla* (36), waarbij zich *Senecio vulgaris* (21) en *Stellaria media* (19) aansluiten.

Rechts-onder staan planten bij elkaar die bekend zijn als vochtindicatoren of althans voorliefde voor vochtige gronden hebben (zie 3.2) zoals *Juncus bufonius* (53), *Poa annua* (52), *Polygonum persicaria* (15), *Cerastium holosteoides* (7) en die tot de groepen 17 en 18 behoren.

Links-boven en in het midden zijn soorten van open en niet te vochtige zandgronden: *Apera spica-venti* (6), *Centaurea cyanus* (9) en *Viola arvensis* (8) uit de groepen 2 en 3.

Dicht tegen de *Poa annua*- en de *Juncus*-groep aan, er eigenlijk één geheel mee vormend, vindt men een groep uitgesproken zomerannuellen en in zomerdracht overwinterende annuellen: *Spergula arvensis* (5), *Polygonum lapathifolium* (13), *Chenopodium album* (18), *Polygonum aviculare* (14), *Capsella bursa-pastoris* (22), *Raphanus raphanistrum* (24) en *Senecio vulgaris* (21). De laatste drie vormen de schakels met de eutrofe groepen. Kennelijk is er verband tussen het voorkomen van zomerannuellen en vochtigheid die door de *Poa annua*- en *Juncus*-groepen wordt geïndiceerd. De 'laatheid' van de bodem op natte plaatsen zou hiervan de oorzaak kunnen zijn (zie 3.2).

Polygonum convolvulus (17) neemt een centrale plaats in. Kennelijk is deze soort niet gebonden aan een specifiek milieu.

In het in deze figuur verwerkte materiaal komen geen gegevens van de rijkste gronden (kleigronden) voor. De reeks van arm tot rijk op oude bouwlanden op zand is redelijk vertegenwoordigd; ook nat en droog komen tot uiting.

Figuur 5, voor Zuidoost-Drenthe, heeft betrekking op een minder gevarieerd, wat eenzijdig landbouwgebied, enerzijds bestaande uit nogal vochtige dalgronden waarin een sterke mineralisatie van veenresten optreedt, anderzijds uit vrij hoge, droge gronden op de zuidpunt van de Hondsrug. Er is

dus een kans, dat enige factoren gekoppeld zijn. Het bovenste deel van de figuur doet sterk denken aan die voor Salland. Rechts-boven weer *Rumex acetosella* (3) en *Scleranthus annuus* (4), waar zich wederom *Spergula arvensis* (5) tussenvoegt. Meer naar links komen er soorten bij van vruchtbaarder gronden (*Vicia hirsuta* (23), *V. angustifolia* (25), *Myosotis*- en *Veronica*-soorten en anderen uit de groepen 5 en 6). Het midden van de figuur wordt ingenomen door soorten uit groep 15 als *Galinsoga parviflora* (47), *Rumex obtusifolius* (46) en *R. crispus* (45), verder *Lamium purpureum* (40), *Solanum nigrum* (20) en, boven, *Scutellaria galericulata* (57): de meeste hiervan zijn ruderaal planten.

In deze figuur is de *Juncus*-groep, met de vochtminnende soorten die al in de vorige figuur opgenomen waren, links van de rijke groep getekend. Hier komt *Mentha arvensis* (31) er bij, terwijl *Stellaria media* (19) in dit gebied kennelijk vooral op vochtige gronden voorkomt. Bij een nauwkeurige beschouwing blijkt, dat de *Juncus*-groep eigenlijk niet links-onder thuis hoort maar veeleer samen moet vallen met die van de ruderalen. In een driedimensionale grafiek zou dat aan te geven zijn. Wellicht zijn 'extreem rijk' (ruderaal) en 'vochtig' vrij sterk met elkaar gekoppeld (dalgronden!) Ook de samenhang tussen zomerannuëllen en de soorten uit de vochtige groep, zoals die bij de opnamen bij Raalte opviel, is hier aanwezig.

Het verband tussen de soortengroepen en de oecologie komt in het volgende hoofdstuk aan de orde; hier is alleen van belang dat de correlatieberekening leidt tot het onderscheiden van natuurlijke groeperingen, sociologische groepen, in de vegetatie.¹

2.6 De differentiële analyse van Czekanowski

Czekanowski heeft een grafische methode ontwikkeld om een rangorde in verwantschap te bepalen voor eenheden die door meer eigenschappen gekenmerkt zijn. Guinochet & Casal (1957; zie ook Guinochet, 1955) hebben die toegepast op vegetatieopnamen. Ze bestaat uit twee gedeelten.

Het eerste deel omvat het uitdrukken van de mate van verwantschap in voorkomen (de affiniteit) tussen paren soorten als geschetst in 2.5, via correlatie-cijfers.

Het tweede deel is grafisch en bestaat uit het ontwerpen van een half vierkant met op de beide assen, in gelijke volgorde, de soorten die men wil vergelijken. Elk hokje ontvangt een duidelijk symbool aangevende de verwantschap (correlaties in positieve of negatieve zin) tussen de twee betreffende soorten als bij figuur 6 aangegeven. Daarna verplaatst men de soorten zodanig (in beide richtingen natuurlijk op dezelfde manier) dat de sterkste positieve correlaties zo dicht mogelijk bij de diagonaal komen, de sterkste negatieve zo ver mogelijk er vandaan.

Het resultaat is te zien in figuur 6 voor materiaal uit Salland. In de volgorde van de soorten vindt men de in de figuren 4 en 5 geconstateerde sociologische groepen ten dele terug. In de volgende paragraaf zal deze volgorde nog nader worden uitgewerkt.

1. Het bestaan van 'affiniteiten' tussen soorten behoeft niet in te houden dat deze soorten op enigerlei wijze 'betrekkingen onderhouden', zoals dit het geval is bij symbiose. Veelal (of altijd) is er slechts sprake van 'commensalisme', het eten van één tafel, omdat de soorten aan hetzelfde milieu gebonden zijn.

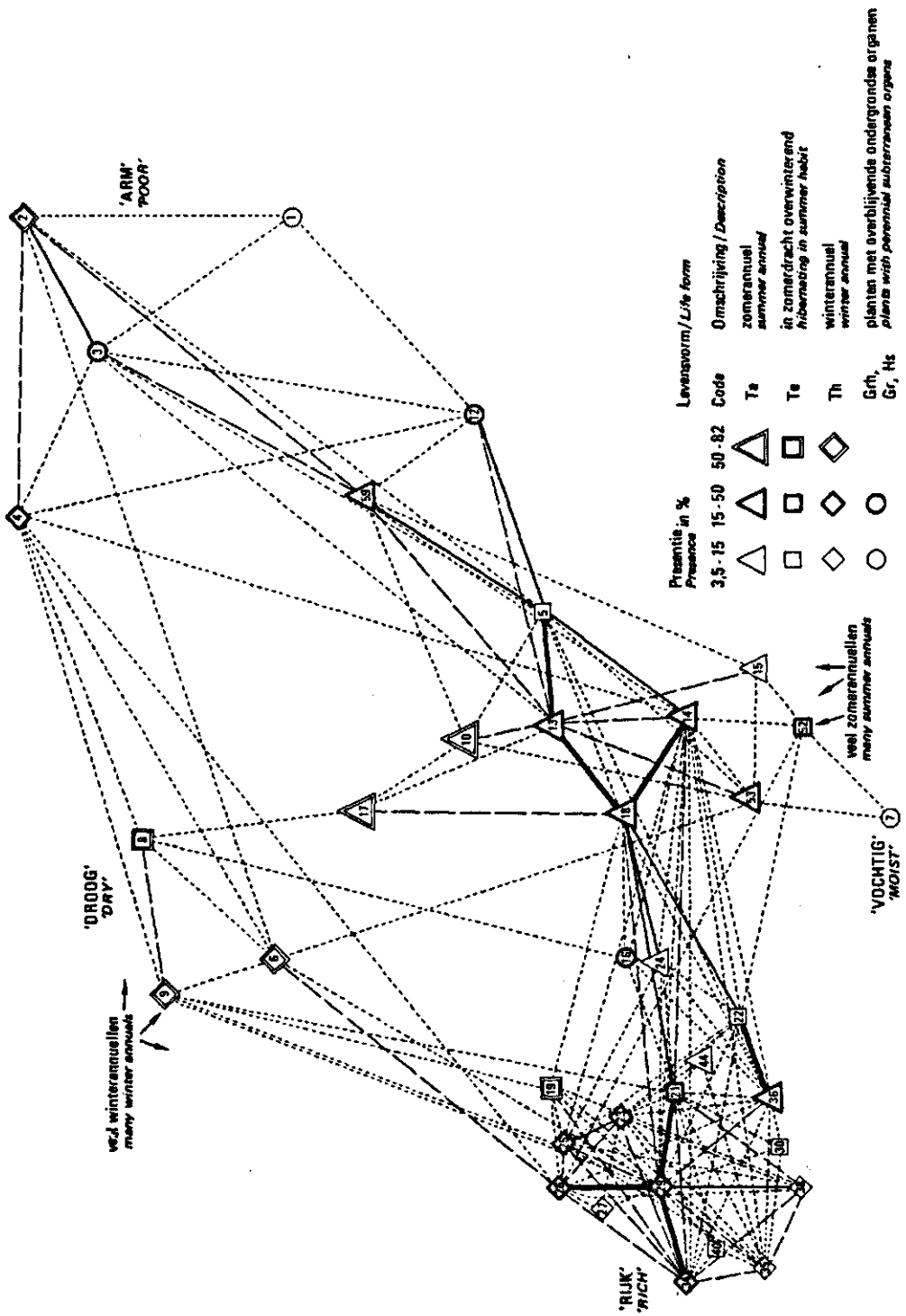


Fig. 5. Het onderlinge verband tussen het optreden van akkeronkruiden hoofdzakelijk op dalgronden in het zuidoostelijke deel van Drenthe (Nieuw Amsterdam en omgeving): ····· zwak ($r = 0,10-0,17$), - - - matig ($r = 0,17-0,24$), — sterk ($r = 0,24-0,34$), ——— zeer sterk ($r = 0,34-0,43$). Voor verdere verklaring zie Fig. 4.

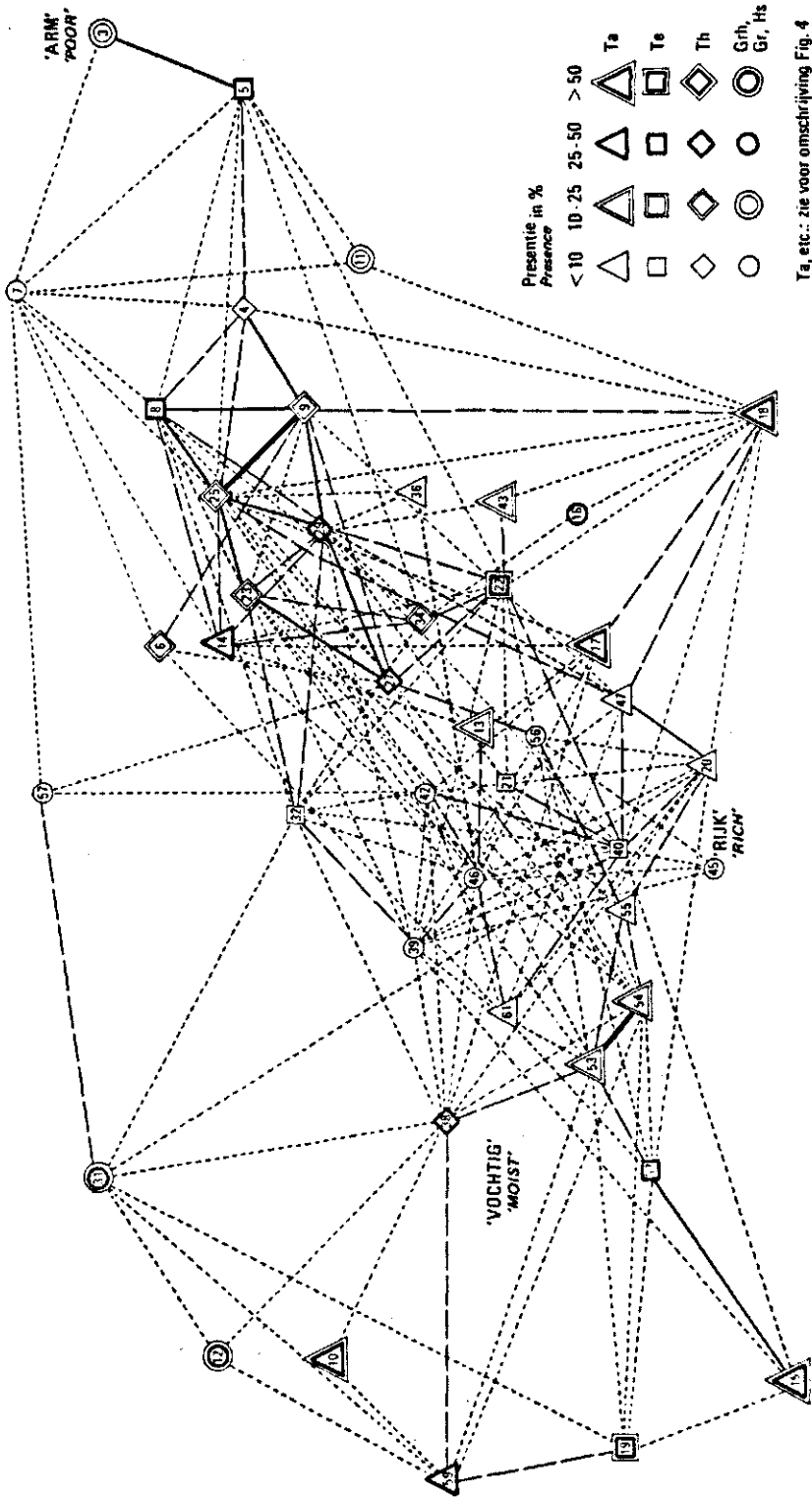


Fig. 5. The mutual relations amongst occurrences of weed species mainly on former peat soils in Drenthe: ····· weak ($r = 0,10-0,17$), - - - moderate ($r = 0,17-0,24$), — strong ($r = 0,24-0,34$), ——— very strong ($r = 0,34-0,43$). For further explanation see Fig. 4.

Fig. 6. Czekanowski-grafiek voor het verband tussen de onkruiden onderling op graanakkers op enkeerdgronden (zwak lemig oud bouwland) bij Raalte (zie ook Fig. 4).

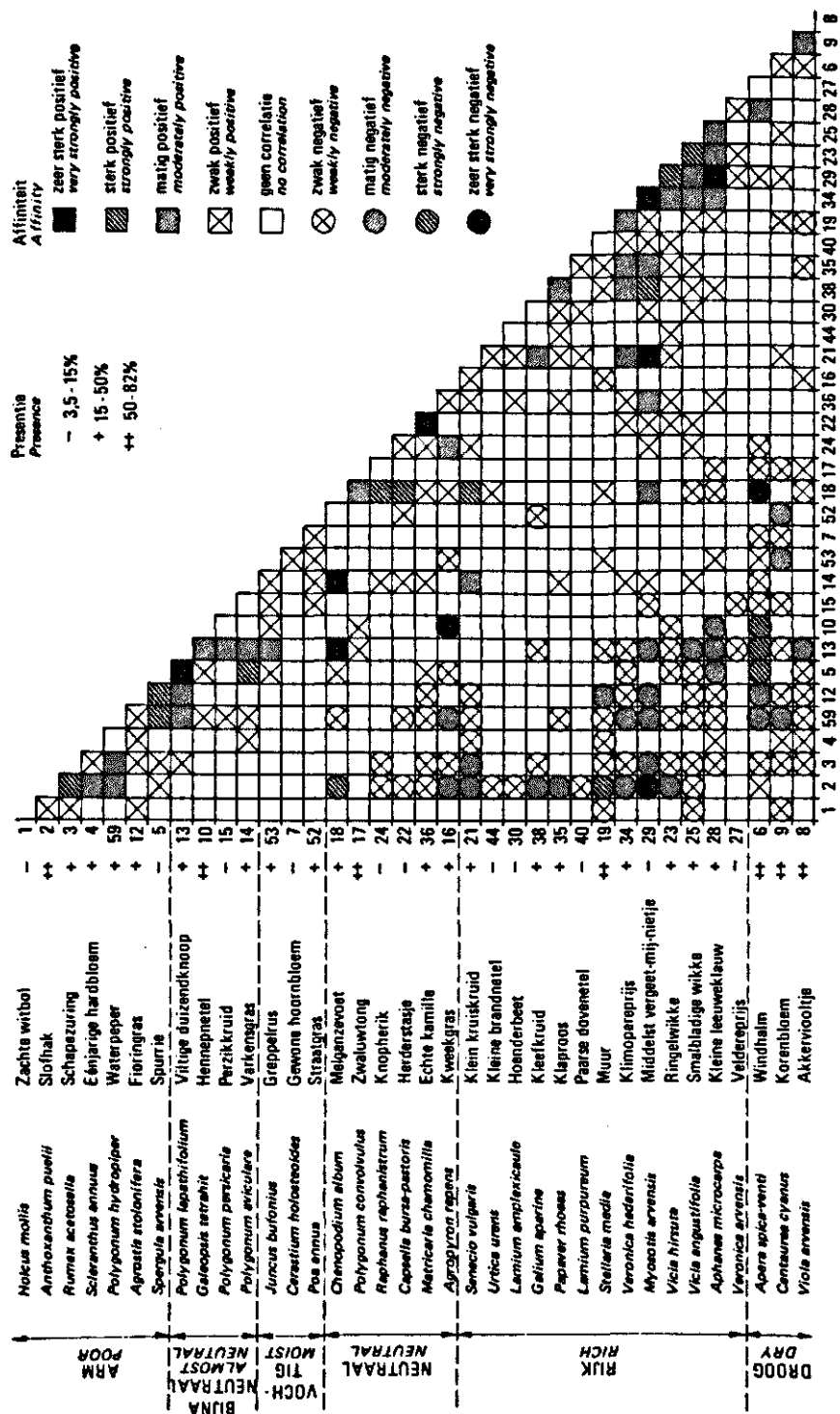


Fig. 6. Czekanowski diagram showing the mutual relations amongst occurrences of weed species in cornfields on 'enk' earth soils (slightly loamy pluggen soils) near Raalte (see also Fig. 4).

2.7 De bepaling van oecologische groepen

2.7.1 Algemene opmerkingen

Zoals reeds is opgemerkt kan men in plaats van het optreden van soorten te correleren ook het verband tussen soorten en eigenschappen van het milieu bepalen en zo tot oecologische groepen komen.

De eerste moeilijkheid daarbij is, dat dit milieu een complex van onderling afhankelijke, niet te ontrafelen factoren is. De tweede is, dat de reactie van een soort verschilt met het gezelschap van andere soorten waarin ze voorkomt. Er is dus alle reden om huiverig te zijn voor het bepalen van oecologische groepen door simpele berekening van wiskundige correlaties tussen soorten en milieufactoren. Het verdient de voorkeur, met sociologische groepen te werken en de daarmee gekarakteriseerde vegetatie-eenheden te vergelijken met de milieoverschillen.

Tüxen (1958) stelt, bij de bespreking van zijn 'Koinzidenzmethode', dat bovengenoemde bezwaren niet gelden wanneer men de vergelijking van soorten met milieufactoren binnen één vegetatie-eenheid uitvoert. Inderdaad mag men veronderstellen, dat binnen zo'n eenheid de variatie in de milieufactoren beperkter is dan binnen een groep van vegetatie-eenheden.

De vraag is echter, voor welke categorie van vegetatie-eenheden dit nog geldt: voor associaties, voor subassociaties, voor varianten, of voor nog lagere of hogere eenheden? Bovendien is er nog een praktisch bezwaar: hoe verder men zijn indeling in eenheden detailleert, hoe minder opnamen men beschikbaar heeft per eenheid en hoe lager dus de nauwkeurigheid wordt. Enige voorbeelden van Tüxen zelf (grondwater-indicatoren) lijden aan dit euvel. Met andere woorden: voor de statistische verwerking dient een compromis gevonden te worden tussen de eisen van kwaliteit en kwantiteit van het opnamemateriaal.

Anderzijds hebben graslandonderzoekers veel succes gehad met het bepalen van correlaties tussen soorten en chemische bodemfactoren bij eenheden van hoger niveau dan associaties (in de zin van Braun-Blanquet). Hierop aansluitend werd het gehele materiaal op zandgrond als eenheid genomen (in de classificatie van de Frans-Zwitserse school is dit iets ruimer dan een verbond).

Daarbij werd echter waar het de correlatie met de vochtfactor betreft toch nog een onderverdeling gemaakt, en wel naar bodemeenheid, dus naar de morfologie van de bodem zoals deze in het veld op het oog beoordeeld kan worden. Vochtgehalte wordt sterk beïnvloed door humeuzeiteit en lemigheid, die juist in de bodemclassificatie als belangrijke kenmerken worden gebruikt. Dit leek beter dan rekening te houden met een door de vegetatie collectief geïndiceerde groep van milieufactoren, zoals Tüxen (1954) in zijn zeer fijne vegetatie-indeling in feite doet. Van humeuzeiteit en lemigheid kan men tenminste met redelijke zekerheid (kwalitatief, niet kwantitatief) zeggen welke invloed ze zullen hebben.

Hierdoor was het echter niet mogelijk op grond van de floristische samenstelling van de vegetatie nog een andere onderverdeling te maken: het materiaal zou er te veel

door zijn versnipperd en aan de eis van betrouwbaarheid zou niet meer zijn voldaan. De resultaten, en ook de gegevens van Tüxen (1954), duiden er trouwens op, dat er binnen de eutrofie-schaal van het gegeven materiaal weinig verschil in reactie op de vochttoestand voor elk van de akkeronkruid-taxa afzonderlijk bestaat.

Het verschil in voedingstoestand van de bodem komt bij het vochtonderzoek (Bannink & Leys, 1963, 1965) voornamelijk tot uiting in het verschijnsel dat sommige vochtindicatoren alleen in het rijkere, andere alleen in het armere traject voorkomen. De verschillen die Tüxen (1954) in het gedrag van dezelfde vochtindicatoren in verschillende gezelschappen vindt zijn vermoedelijk voor een groot deel toe te schrijven aan verschil in waterhoudend vermogen van de gronden, dus aan de factor vocht zelf en niet aan iets ongrijpbaars als interferenties tussen vocht en eutrofiëgraad.

Bij drie gedeelten van het basismateriaal is het verband tussen onkruiden en gemeenten milieufactoren nagegaan. Daarbij werden de milieugegevens niet door onszelf verzameld en dus de proefplekken niet door ons zelf uitgezocht. Een groot bezwaar daarvan bleek te zijn, dat de vegetatie-eenheden nogal ongelijk waren vertegenwoordigd. Een groot voordeel was echter, dat veel werk en kosten werden uitgespaard en dat bovendien (van vegetatiekundig oogpunt) niet met subjectief geselecteerd materiaal behoefde te worden gewerkt.

2.7.2 *Relatie tussen soorten en bodemvruchtbaarheidscijfers*

Allereerst werd het verband nagegaan tussen enkele bodemkundige gegevens (fosfaat-, kali- en magnesiumgehalte, en pH-KCl) en de vegetatie op graanakkers op enkele gronden nabij Raalte; hierbij is gebruik gemaakt van praktijkmonster-analyses van het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek te Oosterbeek.¹

Zulke praktijkmonsters hebben het nadeel, dat de analyse ervan minder nauwkeurig is dan van speciaal ten behoeve van wetenschappelijk onderzoek verzamelde monsters. Daar staat echter tegenover, dat ze berusten op methoden die speciaal ontworpen zijn voor het beantwoorden van vragen op het gebied van de bemesting, waaraan tientallen jaren van onderzoek op proefvelden is voorafgegaan.

De resultaten zijn in bijlage I.1 opgenomen. De frequentie-diagrammen geven de relatie aan tussen de verschillende akkeronkruiden en de pH-KCl, het K₂O-gehalte bij extractie met verdund HCl, het P-AL-cijfer (fosfaat oplosbaar in aluminiumlactaat), het MgO-gehalte (oplosbaar in keukenzout) en de som van 5/3K-getal en P-AL-cijfer (zie hiervoor 3.3.2).

Vervolgens werd de relatie nagegaan tussen dezelfde chemische eigenschappen van de grond als in het voorgaande geval en de begroeiing op een aantal akkers bij Venray (Noord-Limburg) en Borger (Drenthe), aan de hand van een produktieniveau-onder-

1. Welwillend ter beschikking gesteld door de desbetreffende boeren en de Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst voor Noordwest-Overijssel.

zoek tussen 1950 en 1953 verricht door Ir. J. C. Pape.¹ Bij dit onderzoek werden notities gemaakt over het voorkomen van de plantesoorten op proefplekken van één vierkante meter. Zo'n kleine oppervlakte bevat een te beperkt aantal soorten voor het vaststellen van vegetatie-eenheden en oecologische groepen. Maar omdat de kans dat de planten wortelen in grond met andere omstandigheden dan de analyse aangeeft bijzonder klein is, biedt het een goede basis voor het vaststellen van de correlatie van het voorkomen van de enkele soort met bodemeigenschappen.

Bijlagen I.2 en I.3 geven de bewerking van dit materiaal als in I.1. De omvang was echter te gering en de gegevens waren te eenzijdig voor het bepalen van de waarde van de verschillende onkruiden als indicator voor bepaalde minerale bestanddelen van de grond afzonderlijk, en om zo tot geheel eigen oecologische groepen te besluiten (zie echter ook 3.3.2). Bij de rangschikking volgens oplopende mineraalgehalten komt een frappante gelijkenis naar voren in groepering van soorten met die van de sociologische groepen die daarmee dus nu ook oecologisch worden gewaardeerd. Men kan derhalve ook van 'sociologisch/oecologische' groepen spreken.

Een en ander geeft samen met voorgaande ook duidelijke aanwijzingen over het zo moeilijk meetbare begrip 'eutrofie' per soort.

Alleen de gevallen met een lage pH kunnen aanleiding geven tot het onderscheiden van oecologische subgroepen.

Tenslotte zijn in het onderzoek nog betrokken de resultaten uit de publikaties van Goedewaagen (1938), Mevius (1931), Sonnema & Mooi (1954) en Steyer & Eberle (1929). Deze behandelen het verband tussen akkeronkruiden en het complex van bodemfactoren dat zijn weerslag vindt in de pH (zie 2.7.3).

Zoals verwacht, dekken deze gegevens elkaar maar ten dele (zie tabel 5). Slechts voor de soorten waarvan het optreden volgens de meeste auteurs op verschillende gronden gecorreleerd was met de pH, is van de gegevens gebruik gemaakt in deze publikatie (zie 2.7.3).

2.7.3 Oecologische groepen naar de pH

Het veelvuldig gebruik van de pH ter karakterisering van de bodemgesteldheid berust, naast z'n gemakkelijke bepaalbaarheid, op het feit dat ze in één cijfer diverse aspecten van het zo complexe karakter van de grond weergeeft. De concentratie van de waterstofionen speelt op zichzelf niet zo'n belangrijke oecologische rol, maar het gedrag van vele andere ionen hangt er mee samen. Is de pH laag, dan kunnen giftige ionen (zoals die van aluminium) in actie komen. Bij een hoge pH bestaat het gevaar dat de beschikbaarheid van bepaalde spoorelementen (b.v. mangaan) in het geding komt.

1. Het grondonderzoek beruiste op monsters gestoken tot een diepte van 20 cm, telkens één per are. De analyses werden als aan 'praktijkmonsters' verricht door het Bedrijfslaboratorium te Oosterbeek.

Omgekeerd blijkt de invloed van de pH sterk afhankelijk te zijn van andere bodemfactoren. Zo is het een boerenwijsheid dat op sterk humeuze gronden, in het bijzonder op veengronden, bieten goed groeien bij pH-waarden die op andere gronden als veel te laag worden beschouwd. Wat voor cultuurgewassen geldt zou, *mutatis mutandis*, ook voor onkruiden op kunnen gaan. Inderdaad bleek bij excursies in Zuidoost-Drenthe dat op zulke zure venige gronden een zeker niet als extreem te beschouwen 'zuur' te beschouwen vegetatie voorkwam.

Voorts werd geconstateerd aan de hand van een zeer eenvoudige veldtest, dat op droge humusarme gronden een pH-verschil op de te verwachten wijze samenhang met de uit de literatuur bekende basi- en acidofrequentie van de akkeronkruidbegroeiing. In hetzelfde gebied bleek dit echter op iets vochtigere en daardoor ook iets humeuze gronden niet het geval te zijn. Humeuziteit pleegt de waterstofionenconcentratie te verhogen, m.a.w. de pH daalt. Wanneer geen giftige stoffen (zoals aluminium) aanwezig zijn, kan dit geen kwaad. Misschien is dat de verklaring voor de onschadelijke zuurheid van venige gronden, maar vermoedelijk spelen hierbij nog vele andere factoren een rol.

Er zijn vele pogingen gedaan, het verband tussen vegetatie en pH te bepalen; vaak was de pH zelfs de enige bodemfactor die beschouwd werd. Het succes van deze pogingen liep sterk uiteen. Goedewaagen (1941), Sonnema & Mooi (1954) en Mevius (1931) vonden redelijke correlaties, Merker (1966) daarentegen constateerde in Skåne (Zweden) dat de pH in de loop van het seizoen te sterk schommelde en ook te weinig verband met de vegetatie vertoonde om er veel waarde aan te hechten (zie ook Mikkelsen & Laursen, 1966). In onze eigen cijfers komt, per gebied, een redelijk verband met de pH tot uiting. Helaas ontbreken echter cijfers voor humusrijke en venige gronden.

In tabel 5 zijn de gegevens van enkele auteurs bijeengebracht. Het blijkt dat een aantal soorten unaniem als zuur- of als basifrequent wordt opgegeven, andere daarentegen wisselend worden beoordeeld. De verdeling over de socio-oecologische groepen valt hier maar ten dele mee samen, al worden de groepen 1 en 2 vooral door acidofrequente en de groepen 6 en hoger door basifrequente soorten vertegenwoordigd. In bijlage II.1 liggen, globaal gezien, de acidofrequente soorten links en de basifrequente rechts, maar toch is de indruk dat pH en base-beschikbaarheid niet strikt gekoppeld zijn.

Er werden daarom, en om verwarring met de eutrofië-indicatie te voorkomen, geen socio-oecologische groepen opgesteld op basis van verschillen in de pH. Wil men zich toch door de vegetatie laten inlichten over de pH van het milieu, dan kan men van de gegevens in tabel 5 gebruik maken. Daarbij geldt wel, dat het voorkomen van zuurfrequente soorten gewoonlijk zal wijzen op zure omstandigheden, hun afwezigheid betekent echter òf (1) dat de akker te schoon is, òf (2) dat de akker niet zuur is, òf (3) dat de akker wèl zuur is maar dat dit oecologisch gezien van weinig betekenis is (zoals bij humusrijke en venige gronden).

Tabel 5. Indeling van de akkeronkruiden in acidofrequente en basiefrequente soorten volgens verschillende auteurs.
 Table 5. Classification of arable weeds into acido-frequent and basi-frequent species according to various authors.

	Socio- oeco- logische groep ¹	Goede- waagen ² (1941)	Sonnema & Mooi ³ (1954)	Bannink & Zonneveld ⁴ (1964)	Pape I ⁵ (1954)	Pape II ⁶ (1954)	Mevius ⁷ (1931)	Mehl ⁸ (1936)	Steyer & Eberle ⁹ (1929)
Acidofrequente soorten / Acido-frequent species:									
<i>Arnoseris minima</i>	1	A	A					A	A
<i>Holcus mollis</i>	1			A					
<i>Anthoxanthum puelii</i>	1			A				A	
<i>Teesdalia nudicaulis</i>	1	A						A	A
<i>Spergularia rubra</i>	1, 20	A	A						
<i>Spergularia arvensis</i>	2	A	A	A			A	A	A
<i>Rumex acetosella</i>	2	A	A	A	A	A	A	A	A
<i>Echinochloa crus-galli</i>	2, 15	A	A						
<i>Scleranthus annuus</i>	2, 16	A	A	A	a	A	A	A	A
<i>Polygonum lapathifolium</i>	4	A	A	a					
<i>Agrostis stolonifera</i>	4	A	A	A					
<i>Holcus lanatus</i>	4	A							
<i>Rumex acetosa</i>	4	A							
<i>Veronica triphyllos</i>	7								A
<i>Avena fatua</i>	8			A					
<i>Plantago lanceolata</i>	9							A	
<i>Juncus bufonius</i>	18	A	A						
<i>Scutellaria galericulata</i>	18	A							
<i>Juncus effusus</i>	20	A							
<i>Sagina procumbens</i>	20								a
Acidofrequente of indifferente soorten / Acido-frequent or indifferente species									
<i>Apera spica-venti</i>	2		-	A	a/-	A			
<i>Setaria viridis</i>	2		-					A	
<i>Polygonum convolvulus</i>	4		-						A
<i>Polygonum persicaria</i>	4, 17, 18		-						a
<i>Polygonum hydropiper</i>	19	A		a					

Wisselend, gemiddeld als indifferent beoordeelde soorten / Varying, on average considered indifferent

<i>Centaurea cyanus</i>	3		a	-	b		
<i>Viola arvensis</i>	3	B	a	-	-	A	A
<i>Galeopsis tetrahit</i>	3	-	a	a	b		
<i>Aphanes arvensis</i>	-	-	-	-	-		-
<i>Agropyron repens</i>	4	B	-	-	A		
<i>Chenopodium album</i>	4	B	-	b	A		
<i>Matricaria chamomilla</i>	6, 9	-	-	-	-		
<i>Polygonum amphibium</i>	11, 20	-	-	-	-		
<i>Erigeron canadensis</i>	2, 16	-	-	-	-		
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	18	-	-	-	-		

Wisselend, overwegend als basifrequent beoordeelde soorten / Varying, mainly considered basi-frequent

<i>Polygonum aviculare</i>	4	B	a	b	-		
<i>Viola hirsuta</i>	5		B	b	a		
<i>Rhaphanus raphanistrum</i>	5		b	-	B		a/B
<i>Vicia sativa</i>	5	-	B	a	-		
ssp. <i>angustifolia</i>							
<i>Sonchus arvensis</i>	5, 18	B	A	A	B		B
<i>Matricaria inodora</i>	14	B	-	-	B		A
<i>Poa annua</i>	17, 4	B	a	-	-		B

Basifrevente of indifferente soorten / Basi-frequent or indifferent species

<i>Capsella bursa-pastoris</i>	4	B	B	B	B		B
<i>Stellaria media</i>	4, 6	B	B	-	b		b
<i>Antennaria arvensis</i>	5		-	-	-		B
<i>Myosotis arvensis</i>	6	B	-	B	-		B
<i>Equisetum arvense</i>	6, 17	B	-	-	-		B
<i>Mentha arvensis</i>	6, 18	B	-	-	-		B
<i>Galinsoga parviflora</i>	15	B	B	-	-		-

Basifrevente soorten / Basi-frequent species

<i>Solanum nigrum</i>	4	B					
<i>Taraxacum officinale</i>	4	B					
<i>Senecio vulgaris</i>	4, 15	B	B			B	B
<i>Veronica arvensis</i>	5	B	B	B			B
<i>Tussilago farfara</i>	5, 17				B		B

- A = matig tot sterk acidofrequent / moderately to strongly acido-frequent (pH-KCl < 5.0).
a = zwak tot matig acidofrequent / weakly to moderately acido-frequent (pH-KCl < 5.5).
- = indifferent en onduidelijk reagerend / indifferent and indistinctly reacting.
b = zwak tot matig basifrequent / weakly to moderately basi-frequent (pH-KCl 5.0-6.0).
B = matig tot sterk basifrequent / moderately to strongly basi-frequent (pH-KCl 5.2-7.5).
1. Socio-ecological group
 2. Groningen, Drenthe & Friesland
 3. Warnsveld
 4. Raalte; zie bijlage I.1 / see appendix I.1
 5. Borger; zie bijlage I.2 / see appendix I.2
 6. Venray; zie bijlage I.3 / see appendix I.3
 7. Denemarken, naar Nielsen / Denmark, according to Nielsen
 8. Beieren / Bavaria
 9. Lübeck, Duitsland / Germany.

2.7.4 De vochttoestand indicerende oecologische groepen

In het Lollebeekgebied (Midden-Limburg) werd bij een 250 grondwaterstandsboezen het verband tussen gemiddelde hoogste grondwaterstand, abundantie of frequentie, bedekking en bodemeenheid nagegaan na het natte voorjaar van 1962 en na het vrij droge voorjaar van 1964 (op dezelfde plaatsen). Voor die soorten waarbij enige samenhang bleek te bestaan is deze in grafieken (fig. 11-15) weergegeven. De groepen 16 tot en met 20 (zie bijlage IV) zijn voornamelijk aan de hand van deze grafieken opgesteld. Een nadere bespreking van de vochtindicatie volgt in 3.3.3.

2.8 Verantwoording van de opzet van de oecologische 'meetlat'

De opzet van deze publikatie is, de boven vermelde gegevens, te gebruiken voor de constructie van de 'meetlat' bedoeld in I.1. Voor landschapsoecologische karteringen, en ook voor een vlotte beoordeling van de aard van de standplaats voor direct praktisch gebruik, kan het gewenst zijn, bepaalde complexe grootheden, zoals een bodem (eenheid) of een landschapseenheid te 'ontleden'. Daarbij dient vooral aandacht te worden besteed aan de aanwijzingen die de vegetatie over vruchtbaarheid en vocht kan geven.

Hoewel beide met de textuur, één van de leidraden van het Duitse systeem (Tüxen, 1954; Meisel, 1960a), samenhangen, leek het veel belangrijker in de vegetatie een indirecte maat te zoeken voor deze eigenschappen dan voor de textuur zelf. Deze kan immers door ervaren bodemkarteerders met vrij grote nauwkeurigheid in het veld worden geschat, en bovendien in elke horizont van het bodemprofiel.

Er zal ook weinig behoefte bestaan aan een indeling die het gewas (zomer- of wintergraan, hakvrucht of halmvrucht) indiceert: ook dit kan in het terrein direct worden waargenomen. Evenmin leek het van veel belang, de aard en de ouderdom van oude cultuurlagen aan de vegetatie te kunnen herkennen. Een ingewikkeld systeem van vormen en 'Siedlungsstufen', zoals J. Tüxen (1958) ontwikkelde, leek niet erg nodig. Hiermee is niets gezegd tegen het belangwekkende onderzoek van deze auteur: de resultaten zijn een goed bewijs hoe men met behulp van indirecte (niet-chemische) methoden de samenhang tussen vegetatie en bodemrijkdom kan bestuderen.

Met de omschrijving van deze wensen liggen de leidraden voor de hier opgezette indeling vast. Daar de behoefte aan een maat voor de vruchtbaarheid het grootst is, werd deze leidraad voor de hoofdingeling genomen. Hierop berust de indeling in gezelschappen, in de bijlagen II en IV als 'vegetatietypen' (A-F) aangegeven.

Als volgend indelingscriterium is de vochttoestand gekozen. Dit leidt tot het onderscheiden van 'vochtvarianten'. De oecologische groepen van vochtindicatoren maken het mogelijk deze te definiëren.

De overige eigenschappen van de vegetatie kunnen naar behoefte ook tot varianten leiden, die optreden als gevolg van cultuurinvloeden, geografische ligging, enz. Daarbij verdient een multidimensionaal systeem de voorkeur, zodat aan alle varianten gelijke hiërarchische waarde toegekend wordt.

De begroeiing aangetroffen op een stuk van een akker kan slechts tot één vegetatietype (desnoods tot een overgang tussen twee vegetatietypen) worden gerekend, maar ze kan wel tegelijkertijd tot meer dan één variant behoren, mits het gaat om varianten die verschillende milieufactoren indiceren. Dit principe is ook gevolgd door Bannink, Leys & Zonneveld (1973).

Is men in de keuze van leidraden vrij en kan men zich op een speciaal doel richten, bij deze keuze van kenmerken is men gebonden aan de reeds onder 2.1 genoemde eis, dat het moet gaan om kenmerken van de vegetatie zelf. Binnen de akkerformatie is de soortencombinatie daarvoor het meest geschikt. Terwille van de overzichtelijkheid zijn daarbij de niet al te zeldzame soorten die men op akkers kan aantreffen ondergebracht in socio-oecologische groepen, zoals beschreven in 2.7.1–2.7.3. Wanneer een soort op de meeste milieufactoren op gelijke wijze reageert als een aantal andere soorten, maar op één factor anders, dan kan hij in twee groepen worden ondergebracht. Zo hebben de vochtminnende soorten gemeen dat ze op vocht reageren, maar sommige komen alleen op chemisch rijke gronden voor.¹

De gegevens betrekking hebbend op vruchtbaarheid en vocht uit eigen onderzoek en uit de literatuur over Nederland en omgeving (vooral Meisel, 1960a; Sissingh, 1950; Tüxen, 1958) zijn samengevat. Zo kwamen de socio-oecologische groepen tot stand die in bijlage IV zijn weergegeven. In bijlage III vindt men de gegevens per soort, onder toevoeging van de levensvorm volgens Sissingh, 1950.

Het was ondoenlijk, voor iedere soort een verantwoording van hun plaats te geven. In de meeste gevallen was die plaats vrij duidelijk, in andere meer arbitrair.

Eén van de oorzaken van het voorkomen van een soort in meer dan één groep is reeds genoemd. Een andere kan zijn dat een soort in zeer kleine aantallen, en met aangepaste vitaliteit, een vrij ruime amplitude heeft maar bij een grotere frequentie aan nauwere grenzen gebonden is. Voor enkele soorten is dit tot uitdrukking gebracht door ze wel bij twee groepen te noemen, maar ze van een aantekening te voorzien in de trant van 'optimaal' of 'frequentie < A'.

De vegetatietypen zijn gekarakteriseerd door een combinatie van soortengroepen waarvan, op grond van het onderzoek, met waarschijnlijkheid de relatie met de bodemvruchtbaarheid mocht worden aangenomen (zie bijlage II.2).

De vochtvarianten zijn bepaald door soortengroepen waarvan kon worden aangetoond dat ze in een bepaalde, voor iedere groep nader gepreciseerde mate samenhangen met de vochttoestand.

De meeste hier onderscheiden vegetatietypen en varianten zijn vergelijkbaar met door anderen reeds beschreven associaties, subassociaties, varianten, etc. Een belangrijk verschil is echter, dat in het onderhavige onderzoek de afhankelijkheid van milieufactoren duidelijker naar voren komt, zoals blijkt uit het volgende.

In de bestaande phytosociologische systemen kan men vegetaties determineren met behulp van kensoorten en differentiërende soorten. In de hier gevolgde classificatie

1. Zie voor zeldzame soorten pag. 34.

spelen ook alle andere soorten mee, ongeacht hun misschien totaal andere gedrag buiten de akkers, en niet alleen die welke kenmerkend zijn voor de *Secalinetalia* of *Chenopodietalia*. Dit kan vooral van groot belang zijn als de akkerflora door chemische onkruidbestrijding sterk verarmd is: ieder gegeven dient dan uitgebuit te worden. Houdt men zich daar niet aan, dan dreigt een classificatie te ontstaan die gebaseerd is op soorten die men tegenwoordig zelden of nooit meer aantreft.

De bestaande systemen worden beheerst door het onderscheid dat wordt gemaakt tussen halm- en hakvruchten, waarbij de bodemvruchtbaarheid in de tweede plaats komt, en dan pas de vochtvoorziening. Bij de hier gevolgde indeling ligt de factor halmvrucht/hakvrucht op variant-niveau (als ze al wordt gebruikt) bij het onderscheiden van gewas-varianten of eventueel levensvorm-varianten.

Sommigen (o.a. J. Tüxen, 1958, en R. Tüxen, 1961, in het verslag van het congres over Anthropogene Vegetaties, gepubliceerd in 1962) hebben scherpe kritiek uitgeoefend op het niet-onderscheiden van halm- en hakvruchten bij het bestuderen van correlaties met de bodemvruchtbaarheid. Ze vermoeden, dat er van beide cultuurtypen specifieke invloeden uitgaan die maken dat de onkruidsoorten verschillend op de vruchtbaarheid reageren. Vooruitlopend op 3.3.1 kan hier worden opgemerkt dat hoogstwaarschijnlijk de directe invloed van de boer op onkruid en bodem echter een belangrijker rol speelt dan het gewas zelf. Deze gedachte berust op de volgende overwegingen:

- a. Mechanische (en chemische) vernietiging van winterannuellen in de groeiperiode in het voorjaar hebben slechts het ontbreken van diverse soorten tot gevolg en niet een ander gedrag van de overige. Dat leidt niet tot verschillen in de vruchtbaarheidsindicatie van de onkruidvegetatie.
- b. De kiemingsmoeilijkheden van zomerannuellen onder een dicht graangewas heeft ook slechts een uitselecteren tot gevolg. Er zullen daardoor onder wintergranen bepaalde lichtminnende soorten ontbreken.
- c. Het niet kiemen van winterannuellen op natte gronden (waar geen *Secalinetalia*-vegetaties voorkomen, zelfs niet onder granen) heeft hetzelfde gevolg als bij a en b, namelijk het ontbreken van soorten.
- d. Onder zomergewassen is er in het groeiseizoen een extra beschikbaarheid van voedingsstoffen naast de bemesting door de grondbewerking laat in het voorjaar en door hakken tijdens de groeiperiode die leiden tot mineralisatie van organische stof. Bij wintergewassen vindt de laatste grondbewerking plaats in een periode waarin slechts winterannuellen kunnen kiemen, zodat alleen deze profijt trekken van de extra toevoer van minerale stoffen. Zodra de zomerannuellen verschijnen is vooral de extra toegediende stikstof reeds uitgespoeld of verbruikt; bij zomergewassen kunnen ook de zomerannuellen ervan profiteren.

Het enige onderscheid tussen zomer- en wintergewassen van belang voor de oecologische meetlat is dus gelegen in een verschil in vruchtbaarheid van de bodem onder invloed van cultuurmaatregelen. En het is nu juist dit verschil waarop de hier gevolgde classificatie van de vegetatie-eenheden berust en al op hoog niveau tot uiting komt. Het mag een nadeel schijnen, dat op dit niveau een eigenschap gekozen is die van jaar

tot jaar met de veldgewassen wisselt. Dit is echter maar schijn, want in de boerenpraktijk en voor de landschapsoecologie zal men steeds rekening houden met de vruchtwisseling en het gewas bij de beoordeling van de gegevens. Bij een kartering zal men ook het gewas opnemen en zo kan blijken, dat bijvoorbeeld in een bepaald gebied vele graanakkers tot een arme, vele bietenakkers tot een wat rijkere vegetatie-eenheid behoren, dat wil zeggen dat ze respectievelijk meer naar links en meer naar rechts liggen in de reeks A1 t/m F in bijlage II.1. In andere gevallen behoren zowel de graan- als de bietenakkers tot de rijkere vegetatie-eenheden. Dit alles is nu juist wat we wilden weten. Daarnaast geeft de bodemkartering de meer blijvende bodemeigenschappen en er kan, indien gewenst nog een vegetatiekartering volgen met een andere legenda. Deze kan echter weinig nieuws brengen in de vruchtbaarheids-indicatie, want zodra men gaat paralleliseren tussen *Chenopodietalia* en *Secalinetalia* staat men weer voor hetzelfde probleem dat nu juist met de 'meetlat' opgelost is.

Tenslotte leert de ervaring dat met een intensivering van de landbouw en met sterkere bemesting en onkruidbestrijding het verschil tussen hakvrucht- en graanvruchtvegetaties steeds kleiner wordt. Op de rijkere gronden bestaat het nauwelijks meer. Op de rijkste heeft het nooit bestaan (zie o.a. Sissingh, 1950; Mahn & Schubert, 1961, 1962). Vaak worden de gezelschappen dan zo fragmentarisch, dat alle soorten die de onderscheiding tussen *Chenopodietalia* en *Secalinetalia* mogelijk moeten maken ontbreken of zeer schaars zijn. Toch kan men zulke vegetaties vaak nog wel inpassen in het hier ontworpen systeem waar elke soort, ongeacht de synsystematische waarde in andere systemen, zijn eigen betekenis heeft. Zijn er ook daarvoor te weinig soorten, dan bestaat de mogelijkheid toch nog een, zij het brede amplitude aan te geven in de trofiegraad (zie b.v. vegetatietype A2 in bijlage II.1). Daarom is het fragmentarisch worden van akkervegetaties door toepassing van herbiciden een verder belangrijk argument om zomer- en wintergewassen over één kam te scheren. Verwacht wordt, dat op deze wijze de zo waardevolle indicaties gegeven door de akkeronkruid-vegetatie voor de naaste en waarschijnlijk ook voor de verre toekomst het odium van dreigende onbruikbaarheid hebben verloren: er zullen vermoedelijk altijd nog wel genoeg onkruiden overblijven.¹

Extreem ruderales varianten zijn als groep (soortengroep 15, bijlagen II.2 en IV) en als varianten bij de gezelschappen (R, bijlage II.1) onderscheiden. Gezien het ruderales karakter van de rijkere vegetatie-eenheden lijkt daar de onderscheiding van een ruderales variant overbodig; dat dit toch is gebeurd onderstreept het empirisch karakter van de hier gevolgde classificatie. De indruk is namelijk, dat op sommige akkers, ook als ze niet zeer rijk genoemd kunnen worden, toch door bepaalde oorzaken plaatselijk extreem ruderales soorten kunnen optreden. Mogelijk is tijdelijke of regelmatige aanvoer van extra stikstof, eventueel zonder dat de andere minerale bestanddelen (P, K,

1. Hier zij nog opgemerkt dat akkers ook te 'vuil' kunnen zijn voor optimale indicatie. Op 'schone' akkers is de indicatie van de vegetatie vaak scherper dan op zeer vuile waar uiteenlopende sociologische groepen profiteren van de kennelijke verlichting in de druk uitgeoefend door de boer.

enz.) in verhoogde mate vrij komen de oorzaak, zoals op akkers dicht bij dorpen. Het zou ook een rechtstreekse reactie op een bepaalde vorm aan dynamiek kunnen zijn in één of meer factoren, bijvoorbeeld in de stikstofaanvoer (zie ook 3.3.1). Het betreft inderdaad soorten die ook elders van extreem dynamische standplaatsen bekend zijn, als rivieroeveren en vloedmerken.

Het in één groep bijeenplaatsen van de ruderaal varianten die voornamelijk op verwaarloosde, vaak rommelige, maar toch enigermate verrijkte akkers voorkomen, moet als een voorlopige indeling gezien worden. De letterlijke betekenis van ruderaal, 'van een puinhoop', is hier zeer passend.

In principe bestaat de mogelijkheid het systeem verder uit te werken door een nadere 'ijking' ('Eichung', zie Tüxen, 1954) op afzonderlijke chemische elementen. De tijd zal leren of dit zinvol is.

De 'oecologische meetlat', zoveel mogelijk lineair gehouden, heeft vooral betekenis voor strikt landbouwkundig gebruik. Bij meer algemeen landschapsoecologisch onderzoek zal men vaak meer aan willen geven dan alleen een indicatie van trofiegraad en waterhuishouding. Zo is het al of niet voorkomen van zeldzame planten een landschapsoecologisch interessant gegeven. Dit laatste indiceert in het bijzonder de mate van algemene oecologische rust en onrust (zie ook 3.3.1). Het is daarom zinvol bij de kartering steeds aan te geven welke zeldzame soorten aanwezig zijn. Ten dele zijn deze soorten in de lijsten van de beschreven socio-oecologische groepen reeds vermeld. Ze zijn niet apart gerangschikt omdat de beoordeling van zeldzaamheid een arbitraire zaak is die bovendien met de tijd kan veranderen (bijl. III).

Sommige zeldzame soorten zijn niet opgenomen omdat ze niet voldoende voorkwamen in het door ons bewerkte materiaal om ze een plaats in de bestaande groepen toe te kennen.

Het gaat hierbij om o.a.: *Gagea villosa*, *Campanula rapunculoides*, *Amsinckia menziesii*, *Agrostemma githago*, *Datura stramonium*, *Delphinium consolida*, *Lathyrus aphaca*, *Lilium bulbiferum* en *Ornithogalum umbellatum*.

Vegetaties waarin zeldzame soorten voorkomen kunnen worden gerekend tot een aparte variant:

z = 'met zeldzame soorten'.

3 De weerspiegeling van het milieu in de vegetatie

3.1 Inleiding

Het verband tussen vegetatie en bodem (inclusief het vochtgehalte ervan) is bestudeerd aan de hand van correlaties (zie 2.7) tussen de milieufactoren en afzonderlijke plantesoorten en tussen milieufactoren en vegetatie-eenheden. Bij het laatste is dan nog onderscheid gemaakt naar de wijze waarop de milieufactoren zijn bepaald: door een min of meer directe meting (of analyse), of door vergelijking met een geïntegreerde factorencombinatie, namelijk de bodemeenheid.

Het verschil tussen deze drie methoden vloeit voort uit de mate van onderlinge afhankelijkheid van de milieufactoren in hun ontstaan, in hun werking, en in hun effect.

Een voorbeeld van zo'n afhankelijkheid geven vochtgehalte en rijkdom aan minerale bestanddelen, beide gecorreleerd met de grootte van het adsorbtiecomplex bepaald door het inwendig oppervlak van de bodem.

Een voorbeeld van de onderlinge afhankelijkheid bij hun werking vindt men in het ionen-antagonisme waarbij een hoge concentratie van bepaalde ionen in de bodem de beschikbaarheid van andere ionen vermindert. Zo zijn bepaalde kationen van sporenelementen in een kalkarm, zuur milieu oplosbaar, in kalkrijk basisch milieu niet.

Een voorbeeld van onderlinge afhankelijkheid bij het effect van milieufactoren geeft een zo erg tekort schieten van een bepaalde factor dat andere factoren niet effectief kunnen zijn (wet van het minimum van Mitcherlich). Een dergelijk geval is bij naaldbos vermeld door Bannink, Leysen Zonneveld (1973); een algemeen verschijnsel is het ionen-antagonisme in de plant. Een verder voorbeeld is het feit dat de invloed van de pH bij een laag humusgehalte heel anders is dan bij een hoog humusgehalte (zie 2.7.2).

Als men correlaties tussen vegetatie en milieu wil beschrijven voor de factoren afzonderlijk, dient men zijn materiaal zo te behandelen dat de resultaten rekening houden met dit 'afhankelijkheidscomplex'.

3.2 De invloed van het 'afhankelijkheidscomplex' op de correlaties

Voor de meting van de correlatie tussen twee grootheden binnen een complex van factoren is de eenvoudigste weg er één te variëren en dan te zien hoe de andere zich gedraagt, terwijl alle andere factoren die eventueel in het spel zouden kunnen zijn constant worden gehouden. In het afhankelijkheidscomplex is dat bijzonder moeilijk, want verandering van één factor roept veelal een verandering bij diverse andere factoren op, of verandert de werking daarvan. Deze vergaande afhankelijkheid maakt een

kwantitatieve polyfactoranalyse in oecologische problemen tot een dubieuze zaak; immers, aan de voorwaarde dat de factoren onderling onafhankelijk moeten zijn, wordt zelden voldaan.

Een deel van de variatie in het factorencomplex is echter uit te schakelen wanneer men dat deel kan onderkennen als een geïntegreerde (sub) totaliteit. Dit is b.v. het geval met het klimaat wanneer men zich beperkt tot een zeer klein gebied met gelijke topografie e.d. Ook een belangrijk deel van de variatie in de bodem kan geëlimineerd worden, b.v. als men zich beperkt tot een nauw omschreven bodemeenheid en één grondwaterdiepte. Wanneer binnen die bodemeenheid de fysische eigenschappen nauwelijks verschillen kan men aannemen, dat de variatie voornamelijk in de chemische bodemeigenschappen ligt, die men kan proberen te meten. Deze gedachtengang is gevolgd bij het onderzoek van graanakkers op enkeerdgronden naar de relatie tussen vegetatie en bodem in het materiaal uit de Rameler en Boeteler enk bij Raalte (zie 3.3.2 en 2.5.2).

Men kan ook genoeg nemen met een globale vergelijking door de correlatie te bepalen tussen de complexen vegetatie-eenheid enerzijds en bodemeenheid anderzijds: het samengestelde karakter van beide maakt dat eventuele detailinvloeden binnen het 'afhankelijkheidscomplex' al zijn genivelleerd. Toch is het goed het derde complex dat steeds in het spel is, het klimaat, bij zo'n statistische vergelijking constant te houden.

In 3.3.4 is deze wijze van vergelijken toegepast; ook is daar geschetst hoe op deze manier oecologische kennis omtrent vegetatie-eenheden kan worden overgebracht op bodemeenheden, en omgekeerd.

De oecologische amplitude van een enkele soort kan zowel wijder als nauwer zijn dan die van een vegetatie-eenheid. Ook voor één soort dient men rekening te houden met het afhankelijkheidscomplex. De relatie is dan wel ingewikkelder omdat er nog een afhankelijkheidsfactor bij is gekomen, namelijk de vegetatie zelf. Immers: een soort zal zich verschillend kunnen gedragen naarmate hij wordt beïnvloed door andere soorten in zijn omgeving. Bescherming, concurrentie, symbiose of parasitisme kunnen daarbij een rol spelen.

In theorie zou het mogelijk zijn, waar het over afzonderlijke soorten gaat, met behulp van potproeven e.d. experimenteel de relaties te kunnen vaststellen. Bij graslandplanten is op dit gebied veel werk verricht; zelfs eenvoudige concurrentieverhoudingen konden zo worden onderzocht. Zulke tijdrovende onderzoeken kunnen echter slechts voor een klein deel voorzien in de kennis nodig voor landschapsoecologisch-landbouwkundige onderzoeken. Bovendien zijn er misschien milieufactoren waarvan men nauwelijks het bestaan kent die in zulke experimenten worden uitgeschakeld. Men blijft dus aangewezen op gegevens die de situatie in het veld weergeven, evenals dit bij het onderzoek van de vegetatie als geheel het geval is.

In 2.7 is beschreven hoe de samenhang tussen plantesoorten aan de hand van milieuanalyses kan worden vastgesteld, door ze binnen nauw-begrensde bodem- of vegetatie-eenheden daarop te ijken ('Koinzidenzmethode' van Tüxen).

Het bleek bij toepassing van dit principe echter, dat daarbij de grenzen niet altijd even nauw genomen konden worden. Men dient dan ook van geval tot geval te bepalen, hoe nauw ze moeten zijn, wat in sterke mate afhangt van de aard van de milieu-

factor die men wil ijken. Is dit een 'hoofdfactor' die het onderscheid tussen sterk verschillende vegetatie-eenheden bepaalt (associaties, verbonden in het Frans-Zwitserse systeem), dan kan men de grenzen ruimer nemen; voor minder dominante milieufactoren dient men ze nauwer te leggen.

Bij het onderzoek aan aparte soorten speelt de invloed van de omgevende vegetatie een rol, vooral wanneer die dicht is en er sterke concurrentie optreedt. Op moderne akkers, waar de meeste soorten ver uiteen staan, is hun wederzijdse beïnvloeding ondergeschikt aan de fysische en chemische eigenschappen van het substraat. Hier kan de eis van nauwe vegetatiegrenzen belangrijk verzacht worden.

Gezien de aard van de factoren (water en globale bodemvruchtbaarheid) waarmee rekening is gehouden lijkt het hier gekozen compromis alleszins aanvaardbaar.

Het bovenstaande heeft niet alleen de mogelijkheid aangetoond tot het verkrijgen van inlichtingen over de relatie tussen de vegetatie als totaliteit (vegetatie-eenheid) en de min of meer geïntegreerde milieufactoren, maar ook de mogelijkheid tot het verkrijgen van informatie omtrent de standplaatseisen en toleranties van afzonderlijke soorten. Hoewel het laatste voor de praktijk niet zo belangrijk is, kan het helpen de vegetatie als geheel beter te begrijpen en dus ook de eisen van de vegetatie-eenheden die immers als indicatie-middel dienen beter te leren beoordelen. De milieu-eisen van de afzonderlijke soorten bepalen bovendien de samenstelling van de oecologische groepen, en als consequentie daarvan de vegetatie-eenheden.

3.3 Indicatie van milieufactoren met behulp van vegetatie-eenheden

3.3.1 *Het verschil tussen wintergraanakkers (Secalinetea) en hakvruchtakkers (Thero-Chenopodietea) mede in relatie tot milieudynamiek*

De aanhangers van de Frans-Zwitserse school (Braun-Blanquet c.s.) hebben reeds lang geleden gewezen op het zo grote verschil tussen de onkruidbegroeiing onder graan (halmvruchten) en hakvruchten dat men er op hoog synsystematisch niveau onderscheid tussen gemaakt heeft (voor een overzicht van de betreffende literatuur zie Sissingh, 1950 en Tüxen, 1950). Hiervoor is nu eens het orde-niveau gekozen, dan weer zelfs de klasse; op de meest recente conferentie hierover (zie Westhoff, 1961) heeft men het laatste gekozen. De graanvruchtgezelschappen vallen daarbij overwegend in de *Secalinetea*, de hakvruchtgezelschappen in de *Thero-Chenopodietea* (hier kortweg *Chenopodietea* genoemd).

Deze scheiding is niet zo strikt dat er onder graanvruchten uitsluitend *Secalinetea*-soorten zouden voorkomen: op zware, rijke gronden behoort de vegetatie ook onder graan tot de *Chenopodietea* (zie het *Veroniceto-Lamietum hybridi* van Sissingh, 1950). Onder zomergranen, vooral op natte plaatsen (zie het *Oxaleto-Chenopodietum polyspermi*) zijn de *Secalinetea*-soorten (overwegend winterannuellen) vaak afwezig of zwak vertegenwoordigd, wat begrijpelijk is omdat de echte winterannuellen zich op dergelijke plaatsen moeilijk kunnen handhaven door de grondbewerking in het voorjaar of door de 'koudheid' en natheid van de standplaats zich niet kunnen ontwikkelen.

In Nederland vormt het Kleefkruid (*Galium aparine*) de enige uitzondering op deze regel (zie de groepen 17 t/m 20 in bijlage IV en wat is vermeld in 2.5.4 over zomerannuëllen bij de bespreking van fig. 4).

Bij Zaragossa (in Spanje) kon echter worden vastgesteld dat geregeld bevoeide en daardoor beter bemeste graanakkers meer *Chenopodietea*-soorten bevatten dan niet-bevoeide, die meer *Secalinetea*-soorten telden (zie ook Braun-Blanquet & De Bolos, 1957; Bos, 1966), terwijl minder frequent geïrrigeerde akkers een tussenpositie innamen. Het bleek hier mogelijk, de mate van irrigatie af te lezen en te karteren met behulp van de onkruid-vegetatie.

Het lijkt er echter op, zoals in 2.8 reeds is vermeld dat niet alleen de puur mechanische invloed van de grondbewerking en de waterhuishouding het verschil tussen haken halmvruchten bepaalt. Dit verklaart immers alleen het ontbreken van *Secalinetea*-soorten en niet het voorkomen van *Chenopodietea*-soorten die onder echte wintergranen plegen te ontbreken.

Wat het laatste betreft krijgt men sterk de indruk, dat een relatief hoog gehalte aan minerale voedingsstoffen verantwoordelijk is voor hun aanwezigheid, daar de *Chenopodietea*-soorten bij uitstek in ruderaal (nitrofile) vegetaties thuis horen.

In dezelfde richting wijst het feit dat op rijke gronden, zoals jonge zeeklei, geen *Secalinetea*-gezelschappen maar alleen *Chenopodietea*-gezelschappen (*Veroniceto-Lamietum hybridi*) worden aangetroffen (zie o.a. Sissingh, 1950).

Het is verder bekend, dat hakvruchten, als bieten, meer mest vragen.

Ten slotte geldt, dat intensieve grondbewerking de mineralisatie van organische stof bevordert en zo de vruchtbaarheid beïnvloedt (zie 1.2 en 2.8). Geschiedt deze grondbewerking in het voorjaar, dan komt deze mineralisatie onmiddellijk ten goede aan de vegetatie, die daardoor een iets meer ruderaal karakter krijgt. Bij grondbewerking in de zomer stimuleren de hogere temperaturen de mineralisatie. De halmvruchten en hun gezelschappen hebben dan het veld reeds geruimd, terwijl de hakvruchten dan juist een optimale ontwikkeling doormaken en bovendien nog gehakt worden: men kan dan ook waarnemen dat sterke bemesting de *Chenopodietea*-soorten bevoordeelt.

Het is dus waarschijnlijk, dat, zoals reeds in 2.8 is gesteld, het veel vermelde verschil tussen *Secalinetea*- en *Chenopodietea*-vegetaties niet in de eerste plaats gezocht moet worden in een onbekende invloed van granen en hakvruchten op de soorten, zoals J. Tüxen (1958) veronderstelt, maar voornamelijk in de late grondbewerking. Sterke steun vindt deze opvatting in de gegevens over de invloed van eeuwenlange bemesting (oude tuinen, oude bouwlanden, oude woonplaatsen, e.d.) op de vegetatie, die Tüxen in zijn studie vermeldt. Deze invloed zou het best merkbaar zijn onder hakvruchten. Wanneer op hetzelfde perceel wintergraan staat kon hij geen of een veel minder duidelijke reactie aantonen. De chemische vruchtbaarheid van deze humeuze oude bouwlanden hangt vermoedelijk samen met humusmineralisatie, wat pleit voor onze veronderstellingen.

J. Tüxen vermeldt voorts een aantal soorten die blijken zijn semi-statistisch onderzoek (tabellenmethode; zie 2.3) gecorreleerd zijn met langdurige (eeuwenlange) plaggenbemesting en andere bemesting. Vele van deze soorten komen alleen voor in associaties die door alle auteurs die daarover hebben gepubliceerd in verband zijn gebracht

met voedselrijkere gronden, zowel onder hakvruchten als onder graangewassen (zie ook 2.7).

Nu kan men zowel binnen de *Secalinetea* als binnen de *Chenopodietea* een reeks gezelschappen opstellen die vermoedelijk een eutrofiëgradient voorstelt (zie 3.3.2). Door op dezelfde akker in opeenvolgende jaren de vegetatie te onderzoeken kan men beide reeksen parallelliseren. Dit is gebeurd bij de onderzoeken in Noord-Limburg. Meisel (1960a) geeft uitvoerige gegevens uit het gebied van de Niederrhein. Verder waren gegevens beschikbaar van Sissingh (1950); zie ook Sissingh & Tideman, 1960.

Het blijkt, dat er drie groepen van soorten zijn te onderscheiden:

- (1) Soorten die uitsluitend in één van beide klassen voorkomen. Deze zijn zeldzaam; het zijn de echte selectieve kensoorten van elk van de twee klassen.
- (2) Soorten die in beide klassen voorkomen en ongeveer dezelfde gradiënt vertonen. Wanneer deze soorten ontbreken in een *Chenopodietea*-gezelschap ontbreken ze ook nagenoeg in het corresponderende *Secalinetea*-gezelschap, en omgekeerd. Wel kunnen ze gemiddeld in de ene klasse veelvuldiger zijn dan in de andere en daardoor zelfs als kensoorten voor de een of de andere zijn gebruikt. Ze geven door hun voorkomen echter, ongeacht het gewas resp. de klasse, dezelfde plaats in de gradiënt aan. Deze groep is het meest algemeen.

Zo kan men bijvoorbeeld het *Papaveretum argemone* van Sissingh (1950) ongeveer parallelliseren met het *Chrysanthemo-Sperguletum*. Het eerste is een *Secalinetea*-, het tweede een *Chenopodietea*-gezelschap. De Kleine papaver (*Papaver dubium*) komt in beide gezelschappen voor. In het eerste, waarvoor de soort als kensoort geldt, zijn abundantie en presentie hoger dan in het laatste, in de gezelschappen op armere gronden (resp. *Arnosereeto-Scleranthetum* en *Echinochloeto-Setarietum*) ontbreekt deze soort. In de natte variant van het *Papaveretum argemone* komt de soort wel voor, in die van het *Chrysanthemo-Sperguletum* niet. De combinatie hakvrucht + vocht wordt deze winterannuel toch te machtig.

- (3) Soorten die een duidelijk verschillende amplitude in de bovengenoemde reeksen vertonen. Meestal blijkt, dat ze in de *Chenopodietea* veel verder naar de 'arme' kant schuiven dan in de *Secalinetea*.

Als voorbeeld kan de Melkdistel (*Sonchus oleraceus*) dienen. Deze kensoort van de *Chenopodietea* komt binnen die klasse met een brede amplitude voor. Wel ligt het zwaartepunt op de rijkste gronden en ontbreekt ze nagenoeg in het allerarmste gezelschap (*Echinochloeto-Setarietum*), maar binnen de *Secalinetea* treft men de soort uitsluitend aan in de meest eutrofe gezelschappen. Bij de karteringen werd de soort gebruikt om de rijkere eenheden binnen de graanakkers te karakteriseren.

Andere soorten die duidelijk een soortgelijk gedrag vertonen zijn: Kroontjeskruid (*Euphorbia helioscopia*), Paarse dovenetel (*Lamium purpureum*), Ruwe melkdistel (*Sonchus asper*), Viltige duizendknoop (*Polygonum lapathifolium*), Akkerandoorn (*Stachys arvensis*), Akkerereprijs (*Veronica agrestis*), Duivekervel (*Fumaria officinalis*) en Uitstaande melde (*Atriplex patula*).

Opvallend is, dat de meeste van de bovenstaande soorten door J. Tüxen (1958) als differentiërend voor een of meer vegetatievormen gelden die aan oude cultuurgronden gebonden zijn. Juist die soorten dus, die op hakvruchtakkers 'lager in het armoede-traject afdalen' dan op wintergraanakkers, blijken op de hogere minerale vruchtbaarheid van oude cultuurgronden te reageren. De conclusie moet dus zijn, dat het verschil in voorkomen op hakvrucht- en wintergraanakkers waarschijnlijk op eutrofië-verschillen berust.

Het optreden van de soorten van de eerste groep houdt verband met de aard van de cultuur. Deze is ook op andere wijze gemakkelijk te constateren tijdens een kartering.

De planten uit de tweede groep zijn als differentiërende soorten bruikbaar en van gelijke waarde onder alle gewassen.

Het zijn vooral de soorten van de derde groep die het paralleliseren van hak- en graanvruchtakkers bemoeilijken. Hun optreden wordt hoogstwaarschijnlijk niet direct door het gewas maar indirect via de bodemvruchtbaarheid bepaald; dit is van invloed geweest op de vorm waarin de voorgestelde indeling is gegoten (zie 2.8).

In de recente oecologische literatuur wordt meer en meer gewezen op de beweeglijkheid van de milieufactoren, hun dynamiek, als een zelfstandige factor met een eigen invloed (zie vooral Van Leeuwen, met name in 'Wilde Planten', deel 1). Vele soorten zouden gebonden zijn aan een specifiek niveau van dynamiek: sommige prefereren rust (o.a. veel nu zeldzame planten), andere juist onrust (echte onkruiden). Het blijkt, dat er planten zijn die minder reageren op een bepaalde milieufactor, zoals mate van beschikbaarheid van een bepaald mineraal bestanddeel, dan wel op een dynamisch milieu, ongeacht of het nu vocht of voedsel is dat aan sterke fluctuaties onderhevig is.

Uit het onderhavige onderzoek blijkt dat er soorten zijn die duidelijk op vocht, andere die duidelijk op trofie reageren. Het onderzoek was er op gericht, juist de laatste verbanden op te sporen, te beschrijven en bruikbaar te maken voor de praktijk.

Dit betekent niet, dat de factor dynamiek kan worden verwaarloosd. Akkers zijn, vergeleken met de meeste meer natuurlijke oecosystemen in ons land, zeer dynamische milieus. Grondbewerking en oogsten zijn jaarlijks terugkerende zeer intensieve ingrepen. Ook anorganische bemesting vormt een bron van grote dynamiek daar de toegevoegde hoeveelheden ver uitgaan boven die, beschikbaar in de meeste natuurlijke milieus.

In het voorgaande is getracht aannemelijk te maken, dat grondbewerking leidt tot een vergroting van de hoeveelheid beschikbare mineralen. Boven is getracht de directe mechanische en de chemische component van de door hakken en andere grondbewerking toegevoegde dynamiek te ontleden. De chemische kant hiervan dient vooralsnog als de belangrijkste te worden beschouwd.

Ook de chemische onkruidbestrijding is als een, uiterst intensieve, dynamische ingreep te beschouwen. De invloed ervan is echter negatief, evenals die van het mechanisch vernietigen van onkruiden, in die zin dat er slechts planten door verdwijnen, terwijl de groei van wat overblijft (vooral van sommige grassen) in normale akkers er niet door wordt bevorderd, hoewel bovendien de concurrentie tussen soorten in een 'schone' akker voor een groot deel weg valt.¹ Nader onderzoek naar de directe reactie van soorten, vooral uit de 'derde groep', op mechanische en chemische verstoringen zou gewenst zijn. (Zie ook wat in 2.8 over ruderaal planten is opgemerkt).

Een interessante vraag blijft ook, in hoeverre de gewassen zelf op algemene dyna-

1. Dat zulke soorten toch vaak toenemen na het in zwang komen van chemische onkruidverdelgingsmiddelen is het gevolg van het achterwege laten van klassieke bestrijdingsmiddelen.

miek reageren, of op dynamiek in het optreden van een bepaald mineraal bestanddeel of vocht, of alleen op absolute hoeveelheden van beschikbare voedingsstoffen en vocht.

Gezien het verschil in cultuurmethode tussen hakvrucht en andere zomergewassen enerzijds en wintergranen anderzijds, is het duidelijk, dat de onkruidgezelschappen behorend bij de eerste aan een veel dynamischer milieu zijn gebonden dan de laatste. Karakteristieke hakvrucht-planten zullen dus over het algemeen een meer dynamisch milieu verlangen dan de klassieke *Secalinetea*-soorten. De geleidelijke verschuiving (landelijk gezien) van de akkervegetatie van een meer *Secalinetea*-karakter naar een meer *Chenopodietaea*-karakter is in overeenstemming met de toenemende dynamiek in de moderne landbouw (intensiever bemesting, chemische onkruidbestrijding, grofschaliger behandeling in tijd en ruimte).

3.3.2 De weerspiegeling van de chemische vruchtbaarheid in de vegetatie

In het voorgaande zijn de chemische bodemvruchtbaarheid, de oecologische groepen en de achtergronden van het correlatie-onderzoek besproken, zodat hier kan worden volstaan met een beschouwing van de resultaten. Daartoe zijn in de figuren 7, 8 en 9 en in bijlage I de uitkomsten van de chemische analyses in verband gebracht met de vegetatie. Die vegetatie is daarbij vertegenwoordigd door de afzonderlijke soorten, waarbij per soort de frequentieverdeling van de in klassen ingedeelde analysecijfers aangegeven zijn. De bedekking van de soorten is niet in rekening gebracht, slechts het al of niet voorkomen.

In de figuren 7 en 8 zijn voor enkeerdgronden uit de Rameler- en Boetelerenk de vegetatie-eenheden uitgezet tegen de analyse-gegevens en in figuur 9 tegen de daaruit berekende grootheid $5/3 \times K_2O\text{-getal} + P\text{-AL}$, een maat voor de bodemvruchtbaarheid die berust op de samenhang van K_2O -gehalte en P-AL-cijfer met andere grootheden (pH-KCl, humusgehalte). Uit de routine-bemestingsadviezen na 1955 verstrekt door het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek werd het in tabel 6 gegeven overzicht opgesteld voor oude bouwland-zandgronden met een humusgehalte van ongeveer 5 tot 7%. De vegetatie blijkt redelijk te correleren met deze maatstaf, althans beter dan met het K-getal of het P-AL-cijfer ieder afzonderlijk.

Uit de figuren blijkt een verloop in de eisen die de vegetatie-eenheden (en de socio-oecologische groepen waaruit ze zijn samengesteld) aan de standplaats stellen: van links naar rechts wordt de standplaats duidelijk minder zuur en er treedt een toename op van de belangrijkste voedingselementen kali, fosfaat en magnesium. Het is de combinatie van deze factoren waaraan men de vruchtbaarheid chemisch pleegt af te meten, al verschilt uiteraard de invloed die elk van deze factoren apart uitoefent en is bovendien de bij zulke onderzoeken niet meetbare stikstof buiten beschouwing gelaten.

De plantesoorten reageren op verschillende wijze (zie echter 2.7.1). Zo komen op de enkeerdgronden rond Raalte (bijl. I. 1) sommige soorten bij voorkeur voor bij een lage pH en lage K-, P- en Mg-cijfers. Hiertoe behoort de sociologische groep 1 en een gedeelte van groep 2, waarin zich b.v. bevinden Zachte witbol (*Holcus mollis*), Schapezuring (*Rumex acetosella*) en Eenjarige hardbloem (*Scleranthus*

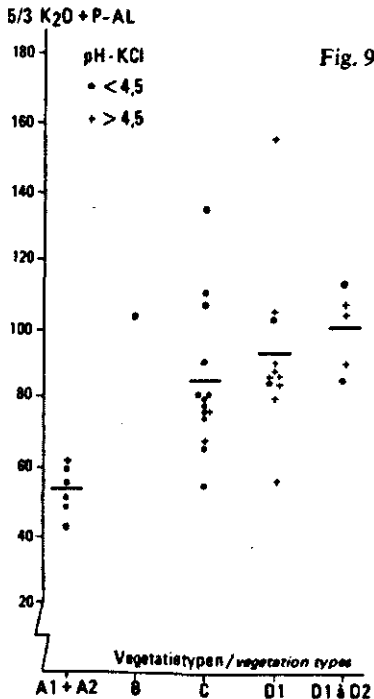
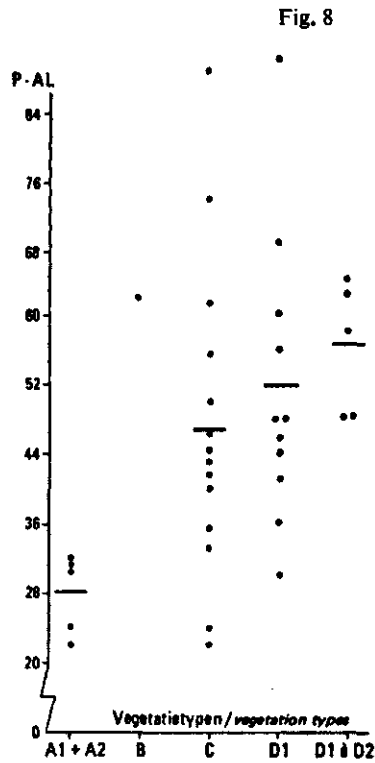
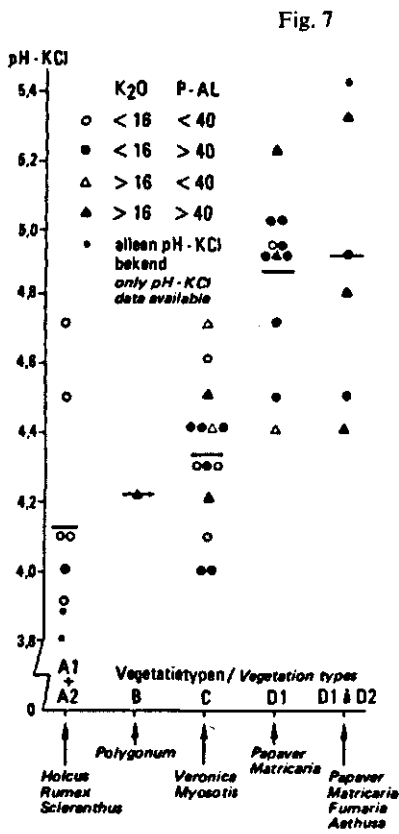


Fig. 7. Verband tussen vegetatietypen enerzijds en pH-KCl, K₂O-gehalte en P-AL-cijfer anderzijds op de Rameler en Boeteler Enk bij Raalte. (— = gemiddelde).

Fig. 7. Relation between vegetation types on the one hand, and pH-KCl, K₂O content and P-AL value on the other (Rameler and Boeteler Enk near Raalte). (— = average).

Fig. 8. Verband tussen vegetatietypen en P-AL op de Rameler en Boeteler Enk bij Raalte (— = gemiddelde).

Fig. 8. Relation between vegetation types and P-AL on the Rameler and Boeteler Enk near Raalte. (— = average).

Fig. 9. Verband tussen vegetatietypen enerzijds en 5/3 K₂O-gehalte + P-AL-cijfer en pH-KCl anderzijds op de Rameler en Boeteler Enk bij Raalte (— = gemiddelde).

Fig. 9. Relation between vegetation types on the one hand and 5/3 K₂O content + P-AL value and pH-KCl on the other (Rameler and Boeteler Enk near Raalte). — = average.

Tabel 6. Beoordeling van kali-getal en P-AL-cijfer bij bemestingsadviezen voor humeuze oude bouwlandgronden

Aanduiding* Notation*	Kali-getal K-figure	P-AL-cijfer P-AL-figure
(zeer) laag/(very) low	ca. 12-17	ca. < 20
matig / moderate	ca. 17-22	ca. 20-30
voldoende / sufficient	ca. 22-28	ca. 30-40
ruim / rather high	ca. 28-39	ca. 40-60
hoog / high	ca. 39-54	ca. 60-80

Table 6. Assessment of K-figure and P-AL-figure for fertilization-advice for humic plaggen soils.

* De termen hoog, laag, enz. voor het kali-getal zijn in hoge mate afhankelijk van het humusgehalte en de pH-KCl. Bij een humusgehalte van 25% en een pH-KCl van 5,0 wordt een kali-getal van 15 ruim genoemd, bij een gehalte van 2% bij dezelfde pH wordt het als laag beschouwd.

* The terms high, low, etc. for the K-figure are to a large extent dependant on the humus content and the pH-KCl. For a humus content of 25% and a pH-KCl of 5.0, a K-figure of 15 is considered on the high side, for a content of 2% at the same pH, it is considered low.

annuus). Bij Fioringras (*Agrostis stolonifera*), Spurrie (*Spergula arvensis*) en Slofhak (*Anthoxanthum puelii*) is dit in wat mindere mate het geval (zie bijlage I.1).

Andere soorten vertonen een duidelijk tegen gesteld gedrag: Klaproos (*Papaver rhoeas*), Kleine brandnetel (*Urtica urens*), Hoenderbeet (*Lamium amplexicaule*) en Paarse dovenetel (*Lamium purpureum*).

Ook in de grote middengroep treedt een zekere voorliefde op voor kali, fosfaat, een 'goede' pH en, in mindere mate, voor magnesium, wat vaak samengaat. Een uitzondering hierop vormen de betrekkelijk neutrale soorten Straatgras (*Poa annua*) en Varkensgras (*Polygonum aviculare*) die een opvallende affiniteit tot kali tonen. Interessant is, dat de sociologisch verwante soort Engels raaigras (*Lolium perenne*) in grasland ook een duidelijke 'kaliminnaar' is (Kruijne & De Vries, 1956; De Vries, 1962).

Een eveneens vrij neutrale soort, Herderstasje (*Capsella bursa-pastoris*) toont volgens de analysegegevens juist een sterke band met lage kalicijfers.

Bij de vrij ver naar rechts in de vruchtbaarheidsreeks geplaatste soorten zoals *Myosotis* en *Aphanus* vallen de zeer lage Mg-cijfers op.

De boven vermelde detailverschillen op enkeerdgronden komen op de uiteenlopende bodemeenheden in Noord-Limburg en Drenthe (bijl. I.2 en I.3) minder duidelijk of in het geheel niet tot uiting.

De pH-gegevens van Sonnema & Mooi (1954), verkregen uit kalktrappen-proefvelden op zeer nauw aan de enkeerdgronden verwante gronden, komen in hoofdzaak overeen met de boven vermelde gegevens. Alleen waren Akkerviooltje (*Viola arvensis*) en Windhalm (*Apera spica-venti*) volgens onze gegevens minder basifrequent, hetgeen meer in overeenstemming is met de algemene ervaring. Voor de betekenis van de uiterst complexe factor pH zij verwezen naar 2.7.3.

Bovenvermelde conclusies gelden onder veel voorbehoud. Afgezien nog van het min of meer eenzijdige materiaal en de simpele verwerking ervan kunnen plaatselijk

zo recente verschillen in bemesting voorkomen dat ze nog geen wezenlijke invloed op de vegetatie hebben uitgeoefend, ook al komen ze wel in de bodemanalyse-cijfers tot uiting. Om dergelijke details te kunnen bestuderen zou men over meer gegevens moeten beschikken. Het onderzoek zou dan op de in 3.2 geschetste wijze, binnen zeer nauwe grenzen van vegetatie en bodem, moeten geschieden. De reactie op kali, fosfaat, pH, enz. zou men bijvoorbeeld binnen iedere van de hier onderscheiden vegetatie-eenheden en telkens binnen één bodemeenheid moeten ijken.

Het is duidelijk, dat voor zo'n onderzoek zeer veel materiaal, zeer veel tijd, en dus ook zeer veel geld nodig is. Bovendien is de tijd thans daarvoor niet geschikt: eerst dient de onstabiele oecologische toestand die is ontstaan door de revolutie in de chemische onkruidbestrijding te zijn afgeëbd. Tot die tijd kunnen de hier en elders gepubliceerde lokale gegevens over de afzonderlijke elementen toch nog wel van waarde zijn, mits men zich rekenschap geeft van de beperkingen.

Belangrijk blijft, dat aan de hand van chemische gegevens is vastgesteld, dat de bodemvruchtbaarheid zich in het algemeen weerspiegelt in de vegetatie. Dit stelt de boer in staat op objectieve en goedkope wijze een indruk te krijgen van de algemene vruchtbaarheid van zijn grond. Het bleek, dat hij veel meer gegevens niet nodig acht, en bovendien kan hij snel nagaan of de voedingstoestand binnen zijn akker gelijkmatig verspreid is.

Deze indicatie door de vegetatie stelt de bodemkundige, landbouwkundige en landschapsoecoloog in staat om snel de homogeniteit in chemisch opzicht van een perceel te onderkennen, en ook om de variatie daarin en de gemiddelden van verschillende gronden met elkaar te vergelijken (zie 3.3.4). Meer is vaak niet nodig; minder betekent dikwijls een ernstige leemte in kennis.

3.3.3 De weerspiegeling van de factor vocht in de vegetatie

Voor de bepaling van het vochtgehalte van grond bestaan allerlei methoden. Wil men er echter rekening mee houden, dat de hoeveelheid water in de bodem sterk met de tijd varieert, dan zijn periodieke herhalingen nodig, wat op grote bezwaren stuit.

Een tweede belangrijk gegeven is het waterbindend vermogen van de grond; ze is afhankelijk van de micro- en macrostructuur. Dit vermogen is op betrekkelijk eenvoudige wijze te bepalen, door meting van de pF, het onderzoek aan slijpplaatjes, e.d. De methoden zijn echter alle tijdrovend en dus kostbaar, waardoor ze minder geschikt zijn voor het verzamelen van de vele gegevens nodig voor statistische verwerking.

Een veel gebruikt kenmerk is de grondwaterstand, al is deze op zichzelf maar van betrekkelijke betekenis daar ze alleen de zone die totaal gevuld is met water aangeeft. De volcapillaire zone erboven en de vochtgehalten in hoger gelegen grondlagen zijn er maar gedeeltelijk mee gecorreleerd.

In de zone die gedurende het grootste deel van het groeiseizoen geheel met water gevuld is kunnen alleen planten wortelen die lucht naar de wortels kunnen transporteren (telmatofyten; zie ook 1.3). De meeste akkerplanten kunnen dat niet.

Dichter naar de oppervlakte neemt de hoeveelheid lucht in de bodem toe. Eenvou-

digheidshalve stelt men het vaak voor alsof er een geleidelijke toename in waterspanning optreedt naarmate men verder boven het freatisch niveau komt (waar de spanning één atmosfeer is), maar in werkelijkheid hangt veel af van de structuur van de diverse lagen. Bovendien spelen natuurlijk wisselingen in regenval en verdamping een belangrijke rol.

Bij gronden met een diepe grondwaterstand kan de waterspanning (pF) in de hogere lagen zo hoog worden dat de plantewortel niet in staat is, voldoende zuigspanning te leveren om water op te nemen. De absolute grens ligt bij het verwelkingspunt; nadert men dit dan is de grond te droog. Niet de totale (b.v. in een droogstoof te meten) hoeveelheid water in de grond is dus bepalend voor de droogte, maar de waterspanning en de variatie daarvan gedurende het seizoen. Het zijn juist deze aspecten van de vocht-huishouding die men wenst te karteren en waarvoor de vegetatie een indicatiemiddel zou kunnen zijn.

Het verrichten van onderzoeken in dit complex van factoren bij elke vegetatie-opname is om praktische redenen onuitvoerbaar, gezien het grote aantal opnamen nodig voor statistische vergelijkingen, zoals ook blijkt uit de vele onderzoeken die op dit gebied in de literatuur zijn beschreven (Müller, 1956) en uit ongepubliceerde gegevens van de Stichting voor Bodemkartering, die steeds betrekking hebben op een zeer beperkt aantal proefplekken.

Er is dus een andere weg bewandeld, dezelfde als die van Tüxen (1954) door vegetatie-opnamen te maken bij (in ons geval ongeveer 250) reeds jarenlang geobserveerde waterstandsbuizen in het onder 2.7.4 genoemde Lollebeekgebied. Uit de gegevens daarvan (zie als voorbeeld figuur 10) werd in samenwerking met de afdeling Hydrologie van de Stichting voor Bodemkartering als karakteristieke grootheid genomen de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG): het gemiddelde van de drie hoogste veertiendaagse standen in een jaar, en dat gemiddeld over een aantal jaren. Op dezelfde plaatsen werd zowel na het natte voorjaar van 1962 als na het droge voorjaar van 1964 in juni of juli een opname gemaakt. Dit ter voorkoming van de tegenwerping dat alleen de grondwatergegevens van het jaar van opname van belang zijn voor de vegetatie.

Een nadeel van het uitsluitend gebruiken van de grondwaterstanden is dat de vocht-huishouding boven het grondwater niet direct in het onderzoek wordt betrokken. Op zwak lemige humeuze zandgronden die geen groot waterbindend vermogen hebben (waaronder die in het Lollebeek-gebied) is echter de diepte van het grondwater van groot belang voor de vochtvoorziening in de wortelzone. Coïncidentie tussen grondwaterstand en een bepaalde vegetatie betekent hier duidelijk vochtindicatie. Vindt men op een grond met diep grondwater dezelfde vegetatie als op een grond met een hoge grondwaterstand, dan kan de conclusie luiden dat eerstgenoemde grond een sterk vochtbindend vermogen heeft.

De resultaten werden als volgt verwerkt (zie ook fig. 11-15).

Eerst werd nagegaan of er soorten waren waarvan het optreden duidelijk met ondiepe of juist zeer diepe GHG verband hielden. Voor ieder van deze, en voorts voor alle in het materiaal voorkomende soorten die in de literatuur of uit eigen ervaring als

Fig. 10 Tijdstijghoogtelijnen en gemiddelde grondwaterstandscurve van een stambuis in een sterk lemige, fijnzandige humuspodzolgrond.

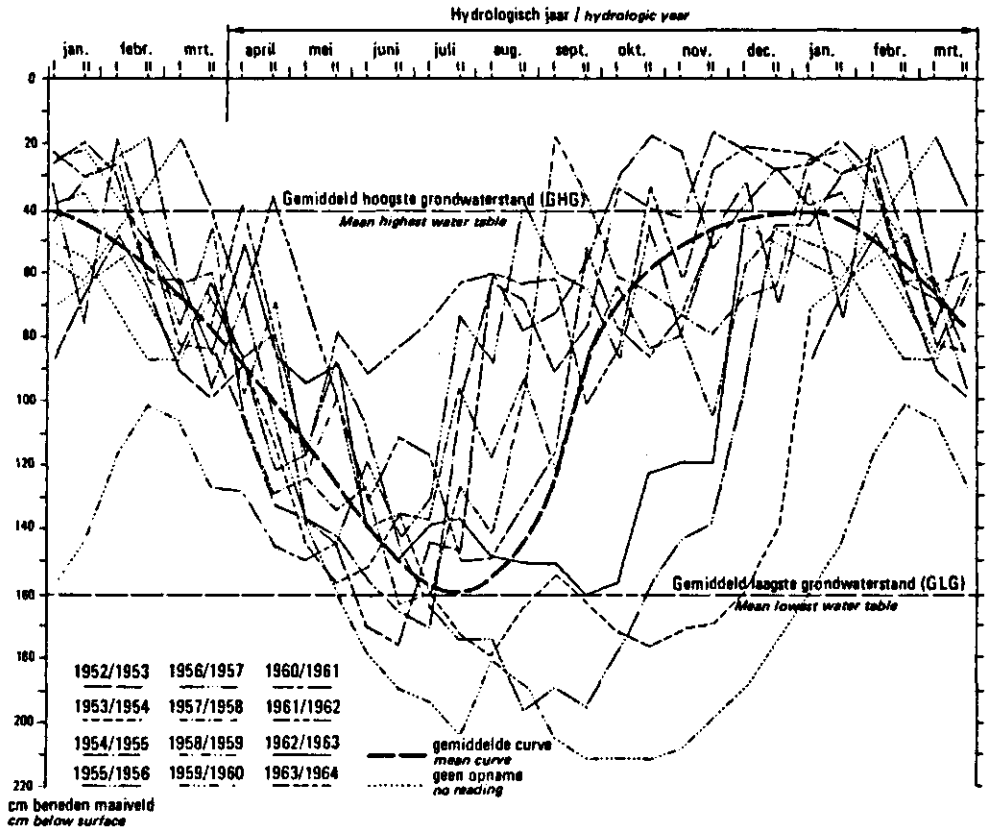


Fig. 10. Time curves of the changes in the water table and mean curve of the water table in a key tube. The tube has been placed in a very loamy, fine sandy, Humus podzol soil.

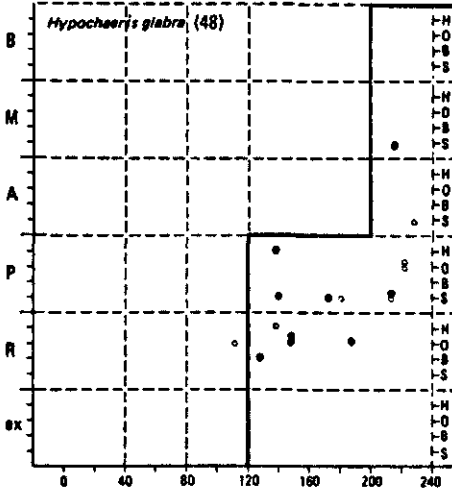
vocht- en droogte-indicator bekend stonden, werd een aparte grafiek gemaakt waarin de mate van voorkomen (abundantie/bedekking) tegen de GHG werd uitgezet.

Zoals reeds vermeld, bestaat een redelijk verband tussen de GHG en de mate van voorkomen van een aantal soorten die, op grond van die correlatie, in de socio-ecologische groepen 16 en 20 zijn opgenomen. Deze sociologische groepen zijn daarmee als oecologische (vochtindicatie) groepen geëvalueerd. Het bleek ook dat het in de verschillende bodemvruchtbaarheidsklassen in hoofdzaak om dezelfde soorten ging. De mate van voorkomen is vooral gebruikt voor het onderscheiden van de verschillende vochtvarianten. Theoretisch is het mogelijk, dat deze indeling sterk beïnvloed is

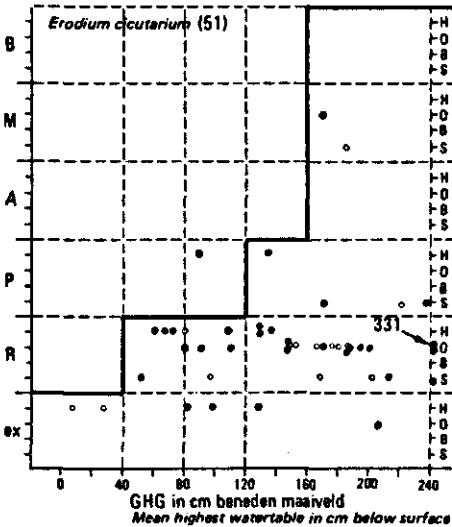
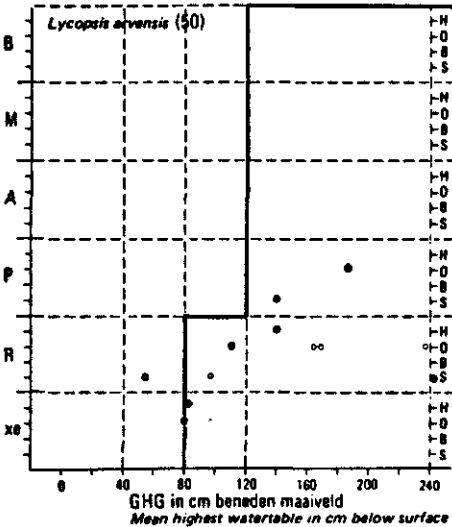
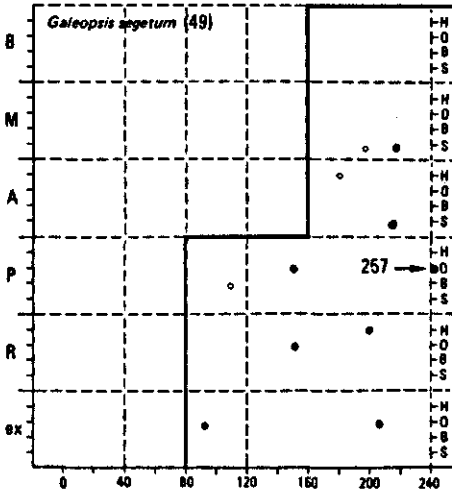
Fig. 11-14. Verband tussen abundantie/bedekking en gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) voor enkele vocht- en droogte-indicatoren in 1962 (○) en 1964 (●). Horst-Venray

Fig. 11-14. Relation between abundance/cover and mean highest water table for some species indicating wet and dry soils in 1962 (○) and in 1964 (●). Horst-Venray

Abundantie/bedekking
Abundance / cover



Abundantie/bedekking
Abundance / cover



Grens van voorkomen van de soorten op:
Limit of occurrence of the species on:

B - M - A - P - R - ex: zie tabel 1/see table 1

————— H = Humuspodzolgronden (goorerdgronden en veldpodzolgronden)
Humus podzol soils ('Goor' earth soils and 'Veld' podzol soils)

----- O = Oude bouwlandgronden (ankeerdgronden)
Old arable land, plaggens soils ('Enk' earth soils)

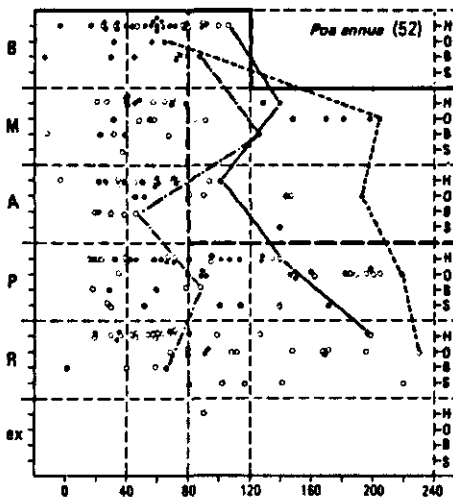
----- B = Beekdalzandgronden (beekerdgronden)
Brook-valley sand soils ('Beek' earth soils)

S = Stuiwzandgronden (duin- en vlakvaaggronden)
Inland dune soils ('Dune' and 'Vlak' vague soils)

Zie voor verklaring van de getallen tussen de haakjes de tabel bij figuur 4
See the table of Fig. 4 for explanation of the figures in parentheses

Fig. 11.

Abundantie/bedekking
Abundance / cover



Abundantie/bedekking
Abundance / cover

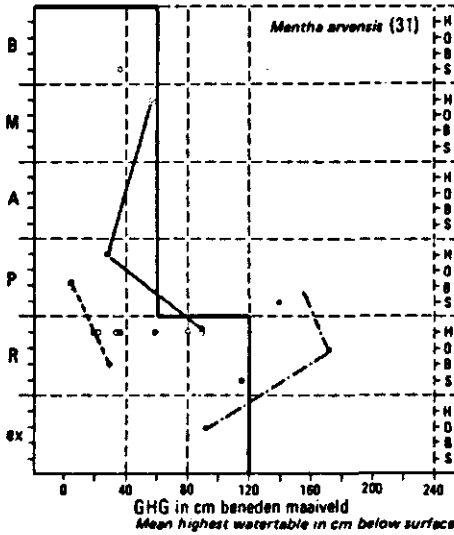
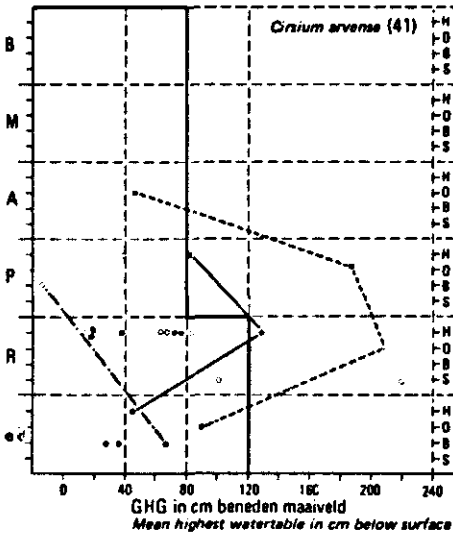
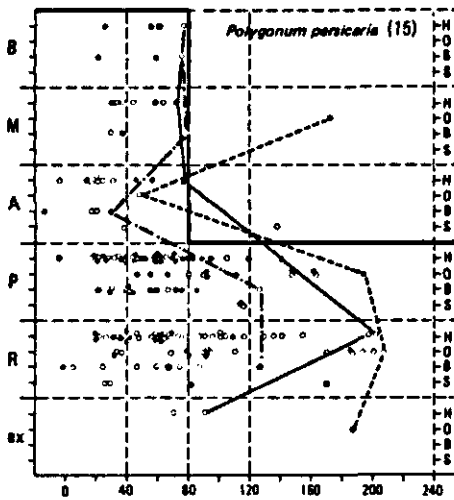
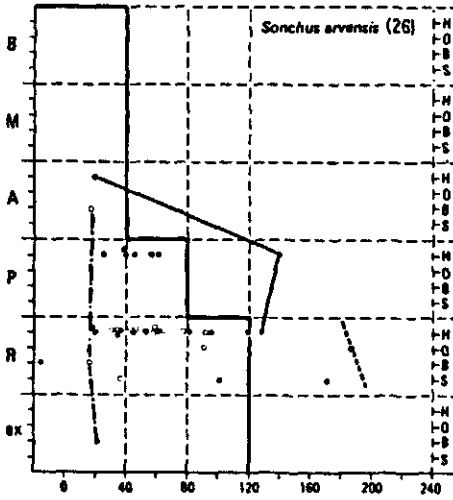


Fig. 12. (zie voor legenda Fig. 11 / for legend, see Fig. 11)

door de intensiteit van de onkruidbestrijding. Het lijkt er echter op, dat de vochtindicatoren betrekkelijk resistent zijn tegen herbiciden.

De praktijk zal moeten leren, of de definitieve indeling in drie vochtvarianten en één droogtevariant zo fijn kan zijn. De onderscheiding van 'vochtig' en 'niet vochtig' kan altijd wel worden gemaakt, ook al zijn meestal geen droogte-indicatoren aanwezig (hun ontbreken heeft dus geen diagnostische betekenis). Het ontbreken van vochtindicatoren, daarentegen, ook op 'schone' akkers, duidt er in verreweg de meeste gevallen op dat de bodem droog is.

Abundantie/bedekking
Abundance / cover



Abundantie/bedekking
Abundance / cover

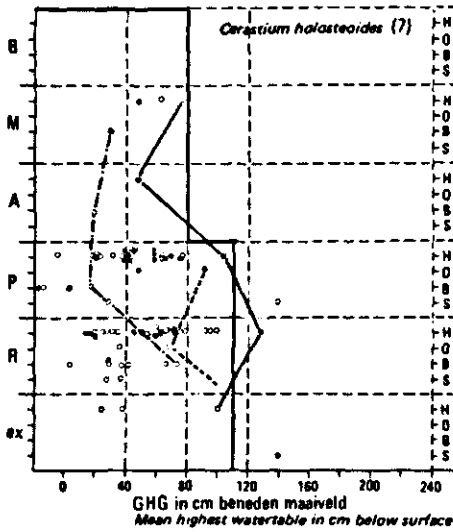
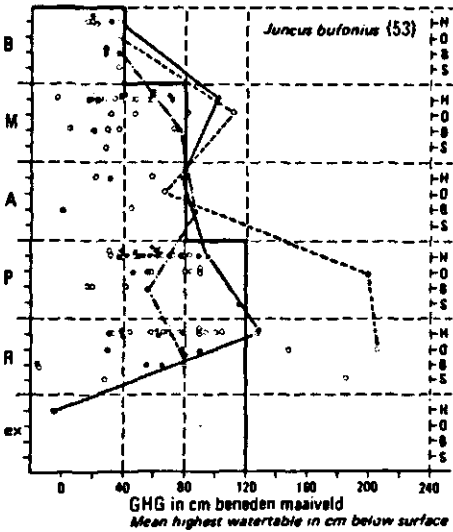
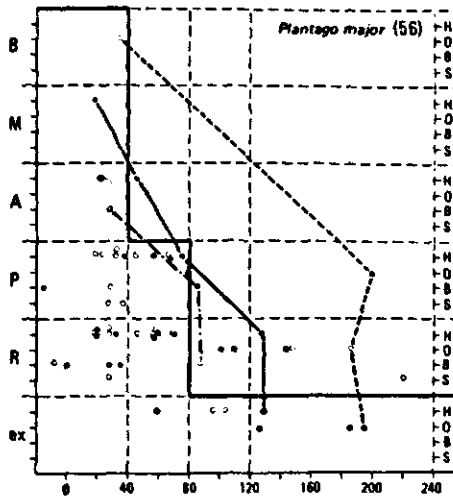
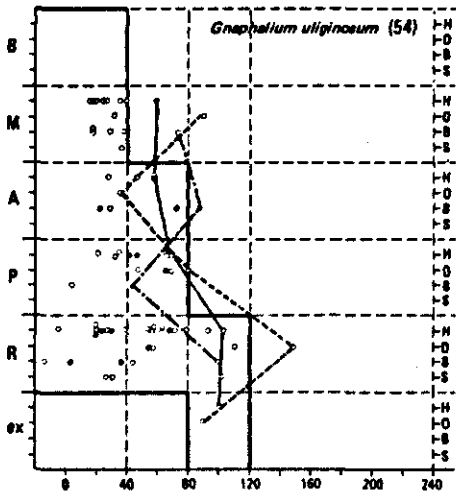


Fig. 13. (zie voor legenda Fig. 11 / for legend, see Fig. 11)

Een nadere studie van de figuren 11–15 is nodig om na te gaan, of er in de relatie vegetatie-GHG systematische afwijkingen zijn die in de lijn van de verwachtingen liggen.

De eerste afwijking vindt men in de opnamen na het natte voorjaar van 1962 waar men bij diepere GHG meer vochtminnende soorten zou verwachten dan na het drogere voorjaar van 1964. De verschillen zijn echter niet zeer duidelijk: *Sonchus arvensis* (Akkermelkdistel) en *Mentha arvensis* (Akkermunt) kwamen inderdaad op iets drogere gronden voor in 1962, *Cirsium arvense* (Akkerdistel) en *Ranunculus repens* (Kruipende

Abundantie/bedekking
Abundance / cover



Abundantie/bedekking
Abundance / cover

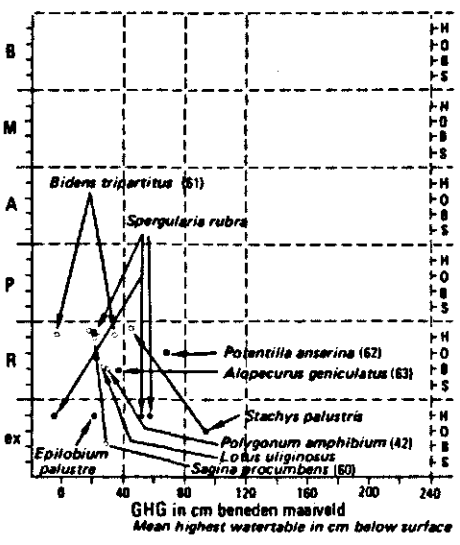
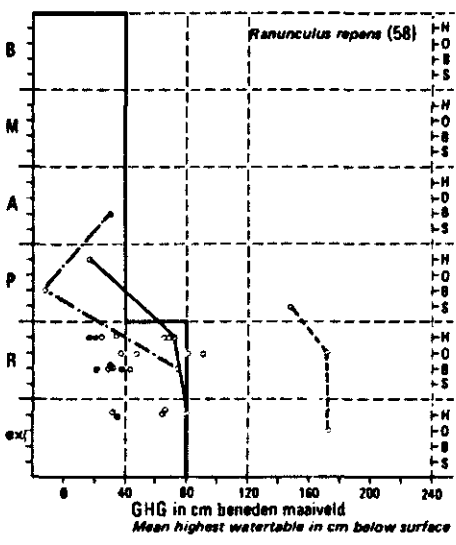
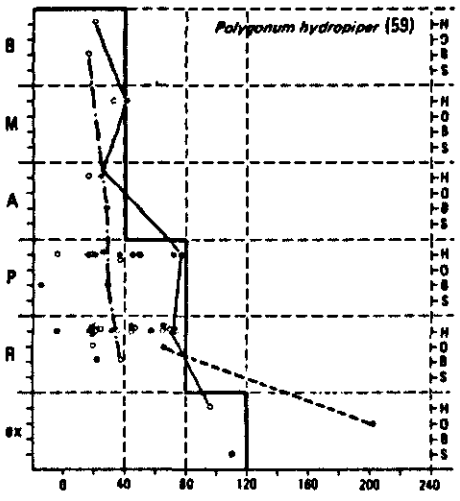


Fig. 14. (zie voor legenda Fig. 11 / for legend, see Fig. 11)

boterbloem) gedroegen zich echter juist andersom.

Het zou te ver voeren, hier diep in te gaan op de invloed van de weersverschillen tussen de jaren 1962 en 1964. De conclusie is wel, dat deze niet zo groot zijn dat, naar de vegetatie te oordelen, droge gronden vochtig lijken in een nat jaar. De verklaring daarvoor is, dat er ook bij vochtindicatie een zeker cumulatief effect optreedt. Verschillende vochtindicatoren zijn overblijvend. De als zaad overwinterende vinden in het kiemstadium nog voldoende levensmogelijkheden. Ze zullen op jaarlijkse verschil-

Fig. 15. Het voorkomen van vocht- en droogte-indicatoren in Midden-Limburg (Horst-Venray) bij verschillende gemiddeld hoogste grondwaterstanden (GHG). + = 1962, ● = 1964

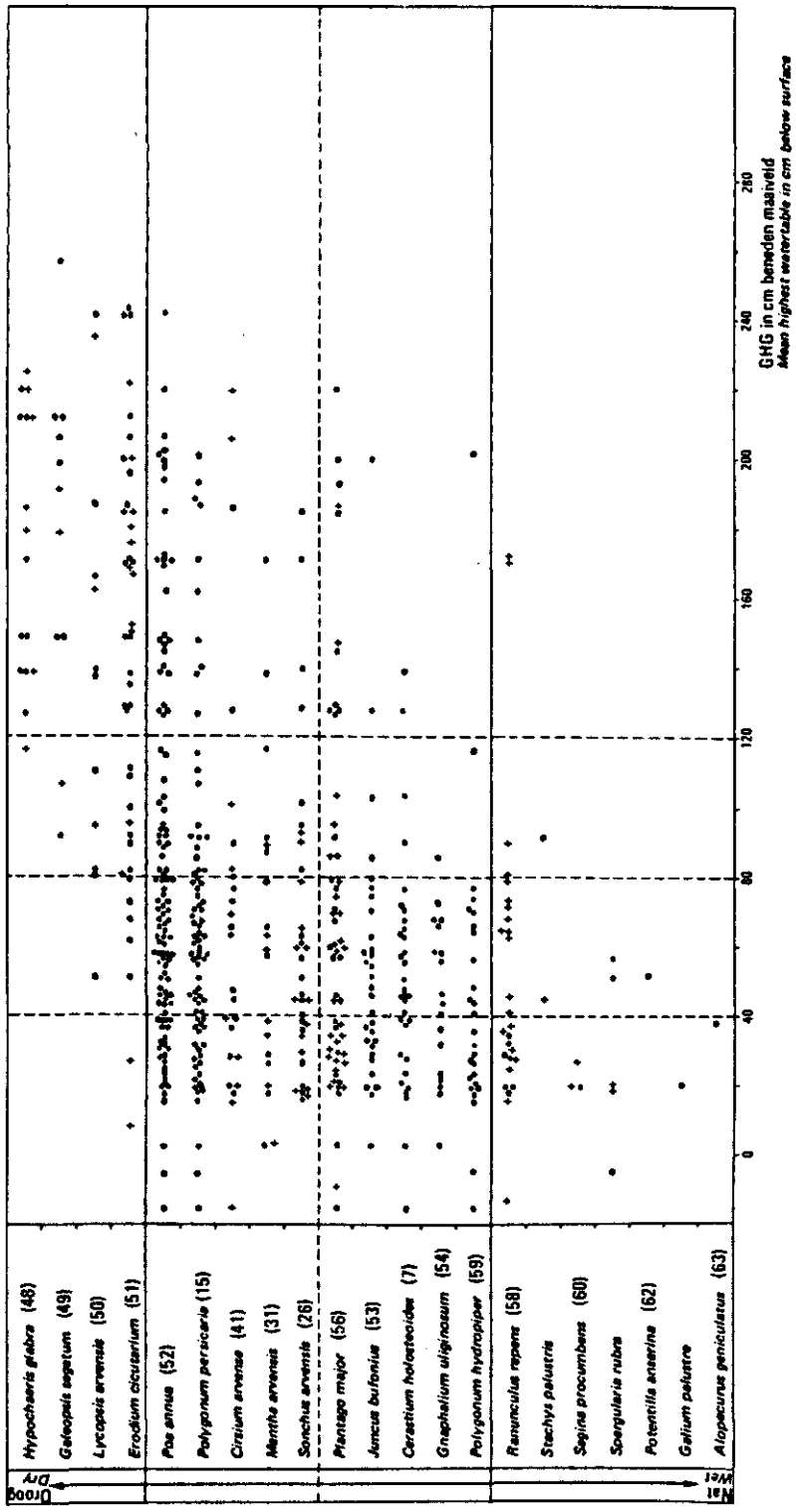


Fig. 15. The occurrence of moisture- and dryness-indicators at various mean highest water tables (Horst-Venray). + = 1962, ● = 1964

len eerder met vitaliteitsverschil reageren dan met aanwezig- of afwezigheid.

De tweede te verwachten afwijking zou zijn, dat de meest humeuze gronden (de eerdgronden) en de lemige gronden duidelijk meer vochtminnende planten dragen, ook bij diepe GHG, dan de schralere gronden. De lemige gronden, in casu de beekerdgronden, komen alleen op laaggelegen plaatsen voor, zodat de lemigheid als afzonderlijke invloed niet duidelijk tot uiting kon komen in de gegevens. Wel komen bij de duinvaaggronden enige gevallen voor die humeus en/of lemig zijn, maar deze werden in de grafieken niet apart gehouden.

De enkeerdgronden springen er in alle grafieken echter duidelijk uit: de (zij het zwakke) vochtindicatie op deze humeuze hoog gelegen gronden wordt kennelijk veroorzaakt door het grotere vochthoudende vermogen. Vermoedelijk spelen hier echter ook lokale structuurverdichtingen een rol.

Helaas zijn uit het onderzochte gebied geen gegevens beschikbaar over zware gronden met diepe grondwaterstanden. Daarvoor moest gebruik gemaakt worden van enkele incidentele grondwatermetingen uit het land van Heusden en Altena en elders, ontleend aan Sonneveld (1958). Het blijkt daaruit, dat op de zwaardere gronden, ook bij diepe grondwaterstanden, soorten optreden die op zandgronden alleen bij hoge grondwaterstand worden gevonden, iets wat bij de enkeerdgronden ook al is aangeduid. De gevolgde indeling bedoelt dan ook in de eerste plaats een relatieve aanduiding van de vochttoestand te geven. Slechts voor goed doorlatende gronden met een gering vochthoudend vermogen is er ook een duidelijke relatie met de GHG. Er is dan ook geen poging gedaan te komen tot een systeem van 'coïncidentie' tussen vegetatie en grondwaterstand op zwaardere gronden zoals Tüxen (1954) dit heeft gedaan. Zijn ervaring is trouwens, dat op zwaardere gronden slechts een zwakke of geen coïncidentie is te vinden, tenzij bij zeer hoge grondwaterstanden. Iets dergelijks werd waargenomen op oude zeekleigronden (hydrovaaggronden) bij Alphen aan de Rijn en bij Woubrugge, waar een duidelijke correlatie bleek te bestaan tussen de diepte van 'rijping' (initiële bodemvorming in alluviale gronden) en het optreden van Stijve klaverzuring (*Oxalis stricta*), een soort uit vochtgroep 20. De diepte van rijping is op zijn beurt weer negatief gecorreleerd met hoge grondwaterstanden (zie Pons & Sonneveld, 1965).

Tenslotte dient nog op een interessant verschijnsel gewezen te worden bij vergelijking van de GHG en de vegetatie op zeer doorlatende gronden. Uit de figuren 11-15 van zowel de droogte- als de vochtminnende soorten blijkt een belangrijk keerpunt te liggen bij een GHG tussen 80 en 120 cm. De akkeronkruiden (en hier dient speciaal *Juncus bufonius* genoemd te worden) bespeuren als het ware al iets van het grondwater wanneer dit in het vroege voorjaar (de tijd waarin gewoonlijk de hoogste grondwaterstand optreedt) omstreeks de één meter nadert. En dit ondanks het feit dat hun wortels lang niet zo diep in de bodem doordringen. Een en ander zou samen kunnen hangen met indirecte verbanden tussen humeuzeiteit, lokale verdichtingen en geomorfologische ligging, eerder dan met direct vochttransport van grondwater naar de wortelzone. Voor agrohydrologen ligt hier een interessant vraagstuk.

Een bewerking van het materiaal van Tüxen (1954) bracht aan het licht, dat de

critische GHG-diepte van omstreeks een meter ook bij zandgronden in West-Duitsland duidelijk is aan te tonen. De horizont van permanente reductie (permanent grondwater ook in de zomer) ligt in het algemeen veel dieper dan de kritische GHG en is vermoedelijk van minder belang.

3.3.4 *Vergelijking van bodem- en vegetatie-eenheden*

Bodem-eenheden (categorieën van een bodemclassificatie) hebben met vegetatie-eenheden gemeen dat ze een integratie zijn van een groot aantal milieufactoren. Zo'n bodemeenheid zal gewoonlijk een bepaalde spreiding hebben in voedselrijkdom en vochtinhouding. Voor zover de bodemeenheid en het vegetatietype met dezelfde oecologische factor gecorreleerd zijn zullen ze dus ook met elkaar gecorreleerd zijn. Op dit principe berust de vergelijkende studie van bodem- en vegetatie-eenheden.

Men kan zo'n studie baseren op vegetatie-opnamen en beschrijvingen van bodemprofielen. Men kan ook bodemkaarten en vegetatiekaarten vergelijken, wat vaak een goed inzicht geeft in aard en oorzaak van afwijkingen en overeenkomsten. (Bannink, Leys & Zonneveld, 1973). Het bezwaar van kaarten is echter, dat ze een groot brok interpretatie bevatten en niet alleen op directe waarneming berusten.

De resultaten van een dergelijke vergelijking kan men in tabellen of grafieken weer geven als bodemspectra van de vegetatie-eenheden of als vegetatiespectra van bodemeenheden, waarbij de aantallen waarnemingen al dan niet uitgedrukt zijn in percentages.

Voorbeelden van dergelijke vergelijkingen geven de figuren 16 en 17. Ze zijn gebruikt bij landschapsoecologische onderzoeken in Noord-Limburg en Overijssel (Zonneveld & Bannink, 1964; Zonneveld & Leys, 1963). Ze laten zien in welke mate vegetatie- en bodemeenheid met elkaar correleren. Voor de oorzaken van wel of niet correleren zij verwezen naar de voorgaande hoofdstukken.

Fig. 16. Vegetatiespectra van akkeronkruidtypen (Raalte).

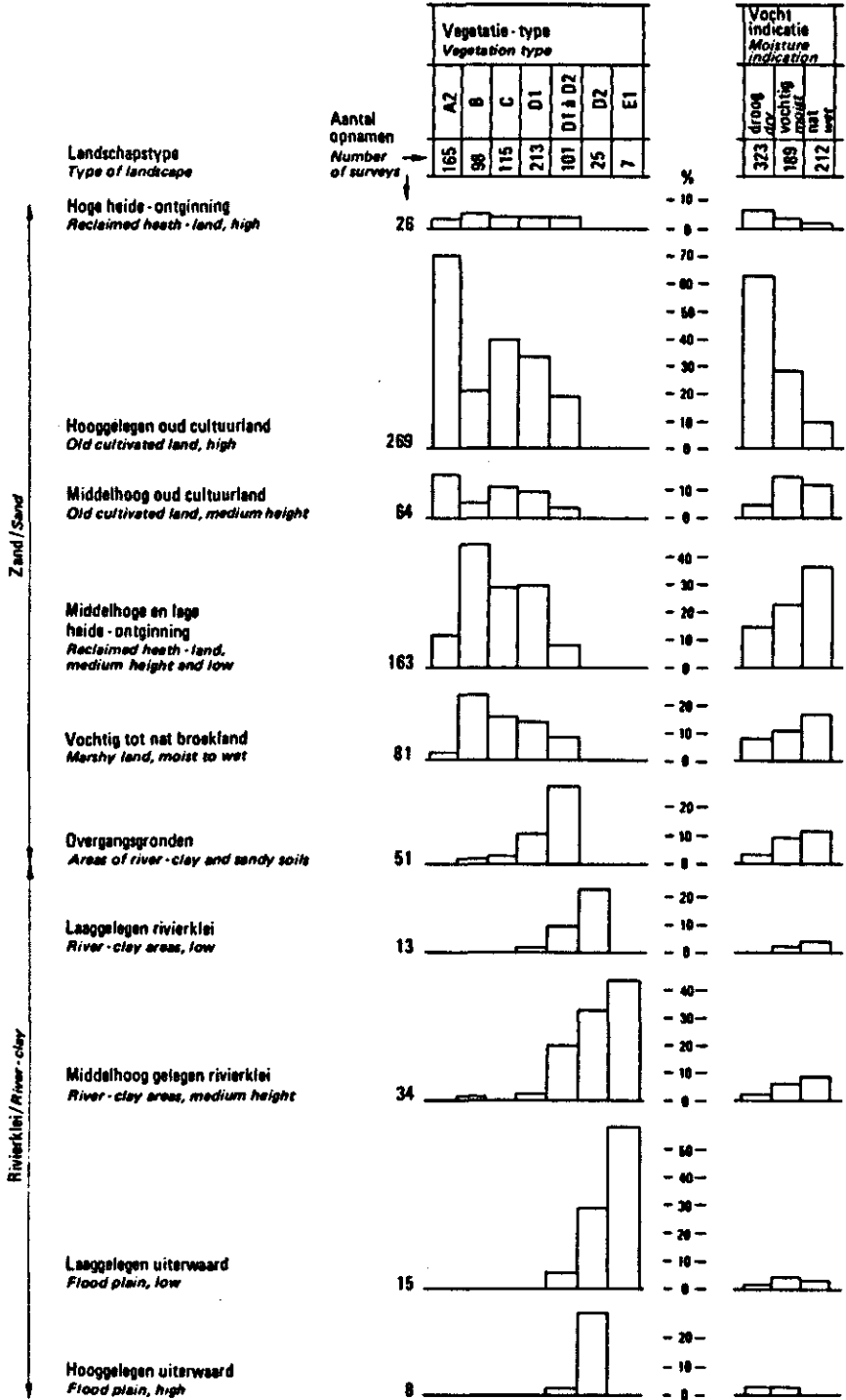


Fig. 16. Vegetation spectra for arable weed vegetation types (Raalte).

Fig. 17. Vegetatie- en bodemspectra van akkeronkruidtypen (Lollebeekgebied, Limburg).

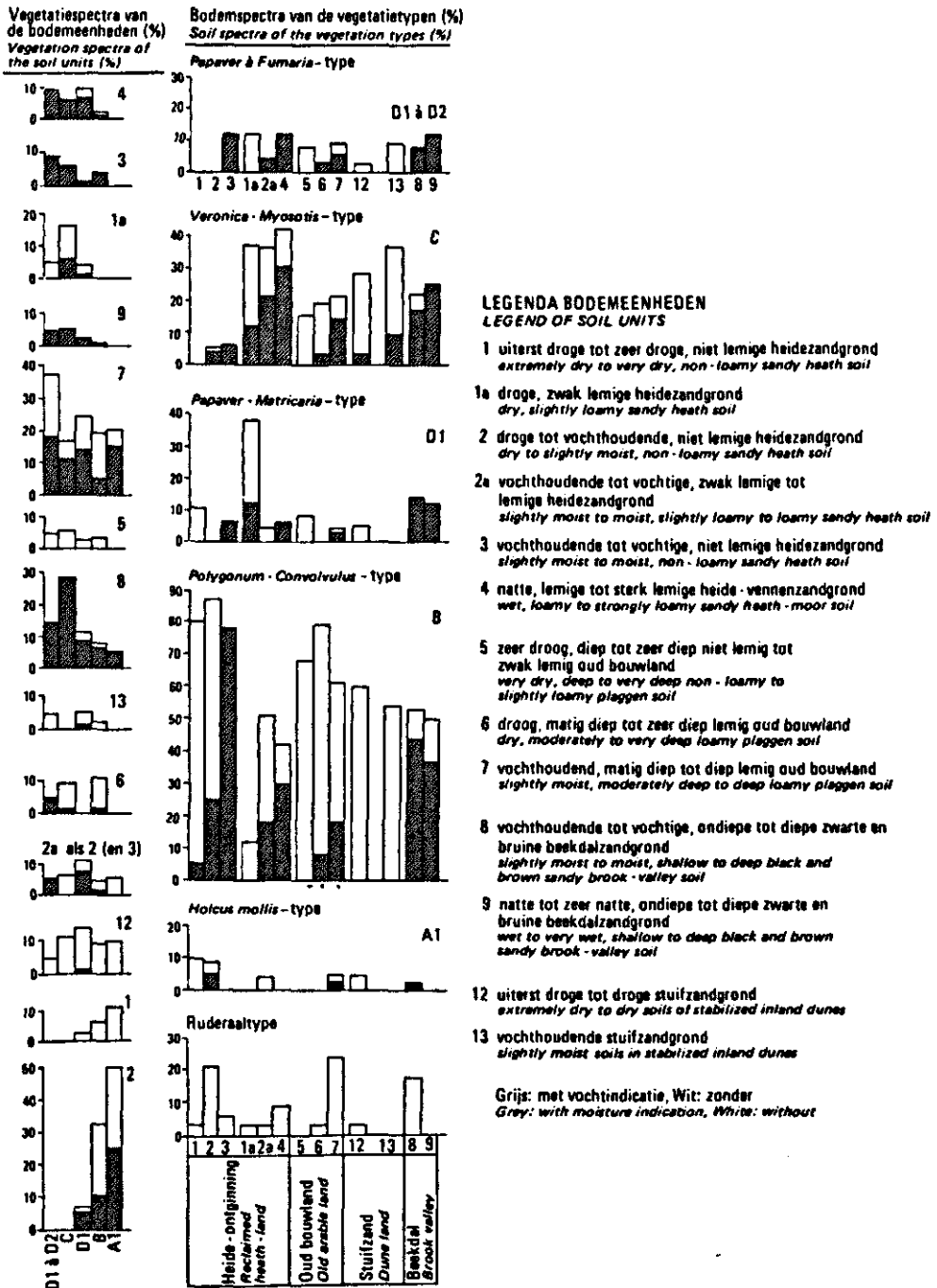


Fig. 17. Vegetation- and soil spectra of arable weed vegetation types (Lollebeek area, Limburg).

Samenvatting

Doel, principe en methoden

Onderzocht is hoe de voedingstoestand en de vochtuithouding van de akkerbodem gemeten kunnen worden aan de hand van de onkruidvegetatie. Doel was te komen tot een oecologische classificatie van de gronden, vooral met het oog op hun chemische vruchtbaarheid. Bodemvruchtbaarheid, voedingstoestand, voedselrijkdom of trofie is gedefinieerd als beschikbaarheid van voedingsstoffen voor de plant.

Op basis van een groot aantal vegetatieopnamen werden bepaalde combinaties van plantesoorten gevormd en werd een classificatie van vegetatietypen afgeleid die als 'meetapparaat' voor de oecologische omstandigheden kon dienen.

Als hoofdleidraad voor de classificatie werden de bodemvruchtbaarheid en de vochtuithouding gekozen. Als kenmerken voor de indeling werden combinaties van plantesoorten en de structuur gebruikt. Met combinaties van plantesoorten wordt hier bedoeld, dat soort A veelal samen optreedt met soort B maar een 'afkeer' schijnt te hebben van soort C (positieve resp. negatieve correlatie). Een groep van positief gecorreleerde soorten noemt men een sociologische groep.

Een andere werkwijze is dat men uitgaat van correlaties tussen plantesoorten en bepaalde milieuparameters. De groepen die dan worden onderscheiden zijn oecologische groepen. In het onderhavige geval zijn beide methodes gevolgd.

Bij het opnemen van de vegetatie (ca. 3500 opnamen, zie fig. 1) werd voor het schatten van de abundantie/bedekking een iets gedetailleerdere schaal gebruikt dan die van Braun-Blanquet (Ellenberg, 1956). Daarnaast werd bij een reeks opnamen de 'frequentie' per soort op de volgende wijze bepaald. Per waarnemingsplek van 50 m² werd op tien, op het oog zo willekeurig mogelijk verdeelde plaatsen een ring van 0,2 m² neergeworpen en werden alle soorten binnen de ring genoteerd (tabel I en 2). Meestal werd een iets grotere oppervlakte dan de genoemde 50 m² afgezocht en konden soms nog één of twee plantesoorten toegevoegd worden.

Het opstellen van de sociologische en oecologische groepen (zie bijlagen II.2 en IV) is voornamelijk gebaseerd op de presentie: het al dan niet aanwezig zijn van een soort in een opname berekend over een aantal opnamen. Een snel inzicht in de presentie van soorten in groepen van opnamen kon verkregen worden doordat de gegevens van het eigen onderzoek waren overgebracht op randponskaarten (zie fig. 2). Voor een deel van het materiaal is de sociologische verwantschap tussen soorten vastgesteld door middel van correlatie-coëfficiënten (methode De Vries, 1954) en de differentiële analyse van Czekanowski (fig. 3,4,5 en 6).

Relaties tussen milieu en akkeronkruiden en de vaststelling van oecologische groepen

De relatie tussen enkele bodemkundige gegevens en verschillende onkruiden op een aantal graanakkers is weergegeven in de bijlagen I.1, I.2 en I.3. Mede op grond daarvan kon een oecologische groepering van soorten opgesteld worden. Deze groepen tonen veel gelijkenis met de sociologische groepen, zodat kan worden gesproken van socio-oecologische groepen.

De vegetatietypen gekarakteriseerd door deze groepen zijn de basis voor het aangeven van de bodemvruchtbaarheid. In de figuren 7, 8 en 9 zijn per vegetatietype enkele bodemanalyse gegevens vermeld van zeer nauw verwante bodems (hooggelegen enkeerdgronden).

Op de complexiteit en de onderlinge afhankelijkheid van milieufactoren in hun ontstaan, hun werking en hun effect wordt in hoofdstuk 3 ingegaan. Daar wordt erop gewezen dat de vochthuishouding en de vruchtbaarheid beide gecorreleerd zijn aan de grootte van het adsorptiecomplex. Als voorbeelden worden ook genoemd de interacties en antagonismen bij de ionenuitwisseling in de bodem en de uiteenlopende invloed van de pH bij een laag en bij een hoog humusgehalte. Een belangrijk deel van de variaties kan geëlimineerd worden door uit te gaan van een nauw omschreven bodemeenheden en één grondwaterdiepte zoals in bijlage I.1 en in de figuren 7, 8 en 9.

In tabel 5 zijn de gegevens van enkele auteurs omtrent de pH en het optreden van verschillende onkruiden bijeengebracht. Er zijn door ons geen oecologische groepen opgesteld op basis van de pH. Voor inlichtingen over de pH kan men met enig voorbehoud tabel 5 gebruiken.

De vochtindicatie werd onderzocht bij 250 grondwaterstandsbuizen in 1962 en 1964. De eerste keer na een nat voorjaar, de tweede keer na een vrij droog voorjaar. Het verband tussen afzonderlijke soorten en de gemiddeld hoogste grondwaterstand (zie fig. 10) is weergegeven in de figuren 11 t/m 15. Naast de bodemgesteldheid is dit in het desbetreffende gebied van overwegend zwak lemige humeuze zandgronden een belangrijk bodemkundig gegeven voor de benadering van de vochthuishouding. Op zwaardere of humusrijke gronden met een groot vochthoudend vermogen is de gemiddeld hoogste grondwaterstand een onbruikbare parameter.

Een overzicht van de socio-oecologische groepen die bepalend zijn voor de vegetatietypen en vochtvarianten is gegeven in de bijlagen II.2 en IV. Enkele soorten zijn in meer dan één groep genoemd, soms omdat ze in kleine aantallen en met aangepaste vitaliteit een vrij ruime amplitude hebben, maar meestal omdat ze zowel indicatiewaarde voor vocht als voor chemische vruchtbaarheid hebben.

De vegetatietypen en het milieu

Het voorgestelde systeem heeft niet de intentie de bestaande systemen te vervangen. De meeste hier onderscheiden vegetatietypen en varianten zijn vergelijkbaar met door anderen beschreven associaties, subassociaties, varianten, enz. Een belangrijk verschil is echter dat de afhankelijkheid van bodemfactoren duidelijker naar voren komt. De

bestaande systemen worden beheerst door het onderscheid dat gemaakt wordt tussen halm- en hakvruchten, waarbij de bodemvruchtbaarheid in de tweede plaats komt en daarna de vochtvoorziening. Bij de in deze publikatie gevolgde indeling ligt het onderscheid halmvrucht hakvrucht op variant-niveau evenals de indeling op vochthuishouding of eventuele andere onderscheidingen.

De belangrijkste verschillen tussen winter- en zomergewassen zijn als volgt samen te vatten:

- a. Mechanische en chemische vernietiging van winterannuellen in het voorjaar hebben slechts tot gevolg dat diverse soorten ontbreken, zij leidt niet tot een essentieel ander gedrag van de overige. De indicatie van de vruchtbaarheid blijft in wezen gelijk.
- b. Kiemingsmoeilijkheden van zomerannuellen onder een dicht graangewas heeft alleen tot gevolg dat bepaalde lichtminnende soorten ontbreken.
- c. Het niet kiemen van winterannuellen op natte gronden (daar geen *Secalinetalia*-vegetatie, zelfs niet onder granen) heeft hetzelfde gevolg als a en b.
- d. Onder zomergewassen zijn er in het groeiseizoen extra voedingsstoffen beschikbaar door de late bemesting en de mineralisatie van organische stof als gevolg van de grondbewerking vlak voor en tijdens de groei.

Het enige voor ons belangrijke verschil tussen winter- en zomergewassen is gelegen in een verschil in vruchtbaarheid van de bodem onder invloed van de cultuurmaatregelen. Het is slechts in schijn een nadeel dat op het hoogste niveau van indeling een eigenschap is gekozen die van jaar tot jaar met de gewassen kan wisselen, want in de praktijk en bij onderzoek zal men steeds ook het gewas opnemen. De dynamiek in milieufactoren, die tegenwoordig steeds meer als een zelfstandige factor wordt genoemd, is inherent aan de akkerbouw en het optreden van onkruidvegetatie.

De ervaring leert dat bij intensivering van de landbouw, zwaardere bemesting en sterkere onkruidbestrijding het verschil tussen graan- en hakvruchtvegetaties steeds kleiner wordt. Op de rijkere gronden bestaat het verschil nauwelijks meer; op de rijkste heeft het nooit bestaan (ontbreken van *Secalinetalia*). Men kan overigens de verschillende gezelschappen van de *Secalinetea* en *Chenopoditea* wel min of meer paralleliseren.

Statistische vergelijking van bodem- en vegetatie-eenheden laat zien, hoe de kennis van de oecologische relaties in beide systemen van landschapsoecologische inventarisatie (bodem- en vegetatieonderzoek) kan worden uitgewisseld (fig. 16 en 17). Integratie van beide systemen van onderzoek leidt tot een bredere en diepere kennis van de grond en het land.

Summary

Weed vegetation as environmental indicator, especially for soil conditions

Purpose, principles and methods

An attempt is made to correlate the weed vegetation of arable land with soil fertility and moisture regime, and to devise an ecological classification of the soils and their chemical fertility, the latter defined as the richness in nutrients available for plants.

For this purpose, an inventory has been made of the weeds on many plots, and from them vegetation types are derived to be used as a 'measuring rod' for the ecological circumstances. The main guiding principles of the classification are (1) soil fertility and (2) moisture regime. Certain combinations of plant species and the structure of the vegetation serve as characteristics for the various types and variants. The 'combinations' refer to species that usually occur simultaneously (strongly positively correlated), and species rarely found together (strongly negatively correlated); the first are said to belong to the same 'sociological plant group'.

Another approach is to start from correlations in occurrence between single species and ecological parameters. This results in 'ecological plant groups'. In this study both methods were used.

To describe the vegetation of the selected plots (about 3500, see Fig. 1), the 'abundance-cover' scale of Braun-Blanquet (see Ellenberg, 1956) has been somewhat subdivided. Besides, in a series of inventories the 'frequency' of each species was determined as follows. On each selected measuring plot of 50 m², a metal ring of 0.2 m² is placed on the ground ten times (virtually at random); all species within the ring are registered (Tables 1 and 2). Usually additional search is made outside the 50 m² plot, so that sometimes one or two species could be added.

The design of the sociological and ecological groups (Appendices II.1, II.2 and IV) is mainly based on the 'presence' of a species, calculated as the percentage of releves in which it occurs. For this purpose, the data on the releves have been conveyed to marginal punch-cards (Fig. 2). For some of the material the sociological relationship between the species is determined by calculating correlation coefficients (de Vries, 1954) and by the differential analysis of Czekanowski (Figs. 3-6).

Relation between habitat and weeds and determination of ecological groups

Appendices I.1, I.2 and I.3 show the relations between some edaphic data and various weeds in cornfields. Based on these relations, and other data, the plant species are arranged in ecological groups. These resemble so much the sociological groups that the indication 'socio-ecological groups' is justified.

The vegetation types characterized by these groups have served as a base for the estimate of soil fertility. Figs. 7-9 give some analytical data on closely allied soils (pflaggen soils).

Chapter 3 enters more deeply into the complexity and the mutual dependency of the environmental factors. It remarks, that both moisture regime and soil fertility are related to the magnitude of the adsorption complex. Furthermore, the interactions and antagonisms between ion exchange in the soil and the varying influence of the pH at low and high organic matter content have to be mentioned. Much of the variation can be eliminated by starting from one, narrowly defined, soil unit and one ground-water depth, as has been done in Figs. 7-9 and in Appendix I.1.

Table 5 mentions some data from literature on pH and the occurrence of various weeds. Although no corresponding ecological groups have been drawn up, under certain restrictions this table can be used to supply information on pH values.

The moisture indicating value of the plant species has been traced from 250 ground-water gauges, in 1962 after a wet spring, in 1964 after a rather dry spring. Figs. 10-15 show the relation between species and mean highest watertable. Fig. 10 shows how the mean highest watertable is calculated from fortnightly readings; Figs. 11-15 give the relations with the plant species. The mean highest watertable is in the concerning soil units (mainly slightly loamy, humic sandy soils) an important indicator of the moisture regime. For finer textured soils, or those containing more organic matter (with a high moisture retention capacity), it is an unsuitable parameter.

Appendices II.2 and IV give a survey of the socio-ecological groups determining the vegetation types and moisture variants. Some species are present in more than one group, e.g. sometimes because they have, if occurring in small numbers, or with adapted vitality a rather wide ecological amplitude, but usually because they have at the same time an indicative value for moisture and chemical fertility.

The vegetation types and the environment

The proposed classification does not intend to replace past systems: most vegetation types and variants are comparable with associations, subassociations, variants, etc. described by others. The important difference is, however, that their dependency on soil fertility emerges more clearly. The emphasis previously put on the difference between cereals and root crops and on the moisture regime remains in the background (now on the level of variants).

The most important differences in weed vegetation under winter and summer crops may be summarized as follows.

- a. Mechanical and chemical destruction of winter annuals in spring results in the absence of various species but not in an essentially different behaviour of the others, so that the indicative value of the vegetation as a whole does not change.
- b. Germination difficulties with summer annuals under a dense cover of cereals cause only the absence of certain light-demanding species.
- c. It is impossible for winter annuals to germinate on wet soils (where no *Secalinetea* vegetation occurs, not even under cereals). This has the same results as those mentioned under a and b.
- d. The late fertilization and mineralization of organic matter due to tillage just before or during crop growth causes under summer crops an extra supply of nutrients in the growing season.

The most important difference between winter and summer crops to be considered here is in the fertility of the soil under the influence of agricultural measures. It seems only but is not a drawback that at the highest level of classification a characteristic is chosen that may change from year to year: investigations always include the crop. The dynamics in environmental factors, more and more considered as an independent factor, is inherent to arable farming and the presence of weed vegetation.

Intensifying agriculture, applying more fertilizers, and increasing weed control, cause the difference between cereal and root-crop vegetations to decrease: on rich soils this difference hardly exists anymore, on the richest soils it has never existed (*Secalinetalia* are absent there). Indeed the associations of *Secalinetea* and *Chenopodietea* can take each others place from year to year to a certain extent.

Statistical comparison of soil- and vegetation units shows how the knowledge of the ecological relations in both systems of landscape-ecological indication (soil- and vegetation survey) can be interchanged (Figs. 16 and 17). It is evident that integration of both systems leads to a more complete and more accurate knowledge of the land and the soil.

Literatuur

- Bannink, J. F. & H. N. Leys, 1963*. Vegetatiekundig en hydrologisch onderzoek in het Lollebeekgebied. Intern rapport Stichting Bodemkartering, Wageningen, 3276.
- Bannink, J. F. & H. N. Leys, 1965*. Vegetatiekundig en hydrologisch onderzoek in het Lollebeekgebied in 1962 en 1964. Intern rapport Stichting Bodemkartering, Wageningen, 3527.
- Bannink, J. F., H. N. Leys & I. S. Zonneveld, 1973. Vegetatie, groeiplaats en boniteit in Nederlandse naaldhoutbossen. Versl. Landbouwk. Onderz. 800, Bodemk. studies 9, Stiboka, Wageningen.
- Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek, Oosterbeek, 1956*. Normbladen. Schema's van het bemestingsadvies op basis van grondonderzoek ten dienste van landbouwgronden.
- Bos, E., 1966*. Gineldal. Intern rapport I.T.C.-Unesco-Centre for Integrated Survey (I.T.C.), Enschede.
- Braun-Blanquet, J. & O. de Bolos, 1957. Les groupements végétaux du bassin moyen de l'Ébro et leur dynamisme. *Annls Estac. exp. Aula Dei* 5.
- Ellenberg, H., 1956. Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. I: Grundlagen der Vegetationsgliederung. Stuttgart.
- Eskuche, U., 1962. Herkunft, Bewegung und Verbleib des Wassers in den Böden verschiedener Pflanzengesellschaften des Erfttales. *Minist. Ernähr. Landwirtsch. Forsten Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf*.
- Goedewaagen, M. A. J., 1938. A sociographical study on the relation between the weed vegetation on arable land and the reaction of the soil. *Chronica bot.* 4:21-23.
- Goedewaagen, M. A. J., 1941. Over de mogelijkheid om den zuurgraad van den grond aan de hand der onkruidvegetaties te beoordelen. *Versl. landbouwk. Onderz.* 47: 669-757.
- Gounot, M., 1957. Utilisation des fiches perforées pour la comparaison des relevés. *Bull. Serv. Carte phytogéogr., Série B, II 2: 37-48.*
- Guinochet, M., 1955. Logique et dynamique du peuplement végétal In: *Évolution des sciences.* Masson et cie, Paris.
- Guinochet, M. & P. Casal, 1957. Sur l'analyse différentielle de Czekanowski et son application à la phytosociologie. *Bull. Serv. Carte phytogéogr. Série B, II 1: 25-34.*
- Kendall, M. G. & A. Stuart, 1958. *The advanced theory of statistics.* London. II: 539: Inference and relationship.
- Kortleven, J., 1963. Kwantitatieve aspecten van humusopbouw en humusafbraak. *Versl. landbouwk. Onderz.* 69. I.
- Kruyne, A. A. & D. M. de Vries, 1956*. Gegevens betreffende belangrijke graslandplanten. *Meded. centr. Inst. landbouwk. Onderz. Wageningen* 23.
- Leeuwen, C. G. van, 1970. Plantengroei en milieu. Hoofdstuk I in deel I van 'Wilde planten'. *Veren. tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland.* Amsterdam.
- Mahn, F. G. & R. Schubert, 1961. Vegetationskundliche Untersuchungen in der mitteldeutschen Ackerlandschaft. IV. Die Pflanzengesellschaften der Umgebung von Greifenhagen (Mansfelder Bergland). *Wiss. Z. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenb.* X, 2/3: 179-246.
- Mahn, F. G. & R. Schubert, 1962. Vegetationskundliche Untersuchungen in der mitteldeutschen Ackerlandschaft. VI. Die Pflanzengesellschaften nördlich von Wanzleben (Magdeburger Börde). *Wiss. Z. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenb.* XI: 7.
- Mehl, K., 1936. Unkräuter als Anzeichen der Bodenreaktion. *Mitt. Landw. Berl.* 51: 341-342.

- Meisel, K., 1960a. Die Auswirkung der Grundwasserabsenkung auf die Pflanzengesellschaften im Gebiete um Moers (Niederrhein). Arb. BundAnst. Vegetationskart.
- Meisel, K., 1960b. Bodenschätzung und Acker-Unkrautgesellschaften. Mitt. flor. -soz. ArbGemein., N. F. 8: 350-357.
- Mevius, W., 1931. Handbuch der Bodenlehre 8: 49-106. Berlin.
- Mikkelsen, V. M. & F. Laursen, 1966. Markkrunder i Danmark omkring 1960 (Field weeds in Denmark in the beginning of the 1960s). Bot. Tidsskr. 62: 1-26.
- Müller, A. von, 1956. Über die Bodenwasser-Bewegung unter einigen Grünland-Gesellschaften des mittleren Westertales und seiner Randgebiete. Angew. PflSoziol. 12.
- Oberdorfer, E., 1956. Übersicht der süddeutschen Pflanzengesellschaften. Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl. 15 (I) 11-29.
- Pons, L. J. & I. S. Zonneveld, 1965. Soil ripening and soil classification; initial soil formation of alluvial deposits with a classification of the resulting soils. Publ. int. Inst. Ld Reclam Improv. 13.
- Sissingh, G., 1950. Onkruid-associaties in Nederland. Versl. landbouwk. Onderz. 56. 15.
- Sissingh, G., 1952. Ethologische synoecologie van enkele onkruidassociaties in Nederland. Meded. LandbHogesch. Wageningen 52 (6).
- Sissing, G. & P. Tideman, 1960. De plantengemeenschappen uit de omgeving van Didam en Zevenaar. Meded. LandbHogesch. Wageningen 60 (13).
- Sonnema, M. & H. Mooi, 1954. Over het verband tussen zuurgraad en onkruidbegroeiing op zandgrond. Versl. cent. Inst. landbouwk. Onderz. Wageningen 189: 29-34.
- Sonneveld, F., 1958. Bodenkartering en daarop afgestemde landbouwkundige onderzoekingen in het Land van Heusden en Altena. Versl. landbouwk. Onderz. 64. 4.
- Steyer, K. & G. Eberle, 1929. Die Unkrautflora der Äcker und ihre Bedeutung als biologisches Reagens auf die Reaktionszustand ihrer Böden. Mitt. biol. Reichsanst. Ld- u. Forstw. 16: 325-424.
- Traets, J., 1959/61. Vegetatiekaart van België. Verklarende teksten bij de kaartbladen Kalmthout 6E (1959), Kalmthoutsehoek 6W (1960), Lille 14E (1961). I. W. O. N.L. (I. R. S. I. A.).
- Tüxen, J., 1958. Stufen, Standorte und Entwicklung von Hackfrucht- und Garten-Unkrautgesellschaften und deren Bedeutung für Ur- und Siedlungsgeschichte. Angew. PflSoziol. 16.
- Tüxen, R., 1950. Grundriß einer Systematik der nitrophilen Unkrautgesellschaften in der eurosibirischen Region Europas. Mitt. flor. -soz. ArbGemein. N. F. 2: 94-176.
- Tüxen, R., 1954. Pflanzengesellschaften und Grundwasser-Ganglinien. Angew. PflSoziol. 8: 64-99.
- Tüxen, R., 1955. Das System der nordwestdeutschen Pflanzengesellschaften. Mitt. flor. -soz. ArbGemein. N. F. 5: 155-177.
- Tüxen, R., 1958. Die Koinzidenzmethode. Eichung von Pflanzengesellschaften auf edaphische Faktoren. Angew. PflSoziol. 15.
- Tüxen, R., 1962. Gedanken zur Zerstörung der mitteleuropäischen Ackerbiozoenosen. Mitt. flor. -soz. ArbGemein. N. F. 9: 60-62.
- Vries, D. M. de, 1933. De rangorde-methode; een schattingsmethode voor plantkundig graslandonderzoek met volgorde bepaling. Versl. landbouwk. Onderz. 39A.
- Vries, D. M. de, 1954. Constellation of frequent herbage plants, based on their correlation in concurrence. Vegetatio 5/6: 105-111.
- Vries, D. M. de, 1962. Indicatie en concurrentie in verband met de chemische samenstelling van graslandplanten. Jaarb. ned. bot. Veren. 1962: 44-45.
- Walther, K., 1954. Ernteertragsermittlungen in Ackerunkrautgesellschaften Nordwestdeutschlands. Angew. PflSoziol. 8: 154-163.
- Westhoff, V. & A. J. den Held, 1969. Plantengemeenschappen in Nederland. Kon. Ned. Nat. Veren. Amsterdam.
- Westhoff, V., 1961*. Overzicht der hogere vegetatie-eenheden (tot en met alliantie = verbond) in het vegetatiesysteem van gematigd West- en Midden-Europa; opgesteld na en naar aanleiding van de internationale conferentie te Stolzenau/Weser, West-Duitsland op 23-27 maart 1961.
- Zeiler, E. H., 1956*. Voorlopig verslag van een onderzoek naar het verband tussen zuurgraad en onkruidbegroeiing in de Wageningse eng. Centr. Inst. landbouwk. Onderz. Wageningen.

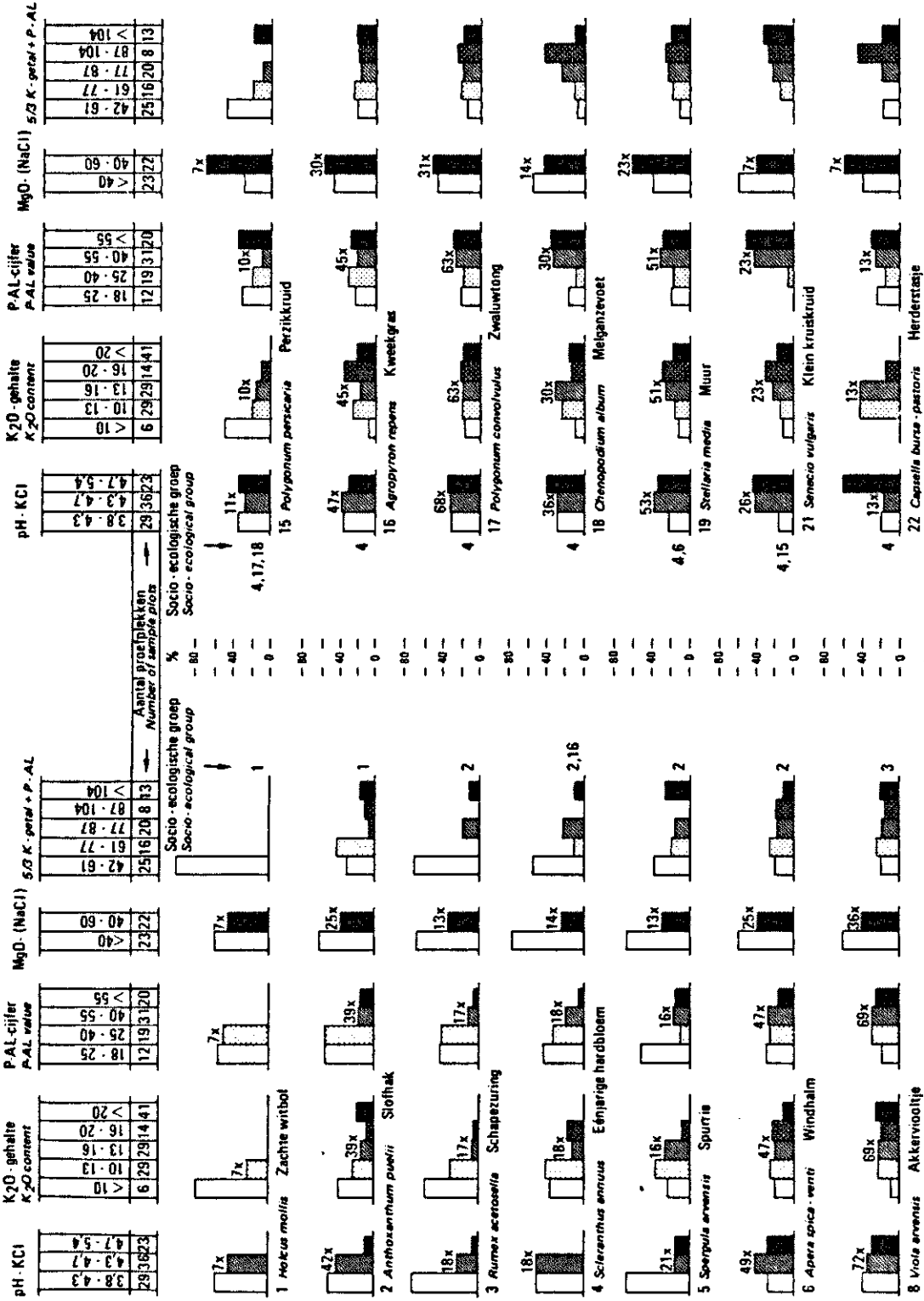
- Zonneveld, I. S., 1959. Het verband tussen bodem- en vegetatiekundig onderzoek. Boor Spade 10: 38-58.
- Zonneveld, I. S., 1960. De Brabantse Biesbosch; een studie van bodem en vegetatie van een zoetwater-getijdendelta. Versl. landbouwk. Onderz. 65-20.
- Zonneveld, I. S. & J. F. Bannink, 1960*. Studies van bodem en vegetatie op het Nederlandse deel van de Kalmthoutse heide. Rapport Stichting Bodemkartering Wageningen 2429.
- Zonneveld, I. S. & J. F. Bannink, 1964*. Een vegetatiekundig onderzoek in Salland. Rapport Stichting Bodemkartering Wageningen 3294.
- Zonneveld, I. S. & H. N. Leys, 1963*. Oecologische toetsing van de bodemgesteldheid met behulp van de vegetatie in een deel van de gemeente Horst (ruilverkaveling Lollebeek). Rapport Stichting Bodemkartering 3268.

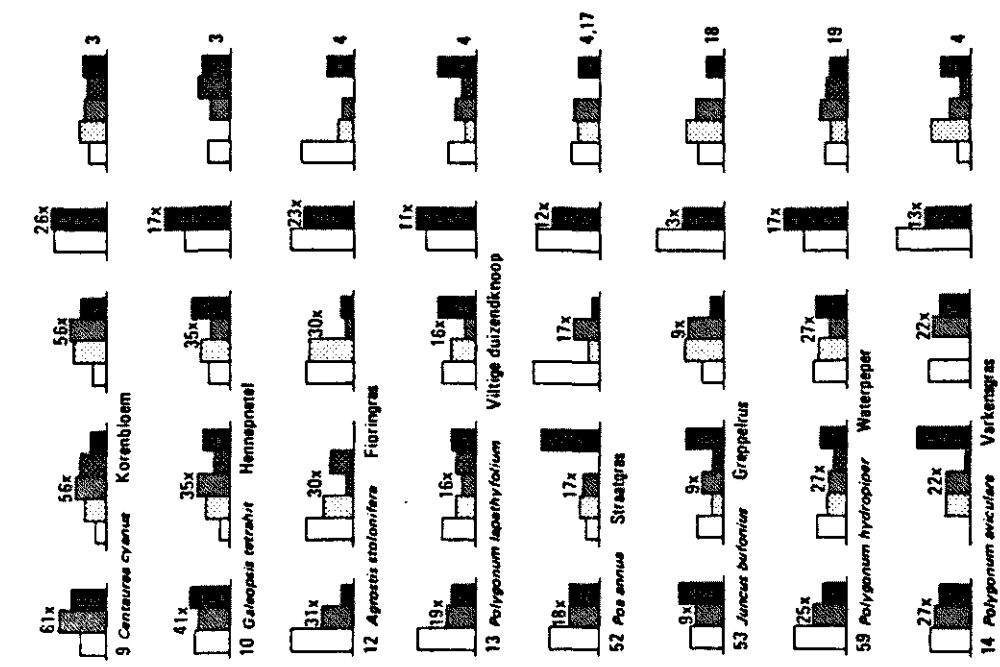
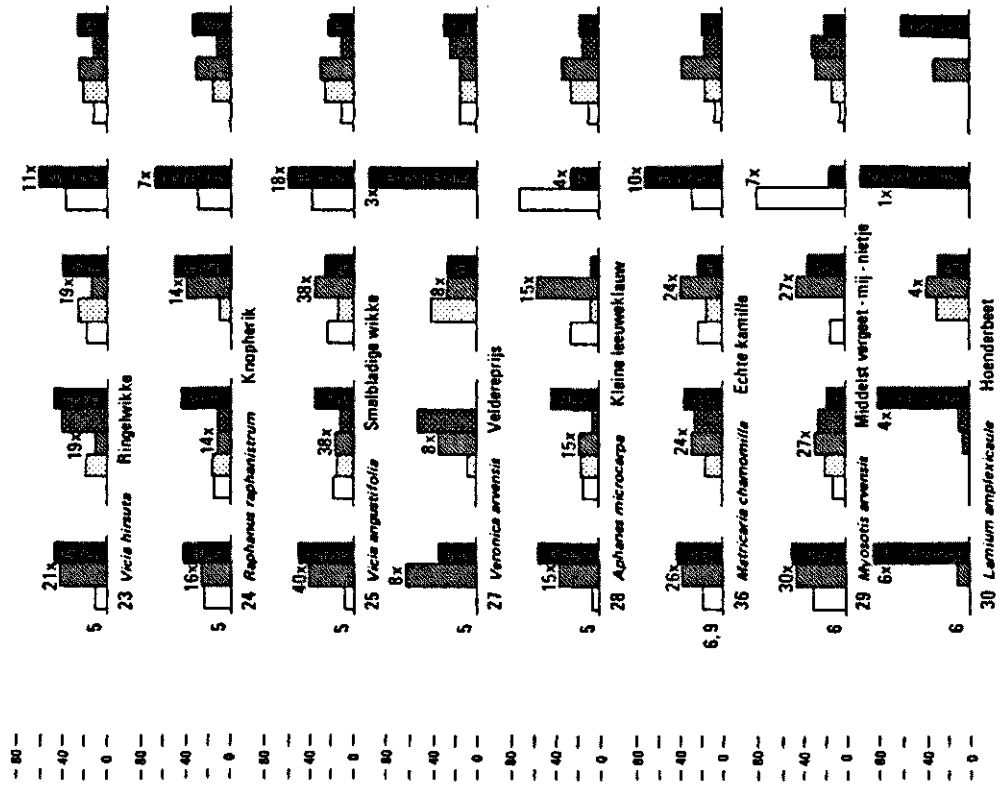
* Niet gepubliceerd; op aanvraag verkrijgbaar bij het genoemde instituut / Not published; obtainable from the involved institute.

Bijlagen

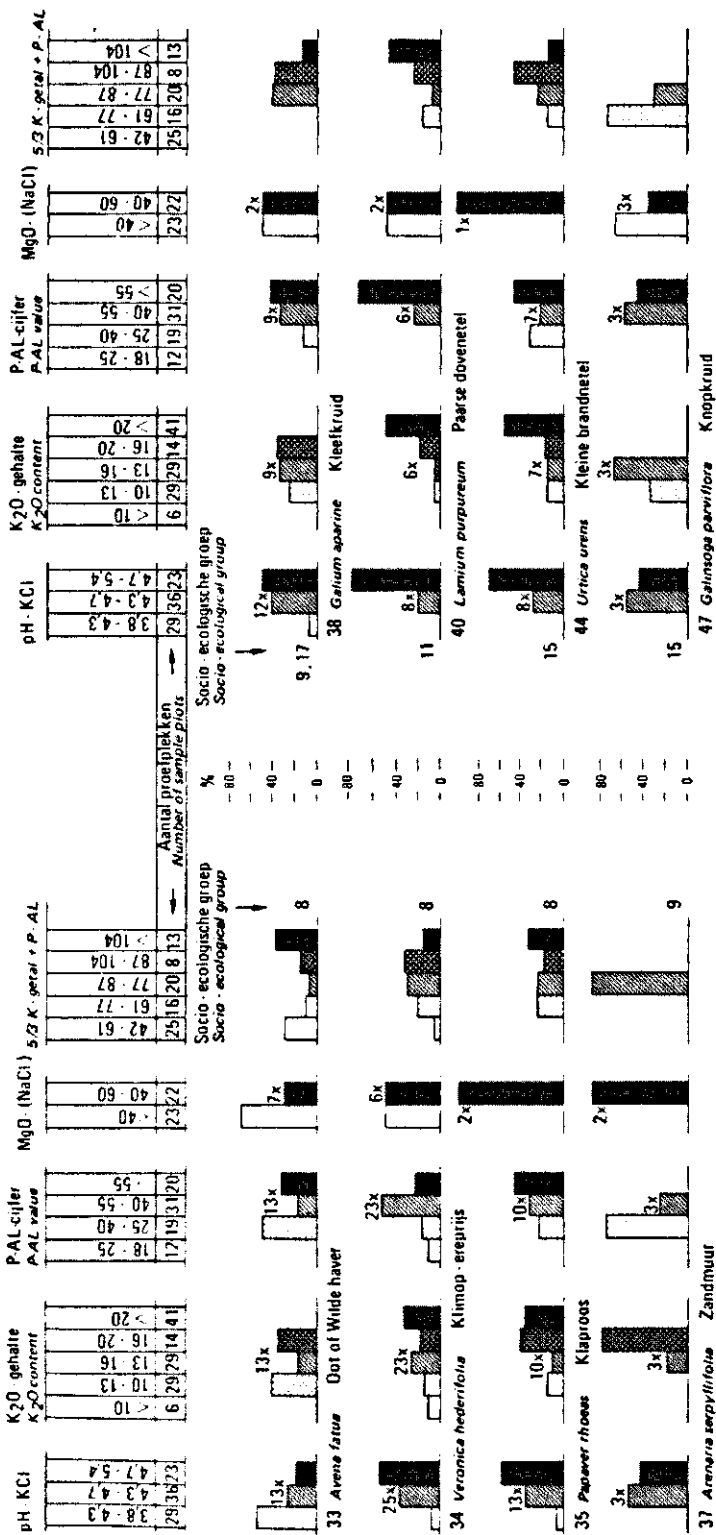
I.1 Oecologische frequentieverdeling van een aantal akkeronkruiden op enkeerdgronden bij Raalte (Salland, Overijssel). Van elk spectrum is het totaal 100%.

I.1 Ecological frequency-distribution of some arable weed species on 'enk' earth soils (slightly loamy plaggen soils) in Salland near Raalte. The total of each spectrum is 100%.





7, 42, etc.: aantal plekken/number of plots.



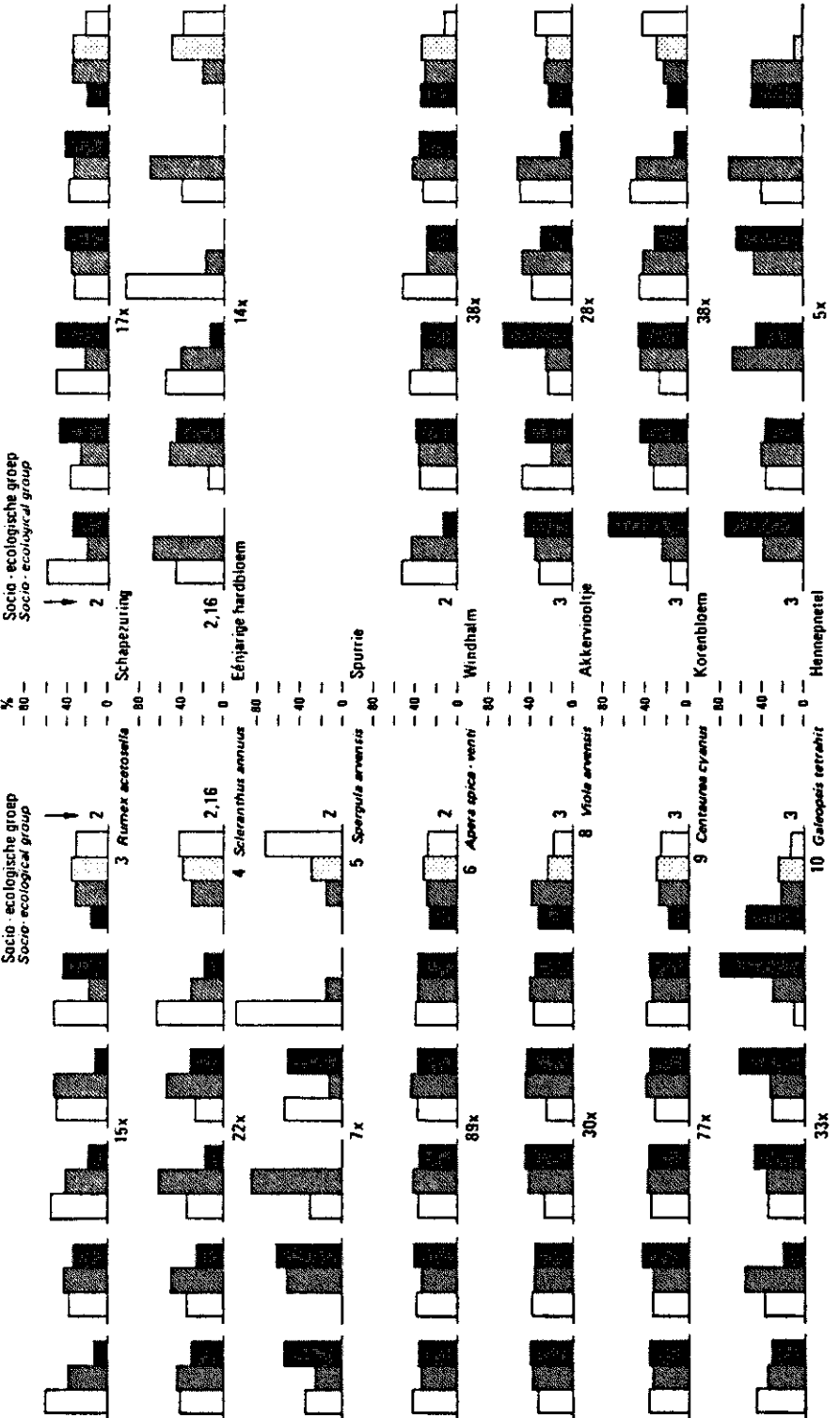
I.2 en I.3 Oecologische frequentieverdeling van een aantal akkeronkruiden op leemarme tot sterk lemige zandgronden bij Borger en Venray. Van elk spectrum is het totaal 100%.

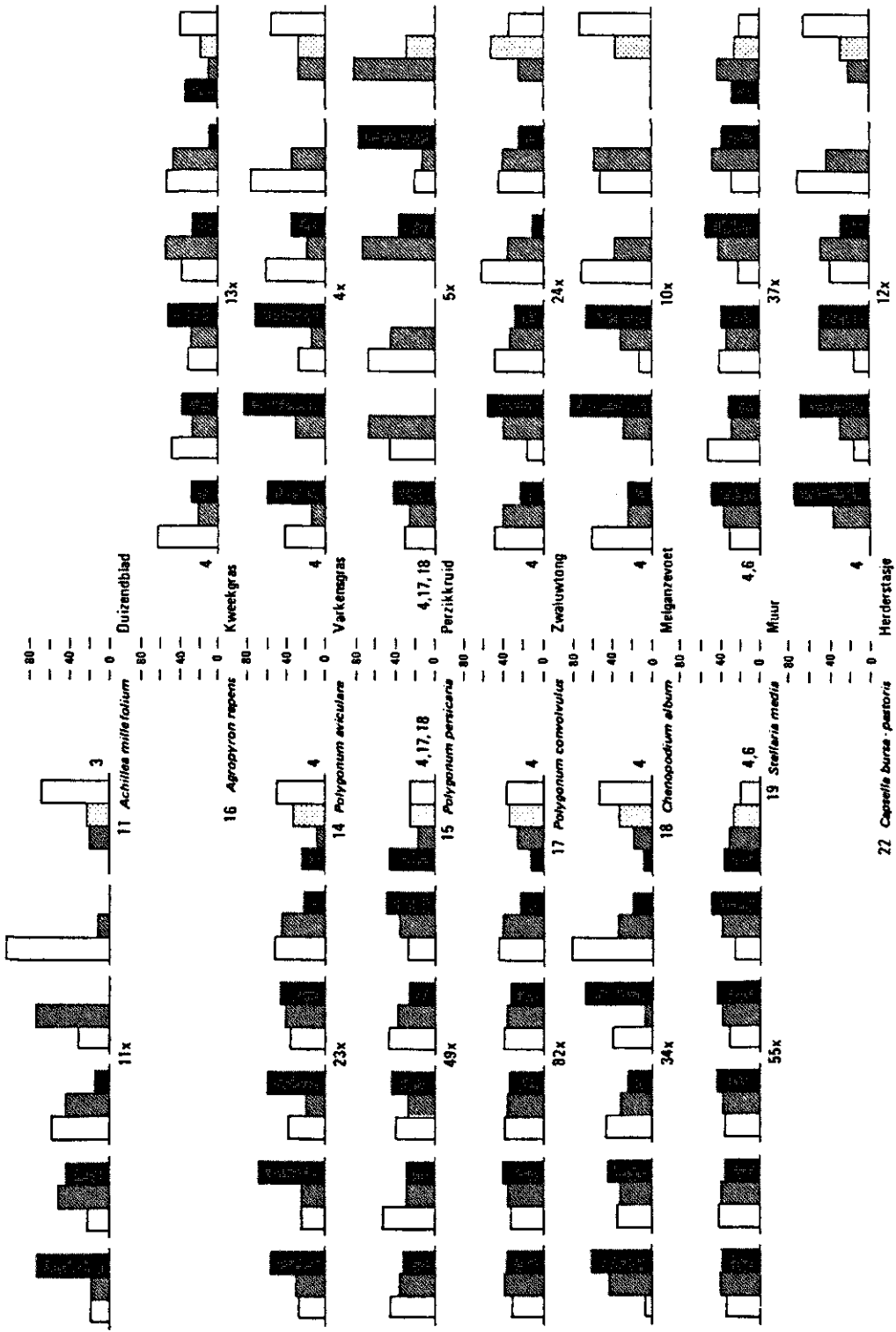
I.2 and I.3 Ecological frequency-distribution of some arable weed species loam-poor, slightly loamy and very loamy sand soils near Borger and Venray. The total of each spectrum is 100%.

I.2. Borger

I.3. Venray

pH - KCl		K ₂ O - gehalte K ₂ O content		P - citr. P - citric acid		MgO - gehalte MgO content		% Humus		Gem. hoogste grondw. stand Mean highest water table (april)		
> 4.7	> 15	> 25	> 40	> 5	> 8	> 100 - 150 cm	> 150 cm	> 18	> 32	> 6	> 18	> 32
4.2 - 4.7	15 - 25	25 - 40	25 - 40	5 - 8	8	100 - 150 cm	100 - 150 cm	14	17	11	29	35
4.2	4.5	4.2	4.7	4.2	4.7	50 - 100 cm	50 - 100 cm	16	19	11	29	35
						< 50 cm	< 50 cm	17	20	11	29	35
						< 60 cm	< 60 cm	18	21	11	29	35
						< 100 - 150 cm	< 100 - 150 cm	19	22	11	29	35
						> 150 cm	> 150 cm	20	23	11	29	35
								21	24	11	29	35
								22	25	11	29	35
								23	26	11	29	35
								24	27	11	29	35
								25	28	11	29	35
								26	29	11	29	35
								27	30	11	29	35
								28	31	11	29	35
								29	32	11	29	35
								30	33	11	29	35
								31	34	11	29	35
								32	35	11	29	35
								33	36	11	29	35
								34	37	11	29	35
								35	38	11	29	35
								36	39	11	29	35
								37	40	11	29	35
								38	41	11	29	35
								39	42	11	29	35
								40	43	11	29	35
								41	44	11	29	35
								42	45	11	29	35
								43	46	11	29	35
								44	47	11	29	35
								45	48	11	29	35
								46	49	11	29	35
								47	50	11	29	35
								48	51	11	29	35
								49	52	11	29	35
								50	53	11	29	35
								51	54	11	29	35
								52	55	11	29	35
								53	56	11	29	35
								54	57	11	29	35
								55	58	11	29	35
								56	59	11	29	35
								57	60	11	29	35
								58	61	11	29	35
								59	62	11	29	35
								60	63	11	29	35
								61	64	11	29	35
								62	65	11	29	35
								63	66	11	29	35
								64	67	11	29	35
								65	68	11	29	35
								66	69	11	29	35
								67	70	11	29	35
								68	71	11	29	35
								69	72	11	29	35
								70	73	11	29	35
								71	74	11	29	35
								72	75	11	29	35
								73	76	11	29	35
								74	77	11	29	35
								75	78	11	29	35
								76	79	11	29	35
								77	80	11	29	35
								78	81	11	29	35
								79	82	11	29	35
								80	83	11	29	35
								81	84	11	29	35
								82	85	11	29	35
								83	86	11	29	35
								84	87	11	29	35
								85	88	11	29	35
								86	89	11	29	35
								87	90	11	29	35
								88	91	11	29	35
								89	92	11	29	35
								90	93	11	29	35
								91	94	11	29	35
								92	95	11	29	35
								93	96	11	29	35
								94	97	11	29	35
								95	98	11	29	35
								96	99	11	29	35
								97	100	11	29	35
								98	101	11	29	35
								99	102	11	29	35
								100	103	11	29	35

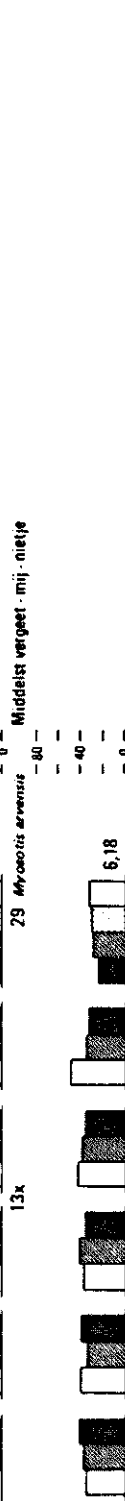
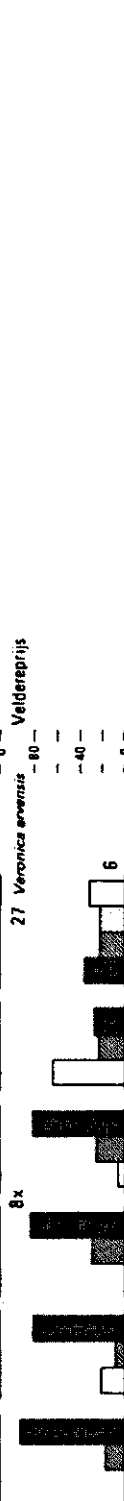
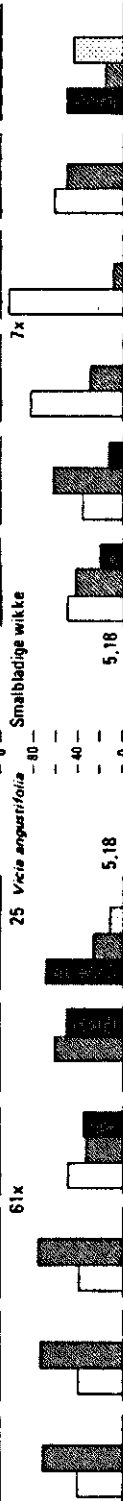
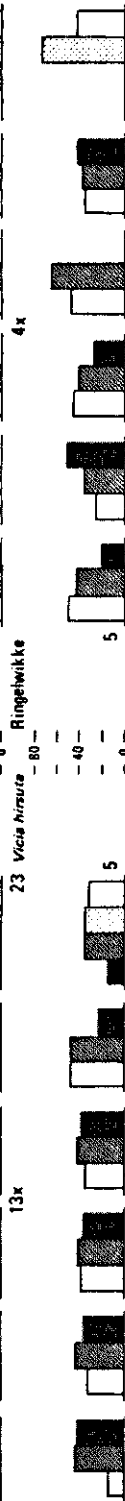
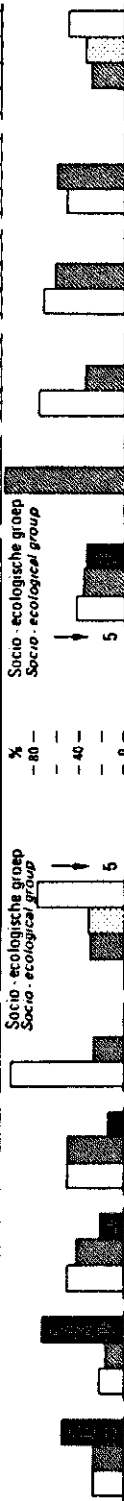




15 x, 22 x, etc.: aantal plekken/number of plots.

1.2 Burger (vervolg / continued)

pH-KCl	K ₂ O-gehalte K ₂ O content	P-citr. P-citric acid	MgO-gehalte MgO content	% Humus	Gem. hoogste grondw. stand Mean highest waterable (april)	Aantal proefplekken Number of sample plots		Socio-ecologische groep Socio-ecological group
						11-29	35-26	
< 4.2	< 15	< 25	< 25	< 5	< 60 cm	14	69	17
4.2-4.7	15-25	25-40	25-40	5-8	60-100 cm	39	38	23
> 4.7	> 25	> 40	> 40	> 8	> 150 cm	11	29	35
27-55	45-41	24-49	39-38	14-69				



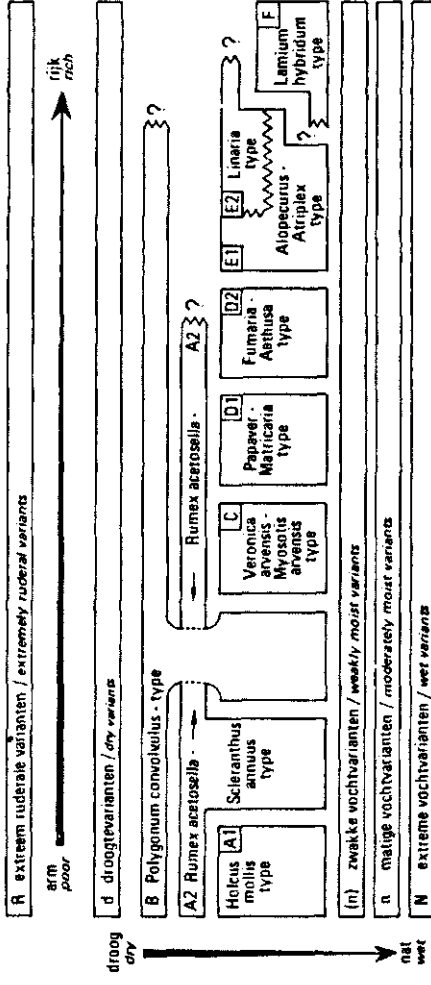
1.3 Venray (vervolg / continued)

pH-KCl	K ₂ O-gehalte K ₂ O content	P-citr. P-citric acid	MgO-gehalte MgO content	% Humus	Gem. hoogste grondw. stand Mean highest waterable (april)	Aantal proefplekken Number of sample plots		Socio-ecologische groep Socio-ecological group
						15-36	18	
< 4.4	< 10	< 20	< 20	< 5	< 60 cm	18	34	17
4.4-5.2	10-20	20-40	20-40	5-8	60-100 cm	15	40	14
> 5.2	> 20	> 40	> 40	> 8	> 150 cm	17	38	14
15-36	18	17	18	9				



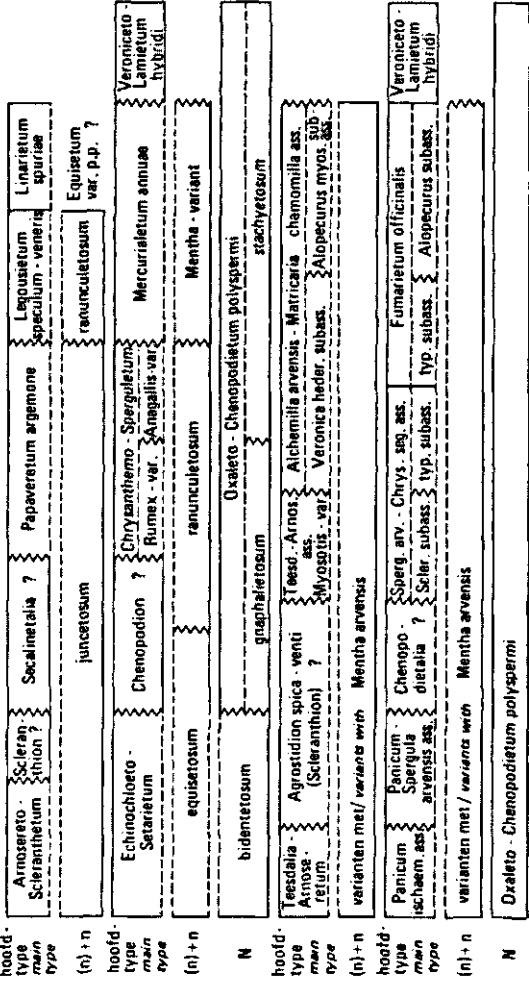
- II.1 Oecologisch en systematisch schema van de akkeronkruidvegetatie (zie voor voetnoten pag 76).
- II.1 Ecological and systematical outline of the arable weed vegetation (for footnotes see page 76).
- II.2 Het voorkomen van socio-oecologische groepen in de vegetatie-eenheden, tevens determinatieschema (zie voor voetnoten pag. 76).
- II.2 The occurrence of the socio-ecological groups in the vegetation units, also determination key (for footnotes see page 76).

Oecologisch schema
Ecologic scheme



extreem nitrofiel
extremely nitrophile
Gt 3)
waterbare
class
VII
> 80 cm leemarme, zwak humeuze gronden
poor soil and with low organic matter content
meestal > 80 cm
mostly
veak sterk humeus en/of sterk lemig,
indien anders: GHG < 20 cm
often very humic and / or very loamy,
if not: GHG ≤ 20 cm
40 - 80 cm
II, III, V < 40 cm

Sissingh (1950) Tuxen (1955), Meisel (1960)
Synsystematische verwantschap / Synsystematic relationship 11



Secalinetalia
alleen onder halmvruchten, vnl. wintergraan
solely under cereals, mainly winter cereals

Chenopodietalia
onder halm - maar vnl. onder halmvruchten,
zelden of nooit onder wintergraan
under cereals, but mainly under root crops
rarely or never under winter cereals

Agrostidion (Centraetalia)
alleen onder halmvruchten, vooral wintergraan
solely under cereals, esp. winter cereals

Chenopodietalia
onder hak en halmvruchten,
zelden onder wintergraan
under root crops and cereals,
rarely under winter cereals

Legend

- moet voorkomen
must be present
- abundantie varieert
abundance varies
- mag voorkomen
may be present
- abundantie varieert
abundance varies
- moet voorkomen
must be present
- M of B (?)
M or B (2)
- moet voorkomen
must be present
- P tot A (+ → 1)
abundantie / dekking
P to A (+ → 1)
- kan schaars aanwezig zijn
few plants may be present
- abundantie / dekking
ex of R
abundance / cover ex of R
- een van de groepen moet
aanwezig zijn in de
aangegeven abundantie
one of the groups must be
present with the indicated
abundance

Socio-ecologische groepen Socio-ecological groups	type A1 Z1 Holcus mollis	type A2 Rumex ac. Scleranthus al.	type B Polygonum convolvulus	type C Veronica Myosotis	type D1 Papaver Matricaria	type D2 Fumaria Aethusa	type E1 Alopecurus Atriplex	type E2 Linaria	type F Lamium hybridum
1 Antioxantum - Holcus mollis gr.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2 Scleranthus - Rumex acetos. gr.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3 Centaurea cyanus gr.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4 Polygonum convolvulus gr.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5 Veronica arvensis gr.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6 Myosotis arvensis gr.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7 Papaver dubium gr.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8 Papaver rhoeas gr.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9 Anagallis - Matricaria cham. gr.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10 Aethusa cynapium gr.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11 Fumaria officinalis gr.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12 Alopecurus myosuroides gr.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13 Linaria minor gr.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14 Lamium hybridum gr.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15 Urtica urens gr.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
vochtgroepen moisture groups	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16 Lycopodium arvensis gr.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17 Poa annua gr.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18 Juncus bufonius gr.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19 Ranunculus repens gr.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20 Oxalis stricta gr.	—	—	—	—	—	—	—	—	—

1. Wat de synsystematische verwantschap betreft, kan men niet stellen, dat alle vegetaties die onder halmvruchten worden aangetroffen, automatisch 'halmvruchtgezelschappen' (*Secalinetalia*) zouden zijn. Evenmin komen onder hakvruchten uitsluitend *Chenopodietalia*-gezelschappen voor.

Indien weinig of geen winterannuëllen, en daarentegen ruimschoots zomerannuëllen aanwezig zijn, heeft men steeds wel met een hakvruchtgezelschap (*Chenopodietalia*) te maken.

1. As far as the synsystematic relation is concerned, it cannot be stated that all vegetations found under cereal crops should be 'cereal crop-communities' (*Secalinetalia*) automatically. Likewise under root crops not exclusively *Chenopodietalia*-communities occur.

If little or no winterannuals, but on the other hand abundant summer annuals are present, one always has to do with a root crop community (*Chenopodietalia*).

2. Zie bijlage II.1, inclusief noot 1.

2. See appendix II.1, including note 1.

3. *Vochtvariant N* komt op niet al te zware gronden overeen met grondwatertrap (Gt) II, III en V. De gemiddelde hoogste grondwaterstand is dan < 40 cm — mv (GHG < 40 cm — mv).

Vochtvariant n komt op leemarme en zwaklemige en op humusarme en humeuze gronden (humuspodzolgronden e.d.) overeen met Gt IV en VI (GHG 40–80 cm – mv).

Vochtvariant (n) komt over het algemeen voor op gronden met een zeker vochthoudend vermogen bij hoogste grondwaterstanden die gewoonlijk > 80 cm – mv liggen (Gt VII). Op zeer schone akkers kan vochtvariant (n) corresponderen met Gt IV of VI.

Droogtevariant d is meestal afwezig op gronden met een aanzienlijk vochthoudend vermogen bij een GHG van > 80 cm – mv.

Indien droogte- of vochtvariantsoorten (uit de socio-ecologische groepen 16 t/m 20) afwezig zijn, is de GHG > 80 cm – mv (Gt VII).

Van de typen E en F komen vermoedelijk geen droogtevarianten voor, maar zijn vrijwel altijd de (n) variant of 'nattere' varianten aanwezig. De typen E1 en E2 komen meestal op lemige en kleiïge gronden voor, al of niet met diep grondwater.

3. *Moisture variant N* coincides, at not very fine textured soils, with watertable classes (Gt) II, III and V. The mean highest watertable (GHG) is then < 40 cm below surface.

Moisture variant n coincides, at poor to slightly loamy and at poor humic and humic soils (Humus podzol soils etc.) with Gt IV and VI (GHG 40–80 cm below surface).

Moisture variant (n) is generally found on soils with a certain moisture retention capacity at highest groundwaterlevels usually in the range of > 80 cm below surface (Gt VII). On very 'clean' arable land, moisture variant (n) can correspond to Gt IV or VI.

Drought variant d is usually absent on soils with a rather high moisture retention capacity at a GHG of > 80 cm below surface.

If drought- or moisture variant species (of the socio-ecological groups 16 up to 20 inclusive) are absent, GHG is > 80 cm below surface (Gt VII).

Of types E and F most likely no drought variants occur, but almost always the (n) variant or 'variants of higher moisture' are present.

Types E1 and E2 are usually found on loamy and clayey soils, with or without deep groundwater.

III Wetenschappelijke en Nederlandse naam, levensvorm, verspreidingstype en socio-oecologische groep van de voornaamste onkruiden.

III Scientific and Dutch name, life form, distribution type and socio-ecological group of the most important weeds.

Wetenschappelijke naam Scientific name	Nederlandse naam Dutch name	Levens- vorm Life form	Versprei- dingstype Distribution type	Groep group
<i>Achillea millefolium</i> L.	Duizendblad	Hs	v, h, a, z	3, 4
<i>Aethusa cynapium</i> L.	Hondspeterselie	Ta	h, A, au	10
<i>Agropyron repens</i> P.B.	Kweek	Gr	v, h, a, z	4
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	Fioringras	Hs	v, h, a, z	4
<i>Alopecurus myosuroides</i> Huds.	Duist	Th	(v), h, a, z	12
<i>Alopecurus geniculatus</i> L.	Geknikte vossestaart	Chr		20
<i>Anagallis arvensis</i> L.	Guichelheil	Ta	(v), z	9
<i>Anthemis arvensis</i> L.	Valse kamille	Ta	(v), h, a	5
<i>Anthemis cotula</i> L.	Stinkende kamille	Ta	(v), h, a	12
<i>Anthoxanthum puelii</i> Lecoq et Lamotte	Slofhak	Th	v, h, a, z	1
<i>Antirrhinum orontium</i> L.	Akkerleeuwebek	Ta	(v), a, z	7
<i>Apera spica-venti</i> P.B.	Windhalm	Th	v, h	2
<i>Aphanes microcarpa</i> Rothm.	Kleine leeuwklauw	Th	(v), h, a, z	5
<i>Arabidopsis thaliana</i> Heynh.	Zandraket	Th	v	7
<i>Arenaria serpyllifolia</i> L.	Zandmuur	Th	v, h, z	9
<i>Arnoseris minima</i> Schw. et Körte	Korensla	Th	V, h	1
<i>Atriplex hastata</i> L.	Spiesbladige melde	Ta	(v), H, z	14
<i>Atriplex patula</i> L.	Uitstaande melde	Ta	(v), H, z	12
<i>Avena fatua</i> L.	Oot (wilde haver)	Ta	h, A, z, au	8
<i>Bidens tripartita</i> L.	Driedelig tandzaad	Ta	H, A, z	20
<i>Calystegia sepium</i> R.Br.	Haagwinde	Grh	h, A, au	9
<i>Capsella bursa-pastoris</i> Med.	Herderstasje	Te	(v), z	4
<i>Centaurea cyanus</i> L.	Korenbloem	Th	h, A, z, au	3
<i>Cerastium arvense</i> L.	Akkerhoornbloem	Chr	v, h, z	3
<i>Cerastium holosteoides</i> Fr.	Hoornbloem	Chr	v, h, z	2, 18
<i>Cerastium semidecandrum</i> L.	Zandhoornbloem	Th	v, h, z	2
<i>Chenopodium album</i> L.	Mel ganzevoet	Ta	(v), h, a, z	4
<i>Chenopodium polyspermum</i> L.	Korrelganzevoet	Ta	v, h, z	20
<i>Chenopodium rubrum</i> L.	Rode ganzevoet	Ta	v, h	14
<i>Chenopodium ficifolium</i> Sm.	Stippelganzevoet	Ta	(v), h, a, z	14
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i> L.	Margriet	Hs	v, h, a, z	5
<i>Chrysanthemum segetum</i> L.	Gele ganzebloem	Ta	h, a, z	8
<i>Cirsium arvense</i> Scop.	Akkerdistel	Grh	V, h, A, z	11, 18
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Akkerwinde	Gr	h, a, au	9
<i>Coronopus squamatus</i> Aschrs.	Varkenskers	Ta	h, a, z, au	14
<i>Daucus carota</i> L.	Peen	Hs	(v), h, a	12
<i>Digitaria ischaemum</i> Schreb. ex Mühlenb.	Glad vingergras	Ta	(v), h, a, z	1
<i>Echinochloa crus-galli</i> P.B.	Hanepoot	Ta	(v), h, A, z	2, 15
<i>Equisetum arvense</i> L.	Heermoes	Grh	V, h, a, z	6, 17

<i>Equisetum palustre</i> L.	Lidrus	Grh	V, h, a, z	11, 12, 17
<i>Erigeron canadensis</i> L.	Canadese fijnstraal	Th	V, h	2, 16
<i>Erodium cicutarium</i> l'Herit ex Ait.	Reigersbek	Te	(v), h, a, z	2, 16
<i>Erophila verna</i> Chevallier	Vroegeling	Th	V	8
<i>Erysimum cheiranthoides</i> L.	Steenraket	Te	(v), a	6
<i>Euphorbia exigua</i> L.	Kleine wolfsmelk	Ta	a, z, au	10
<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	Kroontjeskruid	Ta	z, au	9
<i>Euphorbia peplus</i> L.	Tuinwolfsmelk	Ta	z, au	11
<i>Euphrasia odontites</i> L.	Rode ogentroost	Th	(v), h	8
<i>Fumaria officinalis</i> L.	Duivekervel	Te	h, au	11
<i>Galeopsis ladanum</i> L.	Raai	Ta	h, z, au	12
<i>Galeopsis segetum</i> Necker	Bleckgele hennepnetel	Ta	h, z, au	1, 16
<i>Galeopsis speciosa</i> Mill.	Dauwnetel	Ta	h, a, z, au	6
<i>Galeopsis tetrahit</i> L.	Hennepnetel	Ta	h, a, z, au	3
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	Knopkruid	Ta	V, h, a, z	15
<i>Galinsoga ciliata</i> Blake	Behaard knopkruid	Ta	V, h, a, z	15
<i>Galium aparine</i> L.	Kleefkruid	Th	h, A, Z	9, 17
<i>Galium palustre</i> L.	Moeraswalstro	Hs	H, a, Z	20
<i>Geranium dissectum</i> Jusl.	Slipbladige ooievaarsbek	Te	(v), h, a, z	11
<i>Geranium molle</i> L.	Zachte ooievaarsbek	Te	(v), h, a	11
<i>Geranium pusillum</i> L.	Kleine ooievaarsbek	Te	(v), h, a	15
<i>Glechoma hederacea</i> L.	Hondsdrif	Chr	a, z, au	11
<i>Gnaphalium uliginosum</i> L.	Moerasdroogbloem	Ta	V, h	18
<i>Holcus lanatus</i> L.	Witbol	Hs	v, h	4
<i>Holcus mollis</i> L.	Zachte witbol (wollig zorg-gras)	Gr	v, h, A	1
<i>Hypochaeris glabra</i> L.	Glad biggekruid	Te	V, h, a	7, 16
<i>Juncus bufonius</i> L.	Greppelfrus	Ta	v, h, z	18
<i>Juncus effusus</i> L.	Pitrus	Hs	V, h, (z)	20
<i>Lamium album</i> L.	Witte dovenetel	Hs	A, au	15
<i>Lamium amplexicaule</i> L.	Hoenderbeet	Te	A, z, au	6
<i>Lamium hybridum</i> Vill.	Ingesneden dovenetel	Te	A, z, au	14
<i>Lamium purpureum</i> L.	Paarse dovenetel	Te	a, au	11
<i>Lapsana communis</i> L.	Akkerkool	Ta	V, h	11
<i>Lathyrus tuberosus</i> L.	Aardaker	Gb	A, au	10
<i>Legousia speculum-veneris</i> Fisch.	Spiegelklokje	Th	(v), z	10
<i>Leontodon autumnalis</i> L.	Herfst leeuwetand	Hr	V, h	4
<i>Linaria elatine</i> Mill.	Spiesleeuwebek	Ta	v, h	13
<i>Linaria minor</i> Desf.	Kleine leeuwebek	Ta	v	13
<i>Linaria spuria</i> Mill.	Eironde leeuwebek	Ta	v, h	13
<i>Lithospermum arvense</i> L.	Ruw parelzaad	Th	A, z, au	8
<i>Lolium perenne</i> L.	Engels raaigras	Hs	(v), h, z	4
<i>Lotus uliginosus</i> Schkuhr.	Moerasrolklaver	Hs	a, z, au	20
<i>Lycopsis arvensis</i> L.	Kromhals	Ta	z	7, 16
<i>Malva neglecta</i> Wallr.	Klein kaasjeskruid	Ta	h, a, z, au	15
<i>Matricaria chamomilla</i> L.	Echte kamille	Ta	v, h	6, 9
<i>Matricaria inodora</i> L.	Reukloze kamille	Ta	(v), H, a, z	14
<i>Matricaria matricarioides</i> Porter	Schijfkamille	Ta	v, a, z	12
<i>Medicago lupulina</i> L.	Hopklaver	Ta	h, a, z, au	12
<i>Melampyrum arvense</i> L.	Wilde weit	Ta	z	12

<i>Melandrium album</i> Garcke	Avondkoekoeksbloem	Tb	A, au	8
<i>Melandrium noctiflorum</i> Fr.	Nachtkoekoeksbloem	Ta	A, au	8
<i>Mentha arvensis</i> L.	Akpermunt	Grh	h, A, au	6, 18
<i>Mercurialis annua</i> L.	Bingelkruid	Ta	A, z, au	11
<i>Minuartia tenuifolia</i> Hiern.	Heggemuur	Ta	(v), z	10
<i>Myosotis arvensis</i> Hill	Middelst vergeetmijnietje	Th	V, h, a, z	6
<i>Myosotis discolor</i> Pers.	Veelkleurig vergeet- mijnietje	Th	V, h, a, z	8
<i>Ornithopus perpusillus</i> L.	Vogelpootje	Th	(v), z	4, 16
<i>Oxalis stricta</i> L.	Stijve klaverzuring	Gr	a, z, au	15, 20
<i>Papaver argemone</i> L.	Ruige klaproos	Th	v, A, au	8
<i>Papaver dubium</i> L.	Kleine klaproos	Th	v, A, au	7
<i>Papaver rhoeas</i> L.	Klaproos	Th	v, A, au	8
<i>Plantago lanceolata</i> L.	Smalle weegbree	Hr	(v), a, z	9
<i>Plantago major</i> L.	Grote weegbree	Hr	v, a, z	18
<i>Poa annua</i> L.	Straatgras	Te	v, h, z	4, 17
<i>Poa trivialis</i> L.	Ruw beemdgras	Hs	v, h, a, z	17
<i>Polygonum amphibium</i> L.	Veenwortel	Grh	Z	11, 20
<i>Polygonum aviculare</i> L.	Varkensgras	Ta	(v), a, z	4
<i>Polygonum convolvulus</i> L.	Zwaluw tong	Ta	(v), h, z	4
<i>Polygonum hydropiper</i> L.	Waterpeper	Ta	(v), h, a, z	19
<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	Viltige duizendknoop	Ta	(v), h, a, z	4
<i>Polygonum persicaria</i> L.	Perzikkruid	Ta	(v), h, a, z	4, 17, 18
<i>Potentilla anserina</i> L.	Zilverschoon	Chr	H, z	20
<i>Ranunculus arvensis</i> L.	Akkerboterbloem	Th	h, A, z, au	10
<i>Ranunculus repens</i> L.	Kruipende boterbloem	Hr	H, a, z	19
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Knopherik	Ta	h, A, au	5
<i>Rorippa islandica</i> Borbás	Moeraskers	Ta	v, H, a	18
<i>Rorippa sylvestris</i> Besser	Akkerkers	Gr, Hs	v, h, a, z	14
<i>Rumex acetosa</i> L.	Veldzuring	Hs	v, a, Z	4
<i>Rumex acetosella</i> L.	Schapezuring	Gr Hs	v, a, Z	2
<i>Rumex crispus</i> L.	Krulzuring	Hs	(v), H, a, z	15
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	Ridderzuring	Hs	(v), h, a, z	15
<i>Sagina procumbens</i> L.	Liggende vetmuur	Te	v	20
<i>Scandix pecten-veneris</i> L.	Naaldenkervel	Th	A, au	10
<i>Scleranthus annuus</i> L.	Eenjarige hardbloem	Th	h, z	2, 16
<i>Scutellaria galericulata</i> L.	Glidkruid	Grh	H, a, au	18
<i>Senecio sylvaticus</i> L.	Boskruiskruid	Ta	V, h	2, 16
<i>Senecio vulgaris</i> L.	Kruiskruid	Te	V, h, z	4, 15
<i>Setaria viridis</i> P.B.	Groene naalbaar	Ta	(v), h, A, z	2
<i>Sherardia arvensis</i> L.	Blauw walstro	Th	(v), h	10
<i>Silene cucubalus</i> Wibel	Blaassilene	Hs	(v), A, au	10
<i>Sinapis arvensis</i> L.	Herik	Ta	a, z, au	11
<i>Sisymbrium officinale</i> Scop.	Raket	Ta	(v), a, z	15
<i>Solanum nigrum</i> L.	Zwarte nachtschade	Ta	h, Z	4
<i>Sonchus arvensis</i> L.	Akkermelkdistel	Gr	V, h, z	5, 18
<i>Sonchus asper</i> Hill.	Ruwe melkdistel	Ta	V, h, z	9
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Melkdistel	Ta	V, h, z	9
<i>Spergula arvensis</i> L.	Spurrie	Te	V, z	2
<i>Spergularia rubra</i> J. et C. Presl	Rode schijnspurrie	Te	v, h, z	1, 20
<i>Stachys arvensis</i> L.	Akkerandoorn	Ta	h, z	7

<i>Stachys palustris</i> L.	Moerasandoorn	Grh	H, a, z, au	9, 20
<i>Stellaria media</i> Vill.	Muur	Te	v, h, a, z	4, 6
<i>Symphytum officinale</i> L.	Smeerwortel	Hs	h, a, au	20
<i>Taraxacum officinale</i> Weber	Paardebloem	Hr	V, h, z	4
<i>Teesdalia nudicaulis</i> R.Br.	Klein tasjeskruid	Th	v, z	1
<i>Thlaspi arvense</i> L.	Witte krodde	Te	v, z	11
<i>Trifolium dubium</i> Sibth.	Kleine klaver	Ta	(v), h, a	17
<i>Trifolium repens</i> L.	Witte klaver	Chv	a, z, au	17
<i>Tussilago farfara</i> L.	Klein hoefblad	Gr	V, h, z	5, 17
<i>Urtica dioica</i> L.	Grote brandnetel	Hs	v, h, a, Z	15
<i>Urtica urens</i> L.	Kleine brandnetel	Ta	(v), h, Z	15
<i>Veronica agrestis</i> L.	Akker-ereprijs	Te	(v), z	11
<i>Veronica arvensis</i> L.	Veld-ereprijs	Th	v, z	5
<i>Veronica hederifolia</i> L.	Klimop-ereprijs	Th	(v), Z	8
<i>Veronica opaca</i> Fr.	Doffe ereprijs	Te	(v)	14
<i>Veronica persica</i> Poiz.	Grote ereprijs	Te	(v)	14
<i>Veronica polita</i> Fr.	Gladde ereprijs	Te	(v)	11
<i>Veronica triphyllos</i> L.	Driebladige ereprijs	Th	(v)	7
<i>Vicia sativa</i> ssp. <i>angustifolia</i> Gaud. (= <i>V. angustifolia</i> Roth.)	Smalbladige wikke	Th	A, z, au	5
<i>Vicia hirsuta</i> S. F. Gray	Ringelwikke	Th	a, au	5
<i>Vicia tetrasperma</i> Schreb.	Vierzadige wikke	Th	a, au	7
<i>Viola arvensis</i> Murr.	Akkerviooltje	Te	au	3

Levensvormen (volgens Sissingh 1950)

Life forms (according to Sissingh 1950)

Ta = therophyta aestivalia (zomerannuellen);	Gr = geophyta radicigemma (wortelknopgeophyten);
Th = therophyta hivernalia (winterannuellen);	Hr = hemicyptophyta rosulata (rozetplanten);
Tb = therophyta biannuella (tweejarige planten);	Hs = hemicyptophyta scaposa (schachtplanten);
Te = therophyta epeteia (in zomerdracht overwinterende annuellen);	Chr = chamaephyta reptantia (kruipende planten);
Gb = geophyta bulbosa (knolgeophyten);	Chv = chamaephyta velantia (dwergstruiken).
Grh = geophyta rhizomata (wortelstokgeophyten);	

Verspreidingstypen (in hoofdzaak volgens Feekes (1936), uit Sissingh 1950)

Distribution types (mainly according to Feekes (1936), from Sissingh 1950)

V, v, (v)	= anemochoor (door de wind);
H, h, (h)	= hydrochoor (door water);
A, a, (a)	= anthropochoor (door de mens);
Z, z, (z)	= zoöchoor (door dieren);
Au, au, (au)	= autochoor (beperkt, bijv. door de plant zelf);
kapitaal	= effectieve verspreiding over grote afstanden;
capital	= effective distribution over large distances
onderkast letter	= matig doelmatige verspreiding over geringe afstanden;
lower-case letter	= rather efficient distribution over little distances
(letter)	= weinig doelmatige verspreiding over zeer geringe afstanden;
	= little efficient distribution over very little distances

IV De socio-oecologische soortengroepen van de akkeronkruid gezelschappen.
IV The socio-ecological species groups of the arable weed communities.

	Th		Te		Ta		G + H, enz.
	oligotroof	eutroof	in zomerdracht overwinterende zomerannuellen in summer habitus	winterannuellen winter annuels	zomerannuellen summer annuels	overjarige planten perennuels	
	A	C	D1	D2	E1	E2	F
1	xxxx						
2	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx			
3	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	
4	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx
	Anthoxanthum - Holcus mollis-groep						
	<i>Anthoxanthum puelii</i>						
	<i>Aroseris minima</i>						
	<i>Teesdalia nudicaulis</i>						
	Scleranthus - Rumex acetosella-groep						
	<i>Apera spica-venti</i>						
	<i>Scleranthus annuus</i> ¹⁶						
	<i>Cerastium semidecandrum?</i>						
	<i>Erigeron canadensis</i> ¹⁶						
	Centaurea cyanus-groep						
	<i>Centaurea cyanus</i>						
	<i>Viola arvensis</i>						
	Polygonum convolvulus-groep						
	<i>Ornithopus perpusillus</i> ¹⁶						
	<i>Poa annua</i> ¹⁷						
	<i>Capsella bursa-pastoris</i>						
	<i>Senecio vulgaris</i> ¹⁵						
	<i>Polygonum convolvulus</i>						
	<i>Polygonum aviculare</i>						
	<i>Chenopodium album</i>						
	<i>Polygonum lapathifolium</i>						
	<i>Polygonum persicaria</i> ^{17, 18}						
	<i>Leontodon autumnalis</i>						
	<i>Stellaria media</i> ⁶						
	<i>Solanum nigrum</i>						
	<i>Agrostis stolonifera</i>						
	<i>Agropyron repens</i>						
	<i>Achillea millefolium</i> ³						
	<i>Holcus lanatus</i>						
	<i>Leontodon autumnalis</i>						
	<i>Lolium perenne</i>						
	<i>Traxacum officinale</i>						
	<i>Rumex acetosa</i>						
	<i>Holcus mollis</i>						
	<i>Galeopsis segetum</i> ¹⁶						
	<i>Digitaria ischaemum</i>						
	<i>Echinochloa crus-galli</i> ¹⁵						
	<i>Setaria viridis</i>						
	<i>Senecio sylvaticus</i> ¹⁶						
	<i>Rumex acetosella</i>						
	<i>Cerastium holosteoides</i> ¹⁸						
	<i>Achillea millefolium</i> ⁴						
	<i>Cerastium arvense</i>						

5	xxxx xxxx xxxx xxxx xxxx xxxx xxxx xxxx xxxx xxxx	Veronica arvensis-groep <i>Veronica arvensis</i> <i>Aphanes microcarpa</i> <i>Vicia angustifolia</i> <i>Vicia hirsuta</i> Myosotis arvensis-groep <i>Myosotis arvensis</i>	<i>Raphanus raphanistrum</i> <i>Anthemis arvensis</i>	<i>Chrysanthemum leucanthemum</i> <i>Tussilago farfara</i> ¹⁷ <i>Sonchus arvensis</i> ¹⁸
6	xxxx xxxx xxxx xxxx xxxx xxxx xxxx xxxx xxxx xxxx	<i>Lamium amplexicaule</i> <i>Erysimum cheiranthoides</i>	<i>Stellaria media</i> (opri- maal) ⁴ <i>Marricaria chamomilla</i> ⁹ (gereduceerde vitaliteit) (reduced vitality) <i>Galeopsis speciosa</i>	<i>Equisetum arvense</i> ¹⁷ <i>Mentha arvensis</i> ¹⁸
7	xxxx xxxx xxxx xxxx xxxx xxxx xxxx xxxx xxxx xxxx	Papaver dubium-groep <i>Papaver dubium</i> <i>Veronica triphyllus</i> <i>Arabislopsis thaliana</i> <i>Vicia tetrasperma</i>	<i>Hypochaeris glabra</i> ¹⁶ <i>Stachys arvensis</i> <i>Lycopsis arvensis</i> ¹⁶ <i>Anthrithium orontium</i>	
8	xxxx xxxx xxxx xxxx xxxx xxxx xxxx xxxx xxxx xxxx	Papaver rhoeas-groep <i>Papaver rhoeas</i> <i>Papaver argemone</i> <i>Lithospermum arvense</i> <i>Veronica hederifolia</i> <i>Euphrasia odontites</i> <i>Erophila verna</i> <i>Melandrium album</i> <i>Myosotis discolor</i>	<i>Avena fatua</i> <i>Chrysanthemum segetum</i> <i>Melandrium noctiflorum</i>	

9	Anagallis - Matricaria chamomilla-groep	<i>Anagallis arvensis</i> <i>Matricaria chamomilla</i> ⁶ (optimaal) <i>Euphorbia helioscopia</i> <i>Sonchus oleraceus</i> <i>Sonchus asper</i>	<i>Convolvulus arvensis</i> <i>Plantago lanceolata</i> <i>Stachys palustris</i> ²⁰ <i>Calystegia sepium</i>
10	Aethusa cynapium-groep <i>Legousia speculum- veneris</i> <i>Sherardia arvensis</i> <i>Scandix pecten-veneris</i> <i>Ranunculus arvensis</i>	<i>Aethusa cynapium</i> <i>Minuartia tenuifolia</i> <i>Euphorbia exigua</i>	<i>Lathyrus tuberosus</i> <i>Silene cucubalus</i>
11	Fumaria officinalis-groep <i>Fumaria officinalis</i> <i>Veronica agrestis</i> <i>Veronica polita</i> <i>Thlaspi arvense</i> <i>Lamium purpureum</i> <i>Geranium dissectum</i> <i>Geranium molle</i>	<i>Mercurialis annua</i> <i>Sinapis arvensis</i> <i>Euphorbia peplus</i> <i>Lapsana communis</i>	<i>Cirsium arvense</i> ¹⁸ <i>Polygonum amphibium</i> ²⁰ <i>Glechoma hederacea</i> <i>Equisetum palustre</i> ^{12, 17}
12	Alopecurus myosuroides-groep <i>Alopecurus myosuroides</i>	<i>Atriplex patula</i> <i>Galeopsis ladanum</i> <i>Anthemis cotula</i> <i>Matricaria matricarioides</i> <i>Melampyrum arvense</i> <i>Medicago lupulina</i>	<i>Equisetum palustre</i> ^{11, 17} <i>Daucus carota</i>

13	?	x x x x	Linaria minor-groep	<i>Linaria minor</i> <i>Linaria elatine</i> <i>Linaria spuria</i>
14		x x x x	Lamium hybridum-groep	<i>Lamium hybridum</i> <i>Veronica persica</i> <i>Veronica opaca</i> <i>Chenopodium ficifolium</i> <i>Chenopodium rubrum</i> <i>Marricaria inodora</i> <i>Corynopus squamatus</i> <i>Atriplex hastata</i> <i>Rorippa sylvestris</i>

15	Soorten van extreem ruderaal standplaatsen (zeer veel N) Species of extremely ruderal stands (very much N)		Urtica urens-groep	<i>Urtica urens</i> <i>Sisymbrium officinale</i> <i>Galinsoga parviflora</i> <i>Malva neglecta</i> <i>Echinochloa crus-galli</i> ² <i>Galinsoga ciliata</i> <i>Urtica dioica</i> <i>Rumex crispus</i> <i>Lamium album</i> <i>Rumex obtusifolius</i> <i>Oxalis stricta</i> ^{2,0} (indien droog) (if dry)
----	---	--	--------------------	---

16	Soorten met duidelijk optimum op droge grond / Species with distinct optimum at dry soil		Lycopsis arvensis-groep	<i>Galeopsis segetum</i> ¹ <i>Lycopsis arvensis</i> ⁷ <i>Senecio sylvaticus</i> ² <i>Hypochaeris glabra</i> ⁷ <i>Erodium cicutarium</i> ² (alleen indien zeer vitaal) (only in case of high vitality)
----	--	--	-------------------------	--

- 17 Soorten met zeker optimum bij vocht / Species with certain optimum at high moisture
- Poa annua-groep**
*Galium aparine*⁹
- Poa annua*⁴
- Polygonum persicaria*^{4, 18}
 (alleen indien < A)
 (only if < A)
Trifolium dubium
- Equisetum palustre*¹²
*Equisetum arvense*⁶
*Tussilago farfara*⁵
Trifolium repens
Poa trivialis
- 18* Soorten waarbij mate van optreden parallel loopt met vochtigheid / Species for which abundance runs parallel with moisture
- Juncus bufonius-groep**
- Juncus bufonius*
Graphalium uliginosum
Polygonum persicaria^{4, 17}
 (indien A of meer)
 (if > A)
Rorippa islandica
- Cerastium holostroides*²
*Mentha arvensis*⁶
*Sonchus arvensis*⁵
*Cirsium arvense*¹¹
Plantago major
Scutellaria galericulata
- 19* Soorten waarbij gering voorkomen duidt op matige vochtigheid / voorkomen op hoge vochtigheid / Species with low abundance indicating moderate moisture conditions, with medium abundance indicating high moisture
- Ranunculus repens-groep**
- Polygonum hydropiper*
- Ranunculus repens*
- 20* Soorten die reeds bij gering voorkomen duiden op grote vochtigheid / Species indicating already high moisture with low abundance
- Oxalis stricta-groep**
- Spergularia rubra*¹
Sagina procumbens
- Chenopodium polyspermum*
Bidens tripartitus
- Oxalis stricta*¹³
Juncus effusus
Galium palustre
Symphytum officinale
*Polygonum amphibium*¹³
Potentilla anserina
Alopecurus geniculatus
*Stachys palustris*⁹
Lotus uliginosus

* gering voorkomen / low abundance → ex à R

matig voorkomen / medium abundance → p à A (1 à 1)

veel voorkomen / high abundance → M à B (> 2)

In humeuze, leemarme en zwak lemige zandgronden, uitgezonderd de diep humeuze gronden, zoals de enkeerdgronden en sommige stuifzandgronden, corresponderen matig vochtige omstandigheden met een gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) van 40-80 cm en grote vochtigheid met een GHG van < 40 cm. In sterk lemige en in humustrijke gronden mag men een minder sterke correlatie verwachten naarmate het vochthoudend vermogen groter is.

In sandy soils with a poor to slight loam or humus content, excepting the deeply humic soils, such as the 'enk' earth soils and some soils of stabilized inland dunes, moderate moist conditions correspond to a mean highest watertable (GHG) of 40-80 cm and high moisture to a GHG of < 40 cm. In soils rich in clay, loam or humus, a weaker correlation may be expected according as the moisture retention is higher.

Spergularia rubra → de soort behoort ook tot groep I / the species occurs also in group I.