

## VOEDSELRIJKDOM-INDICATIE VAN GRASLANDEN

VERGELIJKING EN TOETSING VAN DRIE METHODEN VOOR HET BEPALEN VAN  
DE VOEDSELRIJKDOMINDICATIE VAN GRASLANDVEGETATIES



Th.C.P. Melman  
P.H.W.A. Clausman  
H.A. Udo de Haes

CML-Mededeeling no.19  
Leiden, augustus 1985

De eerste en de laatste auteur zijn werkzaam bij het CML; de  
tweede is werkzaam bij de PPD Zuid-Holland

## INHOUD

	<u>Pag.</u>
VOORWOORD	1
I. Inleiding	2
II. De te vergelijken methoden	4
III. Materiaal en methoden	14
IV. Resultaten	18
V. Betrouwbaarheidsanalyses	32
VI. Algemene conclusies	38
VII. Discussie	40
VIII. Samenvatting	49
LITERATUUR	51

## VOORWOORD

Dit onderzoek heeft plaatsgevonden in het project "Hydrologie en graslandvegetatie", dat in de periode 1982-1984 op het CML is uitgevoerd. De gelden daarvoor zijn door de - toenmalige - LaSOM ter beschikking gesteld. Dit project was een vervolg op onderzoek naar de betekenis van het slootpeil voor de natuurbehoudswaarde van graslandvegetatie, dat in het kader van het Integraal Onderzoek Drinkwatervoorziening Zuid-Holland (IODZH) is uitgevoerd.

Eén van de vragen in het onderzoek was in hoeverre het gebruik van plantesoorten als indicatoren voor abiotische milieufactoren verantwoord mogelijk is. In tegenstelling tot wat de titel van het bovengenoemde onderzoek zou doen vermoeden gaat het in deze publicatie niet over vochtigheidsindicatie, maar staat de voedselrijkdom centraal. De reden hiervoor is dat de met verschillen in slootpeil samenhangende verschillen in de vegetatie toch voornamelijk bleken te berusten op er aan gekoppelde verschillen in de voedselrijksdomsituatie.

Een hiervan onafhankelijke bepaling van de indicatiewaarde van de graslandvegetatie voor de vochtsituatie vormt een punt van verder onderzoek.

### Woord van dank

De voor het onderzoek gebruikte gegevens zijn welwillend ter beschikking gesteld door het Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek, waarvoor wij zeer erkentelijk zijn. Een dankwoord gaat ook uit naar drie aan het hierboven genoemde CABO verbonden onderzoekers, te weten Th. de Boer, W.Th. Elberse en J.P. van den Bergh. Zij hebben het manuscript van commentaar voorzien, wat een konstruktieve bijdrage heeft opgeleverd in het uiteindelijke resultaat.

Ook een woord van dank aan de subsidiegever, de LaSOM, die veel geduld heeft moeten opbrengen voordat deze publicatie werd afgerond.

Leiden, augustus 1985.

## I. Inleiding

Sinds Ellenberg in 1974 zijn "Zeigerwerte der Gefäszpflanzen Mitteleuropas" publiceerde, is het gebruik van plantesoorten als indicatoren voor milieuomstandigheden meer en meer in zwang gekomen. In veel gevallen kan men door gebruik te maken van indicatoren veel sneller en goedkoper tot uitspraken komen dan door het meten van fysische of chemische parameters. Voorbeelden van onderzoeken waarbij plantesoorten als milieu-indicator werden gebruikt zijn:

- karteringen van het Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek (CABO) (o.a. De Boer, 1951, 1954);
- Milieu-effectrapportages (Vertegaal, 1982; Drijver en Melman, 1983);
- beheersadviezen (Oosterveld, 1978; Bink, 1978);
- signaleren van veranderingen in het milieu (Clausman en Den Held, 1983; Janssen en De Heer, 1983).

In de literatuur vindt men verschillende methoden om plantesoorten als milieu-indicator te gebruiken. Wat echter ontbreekt is dat deze indicatiewaarden extern worden getoetst, dat wil zeggen vergeleken met de feitelijk geïndiceerde grootheid. Recent is door Van Wirdum en Van Dam (1984) en door Loopstra en Van der Maarel (1984) wel een onderlinge vergelijking gemaakt tussen indicatiesystemen van verschillende auteurs, maar een toetsing aan externe, onafhankelijke metingen van de factoren zelf is door hen niet uitgevoerd. Willen dergelijke indicatiesystemen als volwaardig worden beschouwd, dan zal toch iets van deze externe betrouwbaarheid bekend moeten zijn.

In dit rapport wordt een drietal indicatiemethoden voor de voedselrijkdomsituatie in graslanden met elkaar vergeleken en getoetst aan externe meetgegevens. Daarnaast zal, in verband met de toepassingsmogelijkheden, worden onderzocht hoe de betrouwbaarheid van de indicaties afhangt van de volledigheid van de vegetatiegegevens. In de praktijk kan men immers lang niet in alle gevallen beschikken over bestanden die met dezelfde precisie zijn aangelegd. Ook wordt ingegaan op de nauwkeurigheid van de voorspelling van de voedselrijkdom, die met behulp van indicatiewaarden kan worden gehaald.

Zoals hierboven reeds werd vermeld is gekozen voor de toetsing van de indicatiecijfers voor de voedselrijkdom van graslanden. Ten eerste zijn bij veel verschillende auteurs indicatiecijfers voor de voedselrijkdom voorhanden. Ten tweede zijn in de literatuur van het landbouwkundig onderzoek gegevens aanwezig die nodig zijn om voor graslanden een toetsing uit te voeren. Het derde, maar zeker niet onbelangrijke, punt is dat de praktische betekenis van deze indicatiecijfers groot is, zowel voor de natuurbescherming als voor de landbouw.

## II. De te vergelijken methoden (Zie ook bijlage 1)

### 1. Methode Kruijne e.a.

#### Algemeen

Reeds in 1958 publiceerden Kruijne en De Vries een methode om op basis van de soortensamenstelling van een vegetatie uitspraken te doen over het milieu. In 1967 wordt door Kruijne, De Vries en Mooi deze methode als het ware vervolmaakt met de publikatie van hun "Bijdrage tot de ecologie van de Nederlandse graslandplanten", waarin naast veel ander waardevol cijfermateriaal, voor een groot aantal graslandplanten en een zestal milieufactoren indicatiegetallen worden gegeven, waaronder de macronutriënten P en K. De indicatiegetallen zijn gebaseerd op een uitgebreid onderzoek waarin metingen van de opgenomen factoren in correlatief verband zijn gebracht met het voorkomen van plantesoorten. Merkwaardig genoeg kwam de methode pas wat meer in de belangstelling te staan nadat Ellenberg zijn "Zeigerwerte" publiceerde.

In de rest van dit artikel zal deze methode als "methode Kruijne" worden aangeduid.

De indicatiegetallen zijn gebaseerd op de voorkomensfrequentie van de soorten in de verschillende klassen van een milieufactor. Het getal stelt een gemiddelde milieuklasse voor, maar dan zo geschaald dat de waarden van -100 tot +100 lopen.

De milieu-indicatie van een grasland wordt berekend door het gewogen gemiddelde van de indicatiegetallen van alle erin voorkomende soorten te bepalen. Daarbij wordt de abundantie (de mate van voorkomen) van de soorten in de berekening betrokken door de indicatiegetallen te wegen met de voorkomensfrequentie van de soorten in de vegetatie.

#### Opmerkingen

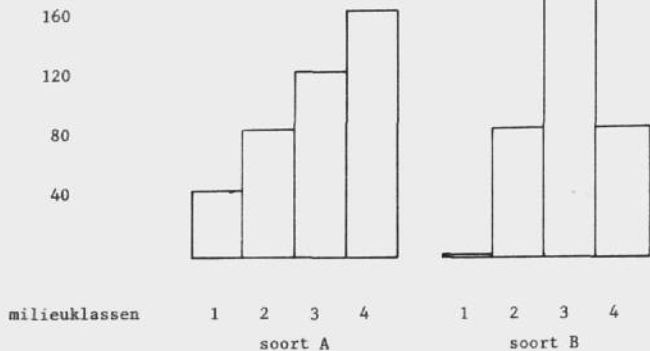
Aan de cijfers liggen uitgebreide metingen van milieufactoren ten grondslag. Er is echter geen rekening gehouden met de koppeling tussen milieufactoren, zoals die zich in de praktijk nu eenmaal voordoet. Zo

is bijvoorbeeld hooilandgebruik doorgaans gekoppeld aan een lage bemesting, waardoor het onduidelijk is of in die omstandigheden voorkomende soorten nu indicaties zijn voor hooilandbeheer of voor voedselarme omstandigheden.

Verder ligt aan de manier waarop de abundantie van soorten in de berekening wordt betrokken, de impliciete vooronderstelling ten grondslag dat er een negatief lineair verband is tussen de abundantie van een soort en zijn ecologische tolerantie (de verdraagzaamheid van een soort voor afwijkingen van zijn optimale groeiomstandigheden) en dat dit verband voor alle soorten hetzelfde is. Deze vooronderstellingen hebben als consequentie dat hoe meer een soort voorkomt, hoe waarschijnlijker het is dat het ter plekke heersende milieu gelijk is aan zijn optimum. Omgekeerd betekent het dat soorten met een lage bedekking nauwelijks iets aan het eindresultaat van de berekening kunnen bijdragen. Dit is in strijd met de waarneming dat soorten met een nauwe ecologische tolerantie, en die dus heel indicatief zijn, vaak in lage bedekkingen voorkomen (denk aan orchideeën-soorten). Ook zijn er soorten die wel veel kunnen bedekken, maar die ook bij lage bedekkingen zeer indicatief zijn (bijvoorbeeld *Anthranthum odoratum* en *Carex nigra*).

Tenslotte kan worden opgemerkt dat de ecologische betekenis van de indicatiegetallen niet geheel eenduidig is. Zo kan een soort A met een extreem optimum voor een bepaalde factor en een brede tolerantie hetzelfde indicatiegetal krijgen als een soort B met een minder extreem optimum en een nauwere tolerantie, zoals geïllustreerd in het onderstaande voorbeeld.

relatieve  
voorkomen



Gegeven het relatieve voorkomen \* van de soorten A en B in de vier onderscheiden klassen van een milieufactor, zoals weergegeven in de beide histogrammen. Bij de berekening van het indicatiegetal worden de klassen achtereenvolgens gewogen met -100, -33, +33 en +100.

De berekening van het indicatiegetal van soort A is als volgt:

$$\frac{((40 \times -100) + (80 \times -33) + (120 \times +33) + (160 \times +100))}{400} = +33$$

De berekening van het indicatiegetal van soort B is:

$$\frac{((0 \times -100) + (80 \times -33) + (240 \times +33) + (80 \times +100))}{400} = +33$$

\* Het relatieve voorkomen van een soort geeft de verhouding weer tussen het algemeen frequentiepercentage (bepaald over het totale bestand) en het frequentiepercentage van een bepaalde milieuklasse. Is het algemeen frequentiepercentage van een soort 20 en binnen een bepaalde milieuklasse 40, dan is het relatieve voorkomen voor die klasse:  $\frac{40}{20} (\times 100\%) = 200$ .



## 2. Methode Ellenberg

### Algemeen

Ellenberg (1979) geeft in zijn "Zeigerwerte" voor een groot aantal plantesoorten naar een zevental factoren indicatiegetallen, waaronder het stikstofgetal. Dit getal kan variëren van 1 tot 9, en wordt omschreven als een maat voor de minerale stikstofvoorzieningstoestand van de standplaats. De opgenomen soorten hebben behalve op grasland ook op andere vegetaties betrekking.

Bij de methode die Ellenberg voorstelt om de stikstofindicatie van een vegetatie te bepalen, wordt het gemiddelde genomen van de stikstofgetallen van alle aanwezige plantesoorten. Daarna wordt de abundantie van de soorten in de berekening betrokken door de indicatiewaarde te wegen met het bedekkingspercentage van de soort in de vegetatie.

### Opmerkingen

Aan de indicatiecijfers liggen geen systematische metingen van de milieufactoren ten grondslag. De indicatiecijfers vormen een compilatie van de zeer uitgebreide kennis en ervaring van de auteur. Wel is door Ellenberg voor enkele factoren een summiere toetsing uitgevoerd. Deze hebben een illustratief karakter en zijn niet als sluitende bewijsvoering gepresenteerd.

Aan de manier waarop Ellenberg voorstelt om de abundantie in de berekening te betrekken, kleven dezelfde bezwaren die bij de methode Kruijne reeds ter sprake zijn gebracht. Ook hier is van de impliciete vooronderstelling uitgegaan dat de ecologische tolerantie van een soort omgekeerd evenredig is met de mate waarin hij voorkomt. Overigens zet hij hier zelf de nodige vraagtekens bij. Zo merkt hij op dat sommige soorten. Nu eenmaal nooit in hoge bedekking voorkomen en dus nooit zwaar meetellen, terwijl deze door hem wel als sterk indicatief worden beschouwd.

Ellenberg maakt in de tabellen onderscheid tussen sterke en zwakke indicatoren. In de berekening voor een vegetatie komt dit onderscheid echter niet terug. In de manier waarop de ecologische tolerantie in de berekening wordt ingebracht wordt tussen de soorten onderling in feite dus geen onderscheid gemaakt.

### 3. Methode Clausman

#### Algemeen

De indicatiegetallen van Clausman (1985) bestaan steeds uit twee cijfers; één cijfer, dat even als bij Ellenberg loopt van 1 tot 9, geeft het ecologisch optimum en het andere de ecologische tolerantie ten opzichte van afwijkingen van dat optimum. Er wordt vanuit gegaan dat deze tolerantie een normale verdeling volgt. Als een soort voorkomt geeft dat, overeenkomstig de tolerantieverdeling, de kans op aanwezigheid van elk van de klassenwaarden van de betreffende milieufactor.

Beschouwen we ter illustratie de Koekoeksbloem:

	<u>optimum</u> ( $\mu$ )	<u>tolerantie</u> ( $\sigma$ )
Koekoeksbloem	4,2	2,5

Uitgaande van de normale verdeling kunnen we de waarschijnlijkheid van de verschillende milieuklassen berekenen. Met behulp van de formule  $u = \frac{m - \mu}{\sigma}$  en de overschrijdingskansentabel voor normale verdelingen levert dit het volgende resultaat:

milieuklasse	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>
waarschijnlijkheid	.070	.108	.142	.159	.152	.123	.085	.050	.025

Bij de aanwezigheid van de Koekoeksbloem is de kans dat de betreffende milieufactor in klasse vier valt ( $p = 0.152$ ) ruim 2 maal zo groot als de kans op milieuklasse één ( $p = 0.070$ ).

De milieu-indicatie van een vegetatie wordt bepaald door vermenigvuldiging van de waarschijnlijkheden per klasse van alle aangetroffen soorten. Uit dit resultaat wordt een nieuw optimum afgeleid. Dit

optimum wordt beschouwd als de uiteindelijke indicatie van de vegetatie. De berekening levert daarnaast een nieuwe tolerantie op. Dit wordt geïnterpreteerd als een maat voor de waarschijnlijkheid van het optimum. Hoe meer soorten er in een vegetatie worden aangetroffen hoe scherper de kansverdeling van de indicatie zal worden, hoe groter de betrouwbaarheid van de berekende indicatie daarmee is.

Een rekenvoorbeeld voor een vegetatie bestaande uit twee soorten

Ter illustratie van de berekeningsmethode wordt hier een rekenvoorbeeld uitgewerkt. Nemen we een denkbeeldige vegetatie waarin naast de Koekoeksbloem (*Lychnis flos-cuculi*) ook het Moerasvergeet-me-nietje (*Myosotis palustris*) voorkomt. Van deze vegetatie wordt de waarschijnlijkheidsverdeling over de 9 onderscheiden voedselrijkdomklassen bepaald. Dit gebeurt met behulp van het optimum en de tolerantie van de soorten.

	<u>Optimum</u>	<u>Tolerantie</u>
Koekoeksbloem	4,2	2,5
Moerasvergeet-me-nietje	5,1	1,9

Uitgaande van een normale verdeling, kan men voor de soorten afzonderlijk de relatieve waarschijnlijkheid van de heersende milieuomstandigheden berekenen. Door vervolgens de waarschijnlijkheden voor de afzonderlijke klassen met elkaar te vermenigvuldigen, wordt voor de situatie van een gezamenlijk voorkomen de informatie van de beide soorten gebundeld.

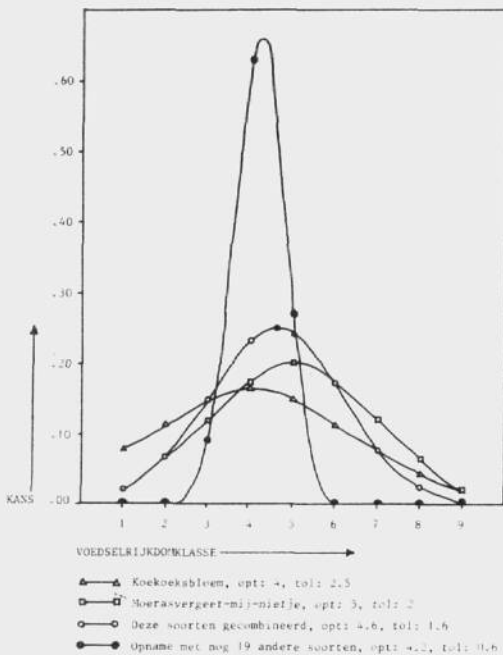
milieuklasse	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>
Koekoeksbloem	.070	.108	.142	.159	.152	.123	.085	.050	.025
Moer. verg.	<u>.020</u>	<u>.055</u>	<u>.114</u>	<u>.178</u>	<u>.210</u>	<u>.188</u>	<u>.127</u>	<u>.066</u>	<u>.026</u>
Totaal	.001	.006	.016	.028	.032	.023	.011	.003	.001

Uit de gekombineerde waarschijnlijkheidsverdeling kan (middels fitting van een normaal-kromme) een nieuw optimum en een nieuwe tolerantie worden afgeleid:

.001 .006 .016 .028 .032 .023 .011 .003 .001  
↓

optimum 4,8  
tolerantie 1,5

Naarmate er meer soorten in de berekening worden betrokken, wordt de tolerantie kleiner en het optimum scherper. Een grafische weergave daarvan ziet er als volgt uit:



Dit rekenvoorbeeld maakt het principe waarop de berekening berust duidelijk. In de praktijk is er een snellere weg om via eenvoudige formules tot hetzelfde resultaat te komen:

$$\text{optim. veg.} = \frac{\sum_{i=1,n} \frac{\text{opt. } i}{\text{tol. } i^2}}{\sum_{i=1,n} \frac{1}{\text{tol. } i^2}} \quad \text{tol. veg.} = \frac{1}{\sum_{i=1,n} \frac{1}{\text{tol. } i^2}}$$

waarin: opt.  $i$  = optimum  $i_e$  plant

tol.  $i$  = tolerantie  $i_e$  plant

### Abundantie

Aan de manier waarop de abundantie van de soorten in de berekening betrokken wordt, ligt niet zoals bij Kruijne en Ellenberg een a-priori veronderstelling ten grondslag over de relatie tussen abundantie en indicatiewaarde. Dat houdt in dat niet voor elke soort geldt dat hoe meer deze voorkomt, des te zwaarder het aandeel wordt bij de berekening van de indicatie. Slechts voor een beperkt aantal, veel voorkomende soorten speelt de abundantie bij de berekening een rol. Voor deze soorten is per abundantieklasse het optimum van het voorkomen ervan en de tolerantie bepaald en daarmee werkt de abundantie door in de indicatieberekening. Voor de overige soorten speelt de abundantie bij de berekening geen rol.

### Totstandkoming

Clausman is bij het opstellen van zijn indicatiecijfers uitgegaan van de frequentieverdelingen van de soorten zoals die in Kruijne e.a. (1967) gepubliceerd zijn. Aan de hand van de gegevens over het relatieve voorkomen van de soorten over de klassen van een bepaalde milieufactor heeft hij middels een wiskundige techniek optimum en tolerantie bepaald. Dit waren de initiële indicatiewaarden. Door vervolgens gebruik te maken van het omvangrijke vegetatiebestand dat is aangelegd door de provincie Zuid-Holland heeft hij geprobeerd deze indicatiecijfers te verbeteren. Daarbij zijn echter geen nieuwe meetgegevens verzameld van de milieufactoren, maar zijn slechts wiskundige bewerkingen toegepast.

Bij de bepaling van de indicatiewaarden is getracht de invloed van de verschillende factoren zo goed mogelijk te scheiden. Met behulp van initiële indicatiewaarden voor de factoren gebruikswijze en vochttoestand, beide eveneens ontleend aan de gegevens van Kruijne, is het provinciale grasland-databestand zodanig opgedeeld in 16 deelbestanden, dat deze deelbestanden zo homogeen mogelijk waren voor deze twee belangrijk geachte milieufactoren.

Eveneens met behulp van de initiële indicatiecijfers afgeleid van Kruijne is voor alle opnamen de voedselrijkdomindicatie bepaald. Daarna is voor de 16 deelbestanden apart de verdeling van de afzonderlijke soorten over de verschillende voedselrijkdomklassen bepaald. Op die manier zijn voor iedere soort 16 waarschijnlijkheidsverdelingen verkregen, die vervolgens met elkaar zijn gekombineerd tot een gemiddelde waarschijnlijkheidsverdeling welke geldig is over het gehele traject van de beide andere factoren. Van deze verdeling zijn opnieuw optimum en tolerantie ten aanzien van de voedselrijkdom bepaald. Deze nieuwe optima en toleranties zijn de uiteindelijke indicatiewaarden.

Met deze bewerkingen probeerde Clausman:

- betere schattingen te krijgen van de ecologische tolerantie van de soorten voor met name de factor voedselrijkdom;
- indicatiewaarden te verkrijgen voor soorten waarvoor Kruijne geen waarde geeft;
- op meer gedifferentieerde wijze gebruik te maken van de abundantie van soorten voor de milieu-indicatie;
- indicatiewaarden te bepalen die zo onafhankelijk mogelijk zijn voor de in de praktijk optredende koppeling tussen de verschillende factoren.

#### Opmerkingen

Het model dat ten grondslag ligt aan de methode Clausman lijkt beter aan te sluiten bij de huidige opvattingen in de plantencologie dan de uitgangspunten van de beide voorgaande methoden. Dit geldt met name wat betreft de inbreng van de ecologische tolerantie van soorten.

De manier waarop Clausman de gegevens van Kruijne bewerkt is in wezen een iteratiestap uit de ordinatiemethode (zie o.a. Persson, 1981). Hierin schuilt het gevaar dat de betekenis van de as waarlangs de soorten zich rangschikken gaat afwijken van (in ons geval) de factor voedselrijkdom. Hoe ernstig deze afwijking is, valt vooralsnog moeilijk te schatten en wordt in dit artikel nader onderzocht.

### Slotopmerkingen

#### Algemeen

Op grond van bovenstaande beschrijvingen van de drie methoden zou men verwachten dat de methode Kruijne beter zal scoren dan de methode Ellenberg. In de eerste plaats zijn de cijfers van Kruijne beter met metingen onderbouwd en in de tweede plaats zijn de indicaties van Kruijne specifiek op de Nederlandse graslandvegetatie toegespitst, terwijl die van Ellenberg een scala van vegetaties in heel Europa omvatten.

Het model dat aan de methode Clausman ten grondslag ligt lijkt beter aan te sluiten bij de huidige ecologische opvattingen, met name voor wat betreft de inbreng van de ecologische tolerantie. De inzichtelijkheid van deze methode waarop de indicatiewaarden zijn verkregen is echter minder groot, omdat er nogal wat gecompliceerde wiskundige bewerkingen zijn toegepast. De vermeende verbeteringen zullen moeten worden bewezen.

#### Abundantie

Men zou verwachten dat het in de berekening betrekken van abundantiegegevens bij de methoden Kruijne en Ellenberg niet positief aan het resultaat bijdraagt. Het is zelfs denkbaar dat het resultaat daardoor negatief zal worden beïnvloed. Immers, weinig voorkomende, maar zeer indicatieve soorten tellen bij de berekening van de indicatie per definitie nauwelijks mee. Bij de methode Clausman is er meer reden om een positieve invloed van de inbreng van abundantiegegevens te verwachten, omdat de abundantie slechts voor een beperkt aantal soorten in de berekening is opgenomen.

### III. Materiaal en methode

Om de toetsing te kunnen uitvoeren is gebruik gemaakt van de gegevens van twee Nederlandse graslandonderzoeken: het CABO-onderzoek (Centrum voor Agro Biologisch Onderzoek) op het proefveld "De Ossekampen" (zie o.a. Elberse, 1966; Elberse e.a., 1983) en het PAW (Proefstation voor Akker- en Weidebouw)-productieonderzoek, project PAW-970 (o.a. Jagtenberg en De Boer, 1967; Van Steenberg, 1976ab, 1977). In beide onderzoeken is over een reeks van jaren bij min of meer vergelijkbare beheersomstandigheden (afgezien van verschillen in bemesting) de samenstelling van de graslandvegetatie bepaald. Tevens zijn bij beide onderzoeken productiebepalingen uitgevoerd. Deze gegevens spelen een centrale rol bij de toetsing van de verschillende indicatie-systemen. Het gebruik van de productiegegevens wordt elders in het artikel nader toegelicht.

#### De Ossekampen

Het CABO-onderzoek "De Ossekampen" (1957-heden) betreft een proefperceel (op rivierklei bij Wageningen), waarop verschillende proefobjecten zijn aangelegd. Voor aanvang van het onderzoek werd het perceel extensief gebruikt als wisselweide: lichte begrazing, om het jaar gekombineerd met hooiwinning. De aangelegde proefobjecten verschillen in gebruikswijze en bemesting. Er worden twee gebruikstypen onderzocht, te weten weide- en hooilandgebruik. Bij de verschillende bemestingsregimes wordt de toediening van één of meerdere macro-nutriënten achterwege gelaten. De hoeveelheid per nutriënt wordt niet verder gevarieerd. Op de objecten worden gebruik en bemesting gevarieerd. Bij hooilandgebruik vindt een 0- (= geen bemesting), K-, PK-, NPK- en Ca-gift plaats en bij weilandgebruik een 0-, PK-, NPK- en Ca-gift. Van een 'zware' bemesting is geen sprake: maximaal 160 kg N/ha.jr bij hooiland en 60 kg N/ha.jr bij weiland (naast de bemesting door de koeien zelf). Over het algemeen kunnen de proefobjecten als schraal tot matig voedselrijk worden gekenschetst.



### PAW-970

Het project PAW-970 (1964-1973) omvat proefpercelen verspreid over geheel Nederland. Per perceel werd een aantal proefvlakken van 5x6 meter aangelegd.

Voor de in dit artikel te bespreken toetsing werd alleen gebruik gemaakt van de percelen die betrekking hebben op Zuid-Holland. Het betreft twaalf lokaties, waarvan zes op veen en zes op klei-op-veen. Er zijn normaal-vochtige en vochtige percelen in het onderzoek opgenomen, gelijkelijk verdeeld over de beide grondsoorten. De percelen die in het project PAW-970 zijn betrokken, zijn o.a. geselecteerd op een goede "verzorgingstoestand" bij aanvang van het onderzoek. Dit houdt in dat de gewassamenstelling en de zodekwaliteit vanuit landbouwkundig oogpunt als goed werd gekwalificeerd. De bemesting in de uitgangssituatie werd volgens de toen geldende opvattingen uitgevoerd (100 à 200 kg N/ha.jr); in de proef werd de bemesting verder gevarieerd (50-550 kg N/ha.jr). De percelen kunnen min of meer als representatief worden beschouwd voor de huidige graslanden van Zuid-Holland.

### Verschillen Ossekampen en PAW-970

Belangrijke verschilpunten tussen de beide onderzoeksprojecten zijn gelegen in de uitgangssituatie bij aanvang van het onderzoek en de onderzochte bemestingsregimes. Ook kan het verschil in geografische spreiding van de proeflokaties van belang zijn.

Bij De Ossekampen betreft het vrij schrale wisselweiden bij één vochtsituatie waar gedurende het onderzoek verscheidende macronutriënten beperkend worden gehouden. Bij het PAW-970 project betreft het goed verzorgde, voedselrijke weilanden, waar bij twee vochtsituaties alleen de stikstofgift wordt gevarieerd. Overigens varieert de stikstofgift bij De Ossekampen over een beperkter traject (0-160 kg N/ha.jr) dan bij het project PAW-970 (50-550 kg N/ha.jr). Voor wat betreft het verschil in geografische spreiding van de onderzoekslokaties geldt dat de proefobjecten van De Ossekampen op één perceel liggen, terwijl de geselecteerde PAW-970 lokaties over Zuid-Holland verspreid liggen. Dit kan betekenen dat eventuele ruisfactoren op de PAW-gegevens meer van invloed zijn dan op die van De Ossekampen.

Tenslotte moet worden opgemerkt dat de omvang van de proefvlakken van het PAW-970 onderzoek gering is, wat de representativiteit van de vegetatiesamenstelling negatief kan beïnvloeden.

#### Bewerking gegevens

Van beide onderzoeksprojecten zijn de vegetatiegegevens omgewerkt naar een door Den Held e.a. (1979) omgewerkte 9-delige Braun-Blanquet schaal (de schalen 1-4 geven aantalschattingen van soorten die minder dan 5% bedekken en de schalen 5-9 bestrijken het traject van 5-100%). Voor de gegevens van De Ossekampen is daarbij uitgegaan van de frequentiepercentages en voor de data van PAW-970 zijn de gegevens van de drooggewicht percentages van de afzonderlijke soorten gebruikt.

De botanische samenstelling is jaarlijks van dezelfde percelen vastgesteld. Deze waarnemingen mogen echter niet als onderling onafhankelijk worden beschouwd. Elke proefsituatie kan voor het onderhavige onderzoek derhalve slechts één waarneming opleveren. Teneinde de jaarfluctuaties te verminderen zijn de gegevens per proefveldje over een aantal jaren gemiddeld: voor De Ossekampen over de periode 1968-1978 en voor PAW-970 over 1970-1973. De beginjaren zijn in eerste instantie buiten beschouwing gelaten om zoveel mogelijk de evenwichts-situatie tussen beheer en vegetatie te benaderen.

Daarnaast zijn er tevens berekeningen uitgevoerd met behulp van de vegetatiegegevens van de jaren afzonderlijk. Dit om na te gaan in hoeverre de betrouwbaarheid van indicatieberekeningen gebaseerd op éénmalige vegetatiewaarnemingen zich verhoudt tot die van de meerjarige vegetatiewaarnemingsreeksen.

#### Berekening van de indicatiewaarden

Met behulp van de berekeningsmethoden van de drie auteurs is voor alle proefveldjes de vegetatie-indicatie voor de voedselrijkdom berekend. Voor de methoden van Ellenberg en Clausman is exact de door hen voorgestelde methode gevolgd. Voor de methode van Kruijne is naast de indicatie voor P en K afzonderlijk ook de gemiddelde indicatie voor deze twee macronutriënten berekend. Overweging hierbij was dat daarmee

een evenwichtiger beeld van de voedselrijkdom zou worden verkregen, hetgeen bij de toetsingen inderdaad het geval bleek te zijn. De aldus berekende indicaties kunnen worden beschouwd als de te toetsen interne maat voor de voedselrijkdom.

#### Externe toetsingsmaat

Als externe toetsingsmaat voor de voedselrijkdom zijn twee ingangen gekozen:

1. de droge-stof productie van het gewas (kg/ha.jr);
2. nutriënten input (kg N/ha.jr); deze maat was echter slechts voor PAW-970 toepasbaar; bij "De Ossekampen" werden immers ook andere nutriënten dan N beperkend gehouden.

In de discussie zal nader op deze externe maten voor de voedselrijkdom worden ingegaan.

#### Splitting van het materiaal

De toetsing van de indicaties heeft zowel plaatsgevonden aan de gegevens van De Ossekampen en PAW-970 onderzoek gezamenlijk, als binnen de onderzoeken afzonderlijk.

#### Gevoeligheid voor onvolledige gegevens

Om de gevoeligheid van de indicatieberekeningen te toetsen voor onvolledigheid van de informatie over de samenstelling van de vegetatie is een aantal berekeningen uitgevoerd, waarbij een deel van de gegevens is weggelaten. Zo zijn bij een tweede berekeningsronde de weinig bedekkende soorten weggelaten (soorten die bij inventarisatie gemakkelijk over het hoofd worden gezien) verder zijn de berekeningen zowel met als zonder de abundantiegegevens uitgevoerd. Dit om ook het belang van deze informatie bij de indicatieberekening te onderzoeken.

#### IV. Resultaten

De bespreking van de resultaten wordt in een tweetal onderdelen gesplitst. In het eerste deel worden de resultaten besproken, gebaseerd op meerjarige gemiddelden van indicatie en produktie. In het tweede deel de resultaten gebaseerd op de vegetatiegegevens van de jaren afzonderlijk. In deze onderdelen zal de sterkte van de samenhang tussen indicatie en de externe toetsingsmaat in vergelijkende termen worden besproken. In het volgende hoofdstuk zal worden ingegaan op kwantitatieve berekeningen en de betrouwbaarheid van voorspellingen welke gebaseerd zijn op indicatiewaarden.

##### 1. Indicaties over jaarreeksen gemiddeld

###### 1.1 Volledige opnamen (tabel 1, berekening 1 en 2, Fig. 1a-f)

###### a. Totale bestand

Bij berekeningen met abundantiegegevens (berekening 1) met het totale bestand leveren alle indicatiesystemen met de droge-stofproduktie een zeer hoge samenhang op. De methode Clausman levert met een  $r$ -waarde van 0.90 de hoogste correlatie op, en methode P-Kruijne en Ellenberg scoren daarbij met 0.81 en 0.82 iets lager.

Opmerkelijk is dat de abundantie-informatie voor geen van de methoden een wezenlijke bijdrage levert aan de grootte van de  $r$  (vergelijk berekening 1 met berekening 2). Voor methode Kruijne en methode Ellenberg is in de inleiding reeds besproken dat hiervan ook geen duidelijke verbetering werd verwacht. Uit de cijfers blijkt echter ook dat bij de methode Clausman geen verbetering wordt verkregen bij gebruikmaking van de abundantiegegevens. De verklaring voor dit onverwachte resultaat is overigens nog niet duidelijk. In de discussie zal hier nader op worden ingegaan.



Plaat 1 Drie grassoorten met hoge productie en met een grote landbouwkundige waarde. Hun aanwezigheid indiceert een voedselrijk milieu. Van links naar rechts *Phleum pratense* (Timotheegras), *Lolium perenne* (Engels raai-gras) en *Poa trivialis* (Ruw beemdgras).

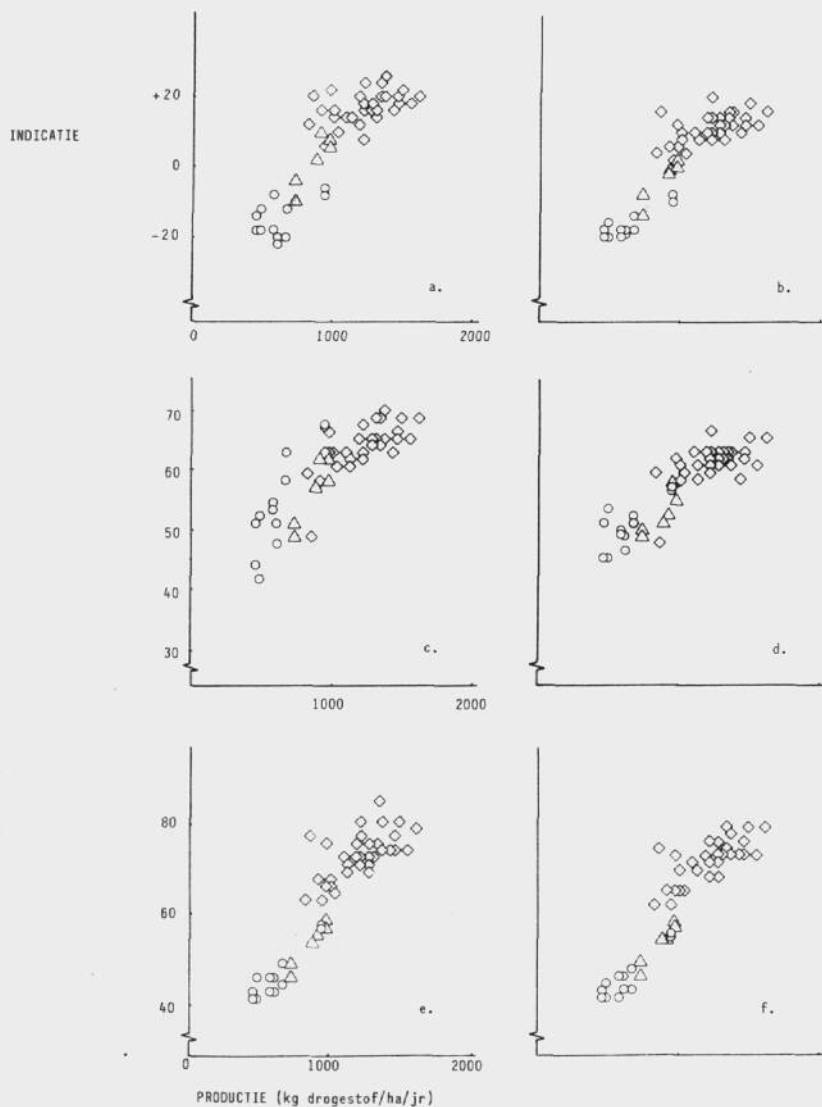
Indicatie berekings- methode	totale bestand (n=54)	onderzoek	
		Ossekampen (n=18)	PAW-970 (n=36)
P-Kruijne	0.81	0.87	0.08
K-Kruijne	0.84	0.72	0.45
PK-Kruijne 1	0.86	0.80	0.51
PK-Kruijne 2	0.89	0.91	0.58
PK-Kruijne 3	0.85	0.72	0.51
PK-Kruijne 4	0.85	0.74	0.49
Ellenberg 1	0.82	0.74	0.66
Ellenberg 2	0.84	0.72	0.41
Ellenberg 3	0.78	0.71	0.70
Ellenberg 4	0.76	0.68	0.57
Clausman 1	0.90	0.96	0.62
Clausman 2	0.91	0.95	0.68
Clausman 3	0.89	0.92	0.59
Clausman 4	0.90	0.91	0.67
N-gift	-	-	0.85

Tabel 1 Correlatiecoëfficiënten van de verschillende indicatiewaarde-berekeningen van diverse auteurs en de N-gift met de drogestofproductie van verschillende graslandvegetaties. De cijfers achter de auteurs geven aan van welke informatie bij de berekening gebruik is gemaakt.

- 1 = alle soorten, met gebruikmaking van de abundantiegegevens  
 2 = als 1, zonder abundantiegegevens  
 3 = alleen de 'bedekkende' soorten (Braun-Blanquet schaal  $\geq 5$ , met abundantiegegevens  
 4 = als 3, zonder abundantiegegevens

Een grafische weergave van de resultaten (Figuur 1) laat zien dat de verdeling van de punten bij de methoden Kruijne (Figuur 1a) en Clausman (Figuur 1e) inderdaad iets beter de rechte lijn benadert dan de methode Ellenberg (Figuur 1c). Dit verschil lijkt voor een deel te worden veroorzaakt door de heterogeniteit in proefsituaties: zo liggen bij de methoden Kruijne en Clausman de hooiland- (O) en de weiland-proefobjecten ( $\Delta$ ) van De Ossekampen vrijwel in één lijn, terwijl bij de methode Ellenberg meer sprake is van twee parallelle wolken. Opvallend is verder dat het resultaat iets lijkt te verbeteren, wanneer het gebruik van de abundantiegegevens achterwege blijft (figuur 1b, d en f).

Figuur 1 Samenhang tussen de voedselrijksdomindicatie volgens verschillende auteurs en de droge-stofproductie.



PRODUCTIE (kg drogestof/ha/jr)

- a. methode Kruijne, met abundantiegegevens
- b. methode Kruijne, zonder abundantiegegevens
- c. methode Ellenberg, met abundantiegegevens
- d. methode Ellenberg, zonder abundantiegegevens
- e. methode Clausman, met abundantiegegevens
- f. methode Clausman, zonder abundantiegegevens

- 0 gegevens van De Ossekampen, hooiland
- Δ gegevens van De Ossekampen, weiland
- ◇ gegevens van PAW-970, weiland



Omdat reeds is besproken dat er nauwelijks verschil bestaat tussen de berekeningen met en zonder abundantiegegevens, zal in het vervolg het onderscheid niet meer worden gemaakt. De behandeling richt zich verder op de resultaten zoals die met behulp van de abundantie zijn verkregen (berekening 1), tenzij anders wordt vermeld.

b. De Ossekampen en PAW-970 afzonderlijk

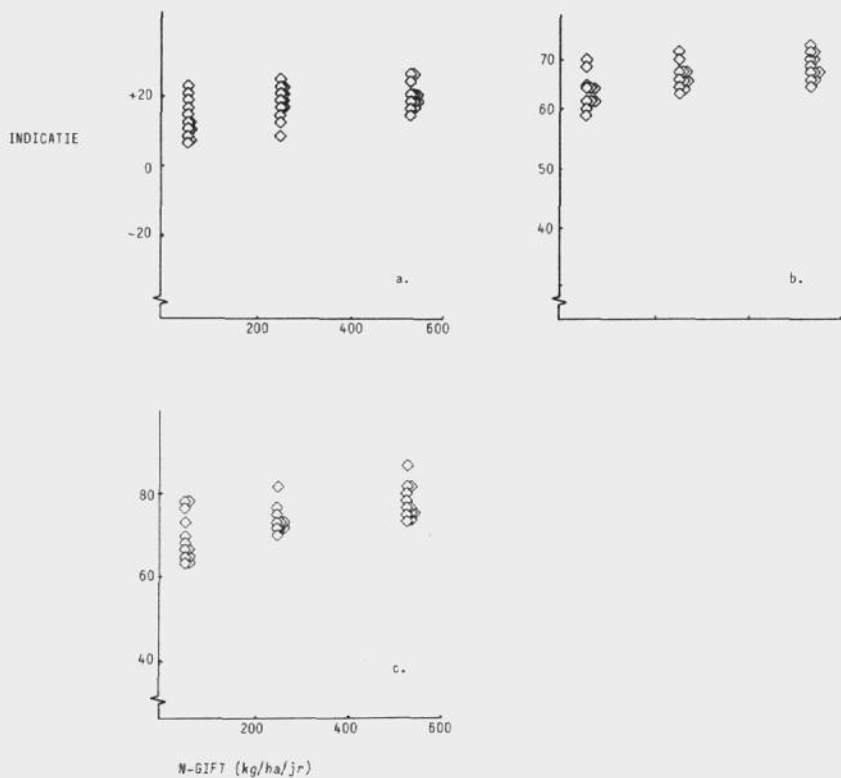
Bij De Ossekampen zijn de correlaties voor de methoden PK-Kruijne en Ellenberg iets lager, terwijl de methode Clausman nog beter scoort dan bij het totale bestand ( $r = 0.90 \rightarrow r = 0.96$ ). Over het algemeen zijn de wijzigingen niet erg groot.

Voor de gegevens van PAW-970 ligt dat anders. Daar treedt een belangrijke verlaging van de correlatie op, hetgeen reeds uit Figuur 1 kon worden voorspeld. De methode Ellenberg handhaaft zich, zeker vergeleken met de correlatie zoals die voor het totale bestand was berekend, het beste ( $r = 0.82 \rightarrow r = 0.66$ ). Daarna volgt de methode Clausman ( $r = 0.90 \rightarrow r = 0.62$ ), terwijl de methode PK-Kruijne het meest achteruit gaat ( $r = 0.86 \rightarrow r = 0.51$ ). Opmerkelijk is overigens dat ditmaal bij de methode Ellenberg de abundantiegegevens wel een rol van betekenis spelen ( $r = 0.66$  met abundantiegegevens en  $0.41$  zonder).

Als we de resultaten van de beide onderzoeken vergelijken dan komt als algemeen beeld naar voren dat methode PK-Kruijne met name in schrale omstandigheden (De Ossekampen) goede resultaten geeft. De methode Ellenberg lijkt daarentegen juist in de voedselrijke omstandigheden (PAW-970) relatief goed te scoren. Clausman neemt een tussenpositie in: zeer goed in voedselarme, redelijk goed in voedselrijke omstandigheden.

Tabel 1 laat tevens zien dat met name voor PAW-970 de gekombineerde PK-indicatie van Kruijne met  $0.51$  hoger scoort dan die van de elementen afzonderlijk ( $K: 0.45$ ;  $P: 0.08$ ), zoals ook werd verwacht. Voor het totale bestand en voor De Ossekampen kon deze verbetering overigens niet worden vastgesteld.

Figuur 2 Samenhang tussen de voedselrijkdomindicatie volgens verschillende auteurs en de N-gift.



- a. methode Kruijne, met abundantiegegevens
- b. methode Ellenberg, met abundantiegegevens
- c. methode Clausman, met abundantiegegevens

Gegevens van PAW-970.

c. Samenhang met N-gift

Zoals in materiaal en methoden is vermeld, zijn voor PAW-970 ook gegevens beschikbaar over de N-input. Zoals verwacht mocht worden geeft de opbrengst een hoge samenhang te zien met de N-gift ( $r = 0.85$ , tabel 1). In tabel 2 is de samenhang weergegeven tussen de berekende indicatiewaarden en de N-gift. Voor de methoden PK-Kruijne en Clausman is de samenhang globaal hetzelfde, zoals die voor de produktiegegevens is gevonden. PK-Kruijne scoort daarbij hoger dan P-Kruijne en K-Kruijne afzonderlijk. Alleen voor de methode Ellenberg is de samenhang lager ( $r = 0.66 + r = 0.58$ ). Ook nu valt bij de methode Ellenberg op dat de abundantiegegevens van betekenis zijn ( $r = 0.58$  met abundantiegegevens en  $0.36$  zonder).

Indicatie berekennings- methode	r PAW-970 (n=36)
P-Kruijne 1	0.28
K-Kruijne 1	0.39
PK-Kruijne 1	0.49
PK-Kruijne 2	0.56
Ellenberg 1	0.58
Ellenberg 2	0.36
Clausman 1	0.62
Clausman 2	0.62

Tabel 2 Correlatiecoëfficiënten van enkele indicatieberekenningsmethoden met de N-gift. De cijfers hebben betrekking op de gegevens van PAW-970. Verdere toelichting zie tabel 1.

Zoals uit de grafische weergave (Figuur 2) is af te leiden, moet bij de interpretatie van de samenhang met de N-gift worden bedacht dat de N-gift slechts in drie verschillende hoeveelheden is toegediend (50, 250 en 550 N/ha.jr). Deze verdeling komt in principe niet overeen met een normale verdeling, een eis voor de berekening van correlatiecoëfficiënten. Hierdoor bereikt de  $r$  mogelijk hogere waarden. Bij toetsing van de verdeling bleek deze overigens niet significant van de normale verdeling af te wijken.

Conclusies m.b.t. indicatiewaarde van volledige opnamen

Bij de gegevens van De Ossekampen en PAW-970 gezamenlijk wordt voor de indicatiewaarden van elk van de drie in beschouwing genomen auteurs een sterke samenhang gevonden tussen de droge-stof opbrengst en de voedselrijkdomindicatie.

Binnen het materiaal van PAW-970 is de samenhang van de indicatie met de produktie duidelijk lager dan binnen het materiaal van De Ossekampen. Dit kan naast het verschil in de algemene verzorgingstoestand (PAW-970 intensief en De Ossekampen extensief), verband houden met de grotere heterogeniteit binnen de PAW-970 proefvelden. Zo komen binnen het materiaal van PAW-970 twee vochtsituaties en twee grondsoorten voor, terwijl de proefvelden geografisch bovendien veel sterker verspreid liggen; dit alles in tegenstelling tot De Ossekampen.

De bedekking van de soorten blijkt nauwelijks informatie te bevatten die wezenlijk is voor de grootte van de samenhang tussen de indicatie voor de voedselrijkdom en de produktie; het tegendeel is eerder het geval. Alleen bij de methode Ellenberg worden met abundantiegegevens soms, met name in voedselrijke omstandigheden, betere resultaten gevonden dan zonder deze gegevens.

Van de in beschouwing genomen methoden blijken de resultaten enigszins afhankelijk van het voedselrijkdomtraject waarover de toetsing plaatsvindt. De methode Kruijne geeft in schrale omstandigheden duidelijk betere resultaten dan in voedselrijke situaties. Voor de methode Ellenberg ligt dat - relatief gezien - juist andersom. De methode Clausman neemt in dit opzicht een tussenpositie in. Over het totale voedselrijkdomtraject scoort de methode Clausman dan ook iets beter dan de beide andere methoden.

Bevestigd is de verwachting dat de gekombineerde PK-indicatie van Kruijne gelijkmatiger en in het algemeen hoger scoort dan de indicaties voor deze beide elementen afzonderlijk.

## 1.2 Berekeningen met alleen de "bedekkende" soorten (tabel 1, berekening 3 en 4)

Uit tabel 1 blijkt dat bij het totale bestand, berekeningen met alleen de soorten met bedekking  $\geq 5\%$  (berekening 3) vrijwel dezelfde resultaten opleveren als met de volledige opnamen (berekening 1): een sterke samenhang tussen voedselrijkdomindicatie en opbrengst.

Bij scheiding van de gegevens naar de beide onderzoeksprojecten treedt in enkele gevallen wel enige achteruitgang op ten opzichte van de volledige opnamen. De achteruitgang bedraagt echter gemiddeld slechts 0.02.

Ook hier blijkt, evenals bij de volledige opnamen het geval was, dat informatie over de bedekking van soorten niet wezenlijk bijdraagt aan de sterkte van de samenhang tussen voedselrijkdomindicatie en produktie (berekening 4).

Bij vergelijking van de methoden onderling correspondeert het beeld met wat reeds voor de volledige opnamen gevonden is. Verdere bespreking kan derhalve achterwege blijven.

### Conclusie berekening met alleen "bedekkende" soorten

Bij weglating van soorten die minder dan 5% bedekken blijkt dat de indicaties voor voedselrijkdom niet sterk aan betekenis inboeten. De samenhang met de produktie is vrijwel even sterk als bij berekeningen op grond van volledige opnamen.

## 2. Indicaties van de jaren afzonderlijk

Tot nog toe zijn resultaten besproken van waarnemingen die zijn gebaseerd op gemiddelden van indicaties en produkties van een reeks jaren. Voor praktische toepassingen van indicatiewaarden afgeleid uit de samenstelling van de vegetatie is het echter van belang te weten of waarnemingen aan de vegetatie van één seizoen ook voldoende betrouwbare informatie opleveren.

Om dit na te gaan zijn de vegetatiegegevens van de jaren afzonderlijk in de berekeningen opgenomen en gekombineerd met produktiegegevens die, in verband met jaarfluctuaties steeds wél over een reeks van jaren zijn gemiddeld. Dit laatste om een zo betrouwbaar mogelijk beeld te krijgen over de voedselrijkdom.

Bij deze berekeningen is steeds gebruik gemaakt van de volledige opname-informatie, dat wil zeggen alle soorten zijn meegenomen, en tevens is gebruik gemaakt van bedekkingsgegevens.

Jaar	periode waarover produktie is gemiddeld	indicatie methode			
		PK-Kruijne 1	Ellenberg 1	Clausman 1	
De Ossekampen					
1959	}	1	0.66	0.90	0.72
1960			0.44	0.44	0.53
1961			0.68	0.48	0.73
1962			0.82	0.58	0.80
1963	}	2	0.85	0.47	0.69
1964			0.82	0.52	0.66
1965			0.81	0.56	0.74
1966			0.89	0.67	0.73
1967	}	3	0.67	0.92	0.93
1969			0.97	0.99	0.97
1971			0.84	0.69	0.86
1973			0.67	0.70	0.86
1976	}		0.73	0.65	0.90
1978			0.70	0.73	0.94
PAW-970					
1967	}	4	0.64	0.58	0.64
1968			0.43	0.47	0.52
1970	}	5	0.41	0.46	0.40
1971			0.52	0.63	0.62
1972			0.48	0.54	0.61
1973			0.44	0.51	0.69

Tabel 3a De correlatiecoëfficiënten tussen de indicaties voor voedselrijkdom van verschillende auteurs afgeleid uit éénjarige vegetatie-beschrijvingen en de droge-stof produktie over een aantal jaren gemiddeld. De cijfers hebben betrekking op de gegevens van De Ossekampen (boven) en PAW-970 (onder). Voor toelichting voor de gebruikte indicatieberekeningsmethoden zie tabel 1.

periode waarover corr. coëff. is gemiddeld (zie tabel 3a)			indicatie berekeningsmethode		
			PK-Kruijne	Ellenberg	Clausman
De Ossekampen					
1	(4 jaar)	$\bar{r}$	0.65	0.60	0.69
		$s_r$	0.16	0.21	0.11
2	(5 jaar)	$\bar{r}$	0.81	0.63	0.75
		$s_r$	0.08	0.17	0.10
3	(5 jaar)	$\bar{r}$	0.78	0.75	0.91
		$s_r$	0.12	0.14	0.05
PAW-970					
4	(2 jaar)	$\bar{r}$	0.54	0.52	0.58
		$s_r$	0.15	0.08	0.08
5	(4 jaar)	$\bar{r}$	0.46	0.53	0.56
		$s_r$	0.05	0.07	0.10

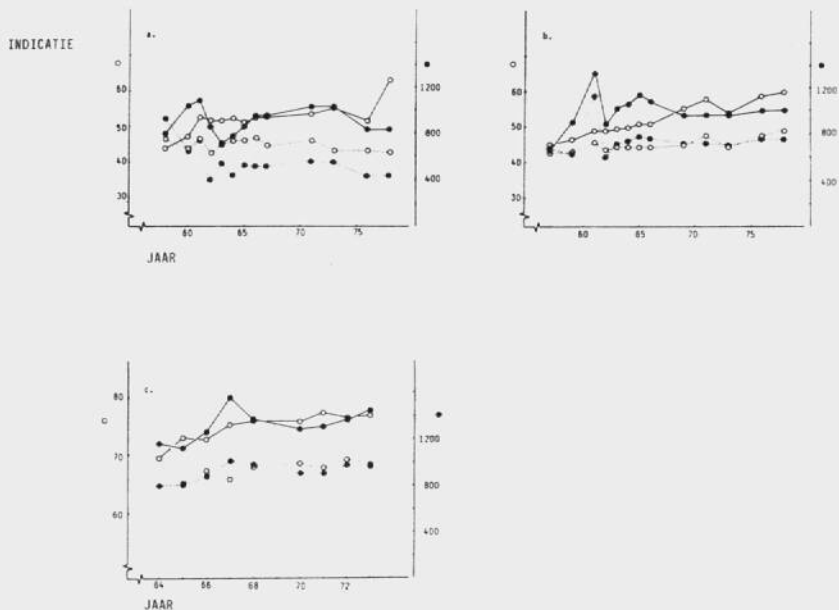
Tabel 3b De correlatiecoëfficiënten per jaar, gemiddeld over de in tabel 3a onderscheiden perioden. Tevens is de standaardafwijking van de coëfficiënten weergegeven.

#### De Ossekampen

Beschouwen we de gegevens van De Ossekampen (tabel 3a), dan blijkt over het algemeen dat de sterkte van de samenhang tussen indicatie voor voedselrijkdom en produktie, althans in de periode 1967-1978, niet belangrijk afwijkt van wat reeds bij de meerjarige gemiddelden is gevonden. Opvallend is dat deze samenhang reeds vanaf 1959 (het onderzoek is in 1957 gestart) duidelijk aanwezig is. In de periode daarna treedt een lichte verbetering op, die zich bij alle indicatieberekeningsmethoden voordoet. Door wisselingen tussen de jaren is dit echter pas door middeling over een aantal jaren duidelijk zichtbaar te maken zoals in tabel 3b is gedaan. Duidelijk blijkt daaruit dat de samenhang in de loop van de tijd sterker wordt.

Wanneer we de ontwikkeling in de tijd volgen (zie Figuur 3a,b) dan zien we inderdaad dat de verschillen tussen de zware en lichte bemestingsregimes zich vrij snel ontwikkelen. Wat betreft de productie

Figuur 3 Verloop van de voedselrijksindicatie en van de productie in de tijd bij zware en lichte bemesting.



- a. gegevens van De Ossekampen, hooiland  
 b. gegevens van De Ossekampen, weiland  
 c. gegevens van PAN-970, weiland

— zware bemesting (NPK/550 kg N; zie hoofdstuk II)  
 --- lichte bemesting (0/50 kg N; zie hoofdstuk II)

- indicatiewaarden volgens methode Clausman  
 ● droge-stofproductie.



wordt na ca. 5 à 10 jaar een evenwicht (dat wil zeggen een stabiele verschilwaarde) bereikt. Voor de voedselrijkdomindicatie geldt voor het hooilandgebruik hetzelfde (Figuur 3a); bij de weilanden (Figuur 3b) voltrekt de grootste verandering zich weliswaar reeds binnen 5 jaar, maar het verschil tussen de objecten neemt in het verdere verloop van het onderzoek nog steeds toe.

Bij vergelijking van de methoden onderling (zie tabel 3b) blijkt dat methode Clausman over het algemeen het hoogst scoort, en tevens dat deze methode de meest stabiele resultaten oplevert.

#### PAW-970

Voor de PAW-970 graslanden (tabel 3a) worden voor de periode 1970-1973 eveneens globaal dezelfde resultaten gevonden als voor de meerjarige gemiddelden, zij het dat in 1970 sprake is van een negatieve uitschieter. Mogelijk wordt dit veroorzaakt door de vrij lage voorjaars-temperatuur en de hoge neerslag in dat jaar. Verder is net als bij De Ossekampen ook hier de samenhang tussen produktie en indicatie snel na aanvang van de proeven duidelijk aantoonbaar (de proef is in 1964 gestart). Voor 1967 wordt voor alle methoden een  $r$  van  $\pm 0.6$  gevonden. In tegenstelling tot De Ossekampen is er in de periode daarna geen trendmatige verbetering te constateren, zoals blijkt wanneer de coëfficiënten over de onderscheiden perioden worden gemiddeld (tabel 3b). Vergelijken we de methoden onderling dan komt het beeld overeen met dat van de meerjarige gemiddelden: de methoden Ellenberg en Clausman scoren iets beter dan de methode Kruijne. Volgen we hier de ontwikkeling in de tijd van de bemestingsextremen (Figuur 3c) dan valt in de eerste plaats op dat de productiever verschillen tussen 50 en 450 kg N/ha.jr reeds vanaf het eerste jaar van de proef groot zijn (1964). Dit verschil neemt in de 10 jaar van de proef nog wel verder toe. De indicatiewaarden zijn vanaf het tweede jaar duidelijk verschillend. Dit verschil neemt in het verdere verloop nog iets toe. Kon in de samenhang tussen produktie en indicatie geen trend worden aangetoond, bij beschouwing van grootheden zelf blijkt daar dan wel sprake van te zijn. Kennelijk is de spreiding in de gegevens groot, hetgeen wegvalt bij beschouwing van het gemiddelde. (Elk punt in figuur 3c is het gemiddelde van 6 waarnemingen.)

Conclusies m.b.t. indicaties gebaseerd op gegevens van jaren afzonderlijk

Indicaties van de voedselrijkdom gebaseerd op éénjarige waarnemingen van de samenstelling van graslandvegetaties leveren globaal dezelfde resultaten als die gebaseerd op meerjarige waarnemingsreeksen. De jaarlijkse schommelingen zijn niet allesoverheersend. Voor het materiaal van De Ossekampen zijn de resultaten duidelijk beter dan van PAW-970. Zeker wat betreft de correlatiecoëfficiënten is er, vooral bij de methoden Kruijne en Ellenberg, soms sprake van een aanzienlijke spreiding tussen de jaren. Voor praktische toepassing is verder een belangrijke konstatering dat al vrij snel na het optreden van een verandering in beheer veranderingen in de vegetatie-indicatie van de voedselrijkdom kunnen worden geconstateerd. Met het instellen van een stabiele situatie na een beheersverandering is evenwel meer tijd gemoeid.

### V. Betrouwbaarheidsanalyses

In het vorige hoofdstuk werden de verschillende indicatiemethoden voor de voedselrijkdom getoetst aan gegevens omtrent de droge-stofproductie. Zeker als van het totale gegevensbestand werd uitgegaan werden hierbij hoge correlatiewaarden gevonden. Hieruit kan echter nog niet direct worden afgeleid met welke nauwkeurigheid men, op grond van een gegeven indicatiewaarde, een uitspraak kan doen over de voedselrijkdom (i.c. de droge-stofproductie). Dat is het onderwerp van dit hoofdstuk.

De analyse betreft het berekenen van een 95% betrouwbaarheidsinterval bij de regressie-analyse (voor de berekeningswijze zie Dixon en Massey, 1969). Bij deze regressie-analyse is in principe de productie de onafhankelijke variabele (de x-as) en de indicatiewaarde de afhankelijke (de y-as). Dat betekent dat wiskundig gezien eigenlijk alleen de regressie mag worden berekend van de productie naar de indicatiewaarde.

Een dergelijke berekening geeft als resultaat het betrouwbaarheidsinterval van indicatiewaarden bij een bepaalde productie (tabel 4a). In de kolommen I en II zijn de indicatie berekeningsmethode en de bron van de gegevens weergegeven. In kolom III (1) is de voorspellingsnauwkeurigheid weergegeven van enkelvoudige waarnemingen en in kolom III(10) van een groep van tien (onafhankelijke) waarnemingen.

Indicatie berekening-methode	Gegevens	95% Voorspellingsnauwkeurigheid van indicatie		Verklaarde variantie ( $r^2 \times 100\%$ )
		III(1)	III(10)	
I	II			IV
Kruijne	totaal bestand	+/- 14.6	+/- 4.6	74%
Ellenberg	totaal bestand	+/- 8.8	+/- 2.8	66%
Clausman	totaal bestand	+/- 12.0	+/- 3.8	81%
Kruijne	De Ossekampen	+/- 13.3	+/- 4.2	64%
Ellenberg	De Ossekampen	+/- 11.3	+/- 3.6	55%
Clausman	De Ossekampen	+/- 7.0	+/- 2.2	92%
Kruijne	PAW-970	+/- 8.8	+/- 2.8	26%
Ellenberg	PAW-970	+/- 5.7	+/- 1.8	44%
Clausman	PAW-970	+/- 9.6	+/- 3.0	38%

Tabel 4a Het 95% betrouwbaarheidsinterval van voedselrijkdomindicatie uit productie bij enkelvoudige en tienvoudige waarnemingen. Tevens is het percentage onverklaarde variantie aangegeven.

Omdat de cijfers binnen de kolommen III(1) en III(10) onderling niet vergelijkbaar zijn, in verband met de verschillende schalen van de indicatiewaarden is in kolom IV ter oriëntatie het percentage verklaarde variantie weergegeven, afgeleid uit de gegevens van tabel 1. Deze cijfers zijn onderling wél vergelijkbaar.

Kolom III(1) maakt duidelijk dat de nauwkeurigheid van enkelvoudige waarnemingen gering is: wil men met behulp van de methode Kruijne met een zekerheid van 95% stellen dat twee opnamen in productie - en dus voedselrijkdom - verschillen, dan zullen de indicaties (op een schaal van -100 tot +100) minstens 14.6 punten uiteen moeten liggen. Bij een groter aantal onafhankelijke waarnemingen wordt de nauwkeurigheid groter. Met behulp van de formule  $\sigma_m = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$  kan voor 10 waarnemingen worden berekend dat het betreffende betrouwbaarheidsinterval +/- 4.6 bedraagt (kolom III(10)). Deze getallen maken duidelijk dat de praktische toepassing van indicaties vooral gezocht moet worden in de vergelijking van groepen waarnemingen en niet van enkelevoudige waarnemingen. Vergelijkt men nu twee situaties met in elk van beide een even grote groep waarnemingen dan kan met de formule:

$$\text{grenswaarde-significantie verschil} = \sigma = \sqrt{\frac{2}{N}}$$

berekend worden afhankelijk van het aantal waarnemingen in elk der groepen N, welk verschil tussen de beide groepen nog juist significant is. In de onderstaande tabel staat voor de drie methoden aangegeven hoe groot dit verschil bij verschillende aantal waarnemingen moet zijn.

Aantal paar waarnemingen per situatie	Kruijne	Ellenberg	Clausman
1	20.6	12.4	17.0
2	14.6	8.8	12.0
3	11.9	7.2	9.8
5	9.2	5.6	7.6
10	6.5	3.9	5.3
25	4.1	2.5	3.4
50	2.9	1.8	2.4
100	2.1	1.2	1.7

Tabel 4b De grenswaarde van het verschil tussen waarnemingsparen voor het aantonen van significant verschil ( $p < 0.05$ ).

Dat dergelijke waarden een praktische betekenis kunnen hebben blijkt uit een onderzoek naar veranderingen in de vegetaties in de Vijf-heerenlanden en Alblasserwaard tussen 1977 en 1984 (Groen en Clausman, in druk). \* Zij konden met behulp van voedselrijkdomindicatieberekeningen aantonen dat er significante veranderingen zijn opgetreden.

Naast de betrouwbaarheid van de indicatie vanuit de productie zijn wij ook geïnteresseerd in het omgekeerde: met welke nauwkeurigheid kan de omvang van de productie worden afgeleid uit de voedselrijkdomindicatie. Hoewel wiskundig gezien niet geheel correct hebben we daartoe de regressie van de indicatiewaarden naar de productie berekend, en de nauwkeurigheid bepaald.

De resultaten zijn weergegeven in tabel 4c. In de eerste beide kolommen zijn weer de indicatie-berekeningsmethode en de bron van de gegevens weergegeven. In de derde kolom is de regressievergelijking weergegeven en in de vierde kolom de nauwkeurigheid van de voorspelling van de droge-stofproductie op grond van de indicatiewaarde van één vegetatieopname.

Methode en gegevens		Regressievergelijking productie uit indicatiewaarden (productie in kg.ds/ha) productie	Voorspellings- nauwkeurig- heid productie uit indicatie- waarden
I	II	III	IV
Kruijne	totaal bestand	prod.=18.47 x indw + 844	+/- 315
Ellenberg	totaal bestand	prod.=33.82 x indw -1092	+/- 381
Clausman	totaal bestand	prod.=20.92 x indw - 353	+/- 283
Kruijne	De Ossekampen	prod.=13.41 x indw + 781	+/- 232
Ellenberg	De Ossekampen	prod.=16.14 x indw - 224	+/- 265
Clausman	De Ossekampen	prod.=25.15 x indw - 558	+/- 214
Kruijne	PAW-970	prod.=18.79 x indw + 850	+/- 344
Ellenberg	PAW-970	prod.=31.59 x indw - 887	+/- 328
Clausman	PAW-970	prod.=19.10 x indw - 221	+/- 322

Tabel 4c Regressie en voorspellingsnauwkeurigheid van productie uit voedselrijkdomindicatie bij enkelvoudige waarnemingen.

\*) Voor 314 bemonsterde graslandvegetaties vonden zij over de periode 1977-1984 een gemiddelde toename van de voedselrijkdom van 4.2 (met de methode Clausman). Dit verschil is sterk significant, de grenswaarde van het verschil voor significantie ligt immers bij 1.7 (zie tabel 4b).

Uit deze tabel komt in de eerste plaats naar voren dat de nauwkeurigheid van de voorspelling bij één waarneming gering is. Wil men een nauwkeurigheid bereiken van maximaal 100 kg droge stof/ha.jr dan kan weer met behulp van de formule  $\sigma_m = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$  worden bepaald hoeveel onafhankelijke waarnemingen aan de vegetatie nodig zijn. In onderstaand staatje staan deze aantallen aangegeven.

Kruijne	totaal bestand	10
Ellenberg	totaal bestand	15
Clausman	totaal bestand	9
Kruijne	De Ossekampen	6
Ellenberg	De Ossekampen	8
Clausman	De Ossekampen	5
Kruijne	PAW-970	12
Ellenberg	PAW-970	11
Clausman	PAW-970	11

Tabel 4d Aantal waarnemingen nodig om een voorspellingsnauwkeurigheid voor de productie te verkrijgen van +/- 100 kg.

Uit deze gegevens blijkt dat de methode Clausman steeds de meest nauwkeurige voorspelling oplevert.

Een tweede conclusie kan zijn dat de indicatiewaarden voor de vegetatie van De Ossekampen nauwkeuriger voorspellingen opleveren van de productie dan voor de PAW-vegetatie. Aan dit verschil liggen waarschijnlijk twee reeds eerder aangeduide oorzaken ten grondslag. In de eerste plaats verschillen de PAW-proefvlakken in grondsoort en vochttoestand; zij zijn ook verspreid over de provincie Zuid-Holland. De proefvlakken van De Ossekampen betreffen daarentegen één in kleine veldjes verdeeld perceel. In de tweede plaats zijn de PAW-proefvlakken, door hun grotere voedselrijkdom, gemiddeld soortenarmer dan de proefvlakken in De Ossekampen. Een op meer soorten gebaseerde indi-

catie is waarschijnlijk nauwkeuriger dan een op weinig soorten gebaseerde indicatie. Hierdoor zullen de voorspellingen in voedselarme situaties nauwkeuriger zijn.

De hier berekende nauwkeurigheid levert nog een vergelijkingsmogelijkheid met de in hoofdstuk II besproken standaarddeviatie van de indicatie (de tolerantiewaarde van de opname) in de methode Clausman, als maat voor de betrouwbaarheid. Als men deze standaarddeviatie met 1,96 vermenigvuldigt verkrijgt men een waarde die rechtstreeks vergelijkbaar is met de hierboven berekende voorspellingsnauwkeurigheid. In het onderstaande tabelletje worden deze twee waarden naast elkaar gezet:

Gegevens	voorspellingsnauwkeurigheid	
	volgens proefveld-gegevens gerelateerd aan de productie	volgens berekening van tolerantie van opname m.b.v. methode Clausman
Totaal bestand	12.0	13.9
De Ossekampen	7.0	9.6
PAW-970	9.6	16.1

Hieruit blijkt dat de nauwkeurigheid zoals die naar voren komt bij toetsing aan de productiegegevens gunstiger uitvalt, dan die welke uit de tolerantieberekening van Clausman kan worden afgeleid. Deze laatste is dus aan de voorzichtige kant.

Hoewel de voorspelling voor enkelvoudige waarnemingen dus nogal onnauwkeurige resultaten oplevert, is het waarschijnlijk dat dit beeld wat al te pessimistisch is.

In de eerste plaats bieden indicatie-berekeningen wel goede mogelijkheden voor het vergelijken van grotere aantallen waarnemingen omdat de voorspellingsnauwkeurigheid dan toeneemt. In de tweede plaats kunnen ontwikkelingen in de loop van de tijd waarschijnlijk met grotere nauwkeurigheid worden vastgesteld, omdat een aantal ruisveroorzakende factoren (bodem, geografische spreiding e.d.) dan geen rol speelt.

teresseerd in de relatie tussen de indicatiewaarde en de werkelijke voedselrijkdomsituatie. De hier berekende nauwkeurighedsgegevens zijn gebaseerd op de relatie tussen de indicatiewaarde en de produktie. Vooruitlopend op de discussie dient te worden bedacht dat de produktie slechts een benadering is van de voedselrijkdome. Deze schatting van de voedselrijkdomsituatie zal zelf ook een bron van onnauwkeurigheid zijn.

Verder moet worden bedacht dat in beide onderzoeken de vegetatie is bemonsterd met de zogenaamde handgrepenmethode, die in totaal per opname slechts ca.  $\frac{1}{4}$  m<sup>2</sup> beslaat. Het is gebleken dat met deze methode, vergeleken met een opname van gangbare grootte, ca. 30% van de soorten gemist wordt (Oomes en Mooi, 1981). Dit kan de bepaling van de indicatie ongunstig hebben beïnvloed.

#### Conclusies

De spreiding in indicatiewaarden (bij enkelvoudige waarnemingen) bij een bepaalde produktie is groot. Om tot een significant verschil in indicatie te kunnen komen is òf een zeer groot verschil in indicatie òf een groot aantal waarnemingen noodzakelijk. Omgekeerd is ook de nauwkeurigheid gering, waarmee de produktie (en daarmee de voedselrijkdomsituatie) kan worden voorspeld op basis van de indicatiewaarde van één enkele opname. Pas bij een aantal van ca. 10 onderling onafhankelijke waarnemingen wordt een nauwkeurigheid van +/- 100 kg droge stof/ha.jr bereikt. Bij een toenemend aantal wordt de nauwkeurigheid vanzelfsprekend groter.

De praktische betekenis van het indicatie-instrument ligt daarmee waarschijnlijk primair in het vergelijken van groepen van gegevens, waarvan men wil bepalen of ze significant van elkaar verschillen. Ook biedt de bepaling van indicatiewaarden goede mogelijkheden voor het opsporen van veranderingen in de voedselrijkdomsituatie in de loop van de tijd.

Een voorbeeld hiervan is het onderzoek van Groen en Clausman (in druk) naar de veranderingen in de vegetatie van de Vijfheerenlanden en de Alblasserwaard tussen 1977 en 1984.



catie is waarschijnlijk nauwkeuriger dan een op weinig soorten gebaseerde indicatie. Hierdoor zullen de voorspellingen in voedselarme situaties nauwkeuriger zijn.

De hier berekende nauwkeurigheid levert nog een vergelijkingsmogelijkheid met de in hoofdstuk II besproken standaarddeviatie van de indicatie (de tolerantiewaarde van de opname) in de methode Clausman, als maat voor de betrouwbaarheid. Als men deze standaarddeviatie met 1,96 vermenigvuldigt verkrijgt men een waarde die rechtstreeks vergelijkbaar is met de hierboven berekende voorspellingsnauwkeurigheid. In het onderstaande tabelletje worden deze twee waarden naast elkaar gezet:

Gegevens	voorspellingsnauwkeurigheid	
	volgens proefveldgegevens gerelateerd aan de productie	volgens berekening van tolerantie van opname m.b.v. methode Clausman
Totaal bestand	12.0	13.9
De Ossekampen	7.0	9.6
PAW-970	9.6	16.1

Hieruit blijkt dat de nauwkeurigheid zoals die naar voren komt bij toetsing aan de productiegegevens gunstiger uitvalt, dan die welke uit de tolerantieberekening van Clausman kan worden afgeleid. Deze laatste is dus aan de voorzichtige kant.

Hoewel de voorspelling voor enkelvoudige waarnemingen dus nogal onnauwkeurige resultaten oplevert, is het waarschijnlijk dat dit beeld wat al te pessimistisch is.

In de eerste plaats bieden indicatie-berekeningen wel goede mogelijkheden voor het vergelijken van grotere aantallen waarnemingen omdat de voorspellingsnauwkeurigheid dan toeneemt. In de tweede plaats kunnen ontwikkelingen in de loop van de tijd waarschijnlijk met grotere nauwkeurigheid worden vastgesteld, omdat een aantal ruisveroorzakende factoren (bodem, geografische spreiding e.d.) dan geen rol speelt.

teresseerd in de relatie tussen de indicatiewaarde en de werkelijke voedselrijkdomsituatie. De hier berekende nauwkeurighedsgegevens zijn gebaseerd op de relatie tussen de indicatiewaarde en de produktie. Vooruitlopend op de discussie dient te worden bedacht dat de produktie slechts een benadering is van de voedselrijkdom. Deze schatting van de voedselrijkdomsituatie zal zelf ook een bron van onnauwkeurigheid zijn.

Verder moet worden bedacht dat in beide onderzoeken de vegetatie is bemonsterd met de zogenaamde handgrepenmethode, die in totaal per opname slechts ca.  $\frac{1}{4}$  m<sup>2</sup> beslaat. Het is gebleken dat met deze methode, vergeleken met een opname van gangbare grootte, ca. 30% van de soorten gemist wordt (Oomes en Mooi, 1981). Dit kan de bepaling van de indicatie ongunstig hebben beïnvloed.

#### Conclusies

De spreiding in indicatiewaarden (bij enkelvoudige waarnemingen) bij een bepaalde produktie is groot. Om tot een significant verschil in indicatie te kunnen komen is òf een zeer groot verschil in indicatie òf een groot aantal waarnemingen noodzakelijk. Omgekeerd is ook de nauwkeurigheid gering, waarmee de produktie (en daarmee de voedselrijkdomsituatie) kan worden voorspeld op basis van de indicatiewaarde van één enkele opname. Pas bij een aantal van ca. 10 onderling onafhankelijke waarnemingen wordt een nauwkeurigheid van +/- 100 kg droge stof/ha.jr bereikt. Bij een toenemend aantal wordt de nauwkeurigheid vanzelfsprekend groter.

De praktische betekenis van het indicatie-instrument ligt daarmee waarschijnlijk primair in het vergelijken van groepen van gegevens, waarvan men wil bepalen of ze significant van elkaar verschillen. Ook biedt de bepaling van indicatiewaarden goede mogelijkheden voor het opsporen van veranderingen in de voedselrijkdomsituatie in de loop van de tijd.

Een voorbeeld hiervan is het onderzoek van Groen en Clausman (in druk) naar de veranderingen in de vegetatie van de Vijfheerenlanden en de Alblasserwaard tussen 1977 en 1984.

Invoegen op blz. 36 onderaan.

Ook de aard van het voor de toetsing gebruikte materiaal kan een rol spelen bij de geringe nauwkeurigheid. Zo is men uiteindelijk geïn-

## VI. Algemene conclusies

- Met behulp van gegevens over de samenstelling van de graslandvegetatie kunnen indicatiewaarden omtrent de voedselrijkdomsituatie worden verkregen die een sterke samenhang vertonen met de productie. Ook met de N-gift kan een duidelijk verband worden vastgesteld, al kon deze toetsing slechts beperkt worden uitgevoerd. Bij toetsing over een groot traject in voedselrijkdom wordt een sterke samenhang gevonden dan voor een kleiner deeltraject. Ook zijn er verschillen in de mate van samenhang tussen de beide onderzochte bestanden. De gegevens van De Ossekampen geven een sterker verband te zien dan die van project PAW-970. Dit ligt waarschijnlijk aan de grotere verschillen tussen de proefvlakken voor wat betreft de grondsoort en vochtsituatie bij het laatstgenoemde onderzoek.
- Gegevens over de abundantie van soorten spelen in het algemeen geen rol van betekenis bij de betrouwbaarheid of nauwkeurigheid van de berekende voedselrijkdomindicatie. Is het doel van een inventarisatie beperkt tot het verkrijgen van een indicatie van de voedselrijkdom dan kan voor graslandvegetaties het verzamelen van abundantiegegevens achterwege blijven. Alleen voor de methode Ellenberg lijken deze gegevens, althans wanneer deze methode in voedselrijke graslandvegetaties wordt toegepast, wel van belang te zijn.
- Soorten die een lage bedekking hebben (< 5%) dragen niet of nauwelijks bij tot de betrouwbaarheid van de berekende voedselrijkdomindicatie. Vegetatiebemonsteringen waarbij de weinig voorkomende soorten mogelijk over het hoofd zijn gezien, zijn daarmee nog steeds bruikbaar om de voedselrijkdomsituatie uit af te leiden.
- Indicatieberekeningen gebaseerd op eenmalige vegetatiewaarnemingen geven hetzelfde beeld te zien als die gebaseerd op meerjarige waarnemingen. Voor de gegevens van De Ossekampen (schrale omstandigheden) worden geen afwijkingen van betekenis gevonden; voor de gegevens van PAW-970 (goed-verzorgde graslanden) is de samenhang gemiddeld even sterk als die van meerjarige waarnemingen, maar er treden in enkele gevallen relatief grote fluctuaties tussen de jaren op.



Plaat 2 Vier kruiden, indicatief voor voedselarme omstandigheden, en met hoge natuurbehoudswaarde. Van links naar rechts *Cirsium dissectum* (Spaanse ruiter), *Pedicularis palustris* (Moeras-kartelblad), *Valeriana dioica* (Kleine valeriaan) en *Viola palustris* (Moerasviooltje).

- Reeds na 3 à 5 jaar na het instellen van een bepaald beheer is het mogelijk om uit de samenstelling van de vegetatie steekhoudende indicaties af te leiden omtrent de veranderingen in de voedselrijksituatie. Met het bereiken van een evenwichtssituatie is echter een veel langere periode gemoeid.
  
- De drie in beschouwing genomen methoden om de indicatie van de voedselrijkdom te berekenen geven bij een groot voedselrijkdomstraject alle een sterke samenhang met de produktie te zien; hierbij geeft de methode Clausman de hoogste correlatie. Bij splitsing van de gegevens van de twee gebruikte onderzoeken komen grotere verschillen tussen de methoden ondeling aan het licht. De methode Kruijne blijkt in voedselarme omstandigheden een betere samenhang met de produktie te geven, dan in voedselrijke situaties. De methode Ellenberg scoort juist beter in voedselrijke omstandigheden. De methode Clausman tenslotte geeft in voedselarme omstandigheden het beste resultaat en is in voedselrijke omstandigheden vrijwel even goed als de methode Ellenberg.
  
- Het bepalen van de voedselrijksindicatie biedt mogelijkheden tot het doen van voorspellingen van de feitelijke voedselrijksituatie, uitgedrukt in de droge-stofproductie. Individuele indicaties blijken daarbij een geringe voorspellingsnauwkeurigheid te bieden. De indicatieberekeningen bieden echter wel goede mogelijkheden voor het aantonen van verschillen in voedselrijkdom tussen groepen waarnemingen. Bij bepaalde typen effect-onderzoek en ook bij het vaststellen van trends in de vegetatie van grotere gebieden kan het werken met indicaties een zeer bruikbaar hulpmiddel zijn.

## VII. Discussie

### Externe maat voor de voedselrijkdom

Bij de keuze van een externe maat voor de voedselrijkdom is een goed begrip over de voedselrijkdom noodzakelijk. Uit de literatuur kan het algemene beeld worden gedestilleerd dat de voedselrijkdom de hoeveelheid beschikbare voedingsstoffen aangeeft per eenheid bodem (zie o.a. Klapp, 1975). Voor de bepaling van de beschikbare hoeveelheid voedingsstoffen kunnen in principe drie methoden worden onderscheiden, te weten:

- directe meting in de bodem;
- indirecte meting via de input;
- indirecte meting via de output.

Deze drie methoden zullen hieronder beknopt, wat betreft hun voor- en nadelen, worden vergeleken (zie ook Hendriks e.a., 1985).

### Directe meting van de nutriënten in de bodem

Voordeel: de metingen geven precies aan wat de hoeveelheid is aan verschillende in de bodem aanwezige nutriënten.

Nadeel : de resultaten van de chemische bepalingen geven in het gunstigste geval wel de hoeveelheid aanwezige voedingsstoffen aan, maar corresponderen niet per definitie met de voor planten beschikbare hoeveelheid: niet alle vormen waarin nutriënten voorkomen zijn immers voor de plant opneembaar. Daartegenover kan het voorkomen dat de nutriëntcyclus zo snel verloopt dat de concentratie in de bodem continu erg laag is en geen maat vormt voor de beschikbaarheid voor de planten (vergelijk Van Dijk, 1984).

Een probleem is verder dat het gehalte aan nutriënten in de tijd kan variëren, zodat enkelvoudige metingen niet altijd representatief behoeven te zijn. Tenslotte kan als complicatie worden genoemd dat een integratie moet plaatsvinden van de informatie over de aanwezigheid van de verschillende nutriënten tot één beeld over de voedselrijkdom. Doorgaans hanteert men hiervoor de karakteristiek zoals die voor

landbouwgewassen in het algemeen geldt. Het is echter bekend dat de ideale verhouding tussen de verschillende nutriënten niet voor alle plantesoorten dezelfde is.

#### Bepaling van de nutriënten input

- Voordeel: de voedselrijkdom van de bodem kan ook indirect worden bepaald door de input aan nutriënten te meten. Deze variabele is met name ook van praktisch belang, omdat deze gedeeltelijk als beheersmaatregel kan worden gevarieerd.
- Nadeel : bij de bepaling van de input gaat men niet in op de vraag welk deel van de input ook werkelijk voor de planten relevant is. Bij bemesting kan bijvoorbeeld een (groot) deel van de input uit- of afspoelen (Kolenbrander, 1976; Sluijsmans e.a., 1978). Een ander bezwaar is dat de input ook langs andere wegen tot stand komt dan via de beschouwde handeling (in dit geval via de lucht, via het grondwater e.a.). De bepaling van de nutriënten-input kan dus complex zijn.

#### Bepaling van de nutriënten output

- Voordeel: deze meting geeft in feite precies de door de planten opgenomen hoeveelheid aan, en vormt daarmee een maat voor de beschikbaarheid.
- Nadeel : behalve de voedselrijkdom van de bodem zijn ook andere factoren van belang voor de produktie, zoals vochttoestand, pH, gebruikwijze, enz. In de situaties die in dit onderzoek betrokken zijn, is aannemelijk dat de voedselrijkdom voor een belangrijk deel de produktie bepaalt. De bemesting is immers de belangrijkste factor die wordt gevarieerd. Het is echter duidelijk dat ook andere factoren zoals vochttoestand en gebruik een rol spelen.

De drie toetsingsmethoden hebben daarmee elk zowel voor- als nadelen. Ze geven allemaal een benadering van wat men in het algemeen onder voedselrijkdom verstaat, maar vertonen ook beperkingen. Het beste zou zijn als ze naast elkaar worden gebruikt en daarmee elkaars tekortkomingen compenseren.

Er is in de onderhavige studie evenwel één reden waarom het gebruik van de productie beter geschikt is dan het gebruik van gegevens over de N-input. Dit betreft problemen bij de vergelijkbaarheid van de N-input in hooiland- en weilandsituaties. Bij beide werd steeds alleen de externe (minerale) N-input vastgesteld. In weilanden vindt evenwel recirculatie plaats en komt de stikstof, via de koemest, opnieuw beschikbaar. Zo is door Floate (1970) en door Harrison (1978) aangetoond dat door beweiding de input van N en P kan vertienvoudigen. Weilanden en hooilanden zijn daarmee qua N-input moeilijk vergelijkbaar (vergelijk ook Elberse e.a., 1983). Dit probleem speelt niet voor de productie.

Hier staat wel het - waarschijnlijk minder grote - probleem tegenover dat in hooiland, door afwezigheid van begrazing, de assimilatieperiode wordt verkort. Door het uitgroeien van de vegetatie kunnen dan de aanwezige voedingsstoffen niet meer worden benut. Ook de productie wordt dus mede door de gebruikswijze bepaald, en daarmee de externe maat voor de voedselrijkdom. Voor opheldering van de ernst van dit punt zou moeten worden nagegaan in welke mate de productie door dit "vroegtijdige" aftakelen wordt beïnvloed. Uit berekeningen die binnen een gebruikswijze zijn uitgevoerd, blijkt echter dat ook per gebruikswijze sprake is van een sterke correlatie tussen productie en voedselrijkdomindicatie (voor visuele illustratie zie bijvoorbeeld figuur 1e). De gebruikswijze speelt dus in ieder geval geen alles overheersende rol.

#### Kwantificeerbaarheid van factoren met behulp van indicaties

Algemeen is de opvatting dat de botanische samenstelling van de vegetatie het totaal aan milieufactoren weerspiegelt, maar tegelijk wordt het onmogelijk geacht om uit de vegetatie alle factoren vast te stellen. De uitspraak over een factor wordt gemakkelijker naarmate deze een sterker stempel op de vegetatie drukt (zie Klapp, 1975, p. 116; Van Dam en Van Wirdum, 1985).

Binnen de Nederlandse graslanden kunnen als algemeen belangrijke factoren worden aangemerkt: vochttoestand, gebruikswijze en bemesting



(zie Clausman en Den Held, 1983). Andere factoren zoals kwel en zoutgehalte bijvoorbeeld zijn meer van plaatselijk belang. Juist de wetenschap dat de drie eerstgenoemde factoren sterk bepalend zijn geeft de mogelijkheid om deze uit de samenstelling van de vegetatie af te leiden, waarbij kwantitatieve uitspraken in principe mogelijk zijn. Echter het uiteenrafelen van de invloed van deze factoren levert problemen, omdat ze in de praktijk sterk aan elkaar zijn gekoppeld. Dit zou geen probleem zijn als de koppeling absoluut zou zijn, dat wil zeggen als een bepaalde ontwateringstoestand het gebruik en de bemesting volledig zou determineren (vastleggen). In de praktijk van de landbouwbedrijfsvoering en de natuurbescherming is men echter juist geïnteresseerd in de effecten van manipulatie met de afzonderlijke factoren. Correctie van de indicaties voor de invloed van de beide andere factoren is dan noodzaak.

De in dit artikel gepresenteerde resultaten geven aan dat kwantificering van de voedselrijkdom, voorzover de produktie daar een goed beeld van geeft, met de huidige indicatie-berekeningen zeker mogelijk is. De voorspellingsnauwkeurigheid van een enkele indicatiewaarde is echter gering. Gegeven deze onnauwkeurigheid lijkt het niet zinnig om als men de voedselrijkdom van een grasland wil bepalen, dan een groot aantal vegetatie-opnamen te maken: een produktiebepaling e.d. is dan bijvoorbeeld efficiënter. De betekenis van de bepaling van de voedselrijkdomindicatie ligt veeleer hierin dat, wanneer men reeds beschikt over veel vegetatiegegevens, men deze zeer wel kan gebruiken om een kwantitatief beeld van de voedselrijkdom te verkrijgen. Men is dan niet genoodzaakt om alsnog andere, kostbare voedselrijkdombepalingen uit te voeren. Verder is elders reeds betoogd dat de vegetatie-analyse ook een zeer geschikt instrument is om trends in de voedselrijkdom in de tijd te achterhalen.

#### Responsietijd van vegetatie op beheer

De bevinding dat al vrij snel na aanvang van de proeven de vegetatiesamenstelling een zekere samenhang vertoont met de produktie is opmerkelijk, omdat uit verschillende langlopende graslandonderzoeken blijkt dat er een zeer lange tijd mee gemoeid is voordat de vegetatie in

evenwicht is met de beheerssituatie (zie o.a. Van Dam, 1981). Dit verschijnsel is ook beschreven door Elberse e.a. (1983) voor de in dit artikel besproken onderzoek in De Ossekampen. Dit langdurige tot evenwicht komen zou het gebruik van de vegetatie als indicator tot een hachelijke zaak kunnen maken: er gaat veel tijd over heen voordat de vegetatie volledig met het heersende milieu, waarover we informatie willen hebben, in overeenstemming is.

De resultaten van onderhavig onderzoek lijken dit tegen te spreken: al snel na aanvang van de proef differentiëren de proefobjecten met verschillende behandelingen en is er een sterke samenhang tussen productie en samenstelling van de vegetatie. Wel treedt er in de loop der jaren verbetering van de samenhang op, maar belangrijk is dat reeds na enkele jaren steekhoudende uitspraken aan de samenstelling van de vegetatie kunnen worden ontleend.

De tegenstelling met de mening dat zich pas na langere tijd een evenwicht instelt is evenwel slechts schijnbaar. In de eerste plaats houdt het feit, dat reeds korte tijd na een beheersverandering een samenhang tussen vegetatie en productie wordt gevonden, niet in dat de vegetatie dan ook al een nieuwe stabiele situatie zou hebben bereikt. Verder betekent een langdurig veranderingsproces van een vegetatie na instelling van een constant nieuw beheer niet noodzakelijkerwijs dat de vegetatie achterloopt bij de heersende abiotische omstandigheden; de langzame veranderingen in de vegetatie kunnen immers een getrouwe weerspiegeling vormen van langzame veranderingen in de chemische kenmerken van de bodem. Tenslotte betekent een verandering in de vegetatie niet automatisch een belangrijke verandering in de indicatie voor de verschillende factoren: sommige soorten hebben een vrijwel gelijke indicatiewaarde voor bepaalde factoren; verwisseling van deze soorten leidt dan niet tot een andere indicatiewaarde van de vegetatie voor die factoren.

Dat graslandvegetatie wel snel reageert op veranderingen in het beheer is overigens niet nieuw. Dergelijke bevindingen zijn o.a. reeds gedaan door Ennik (1965) en Bosch e.a. (1963).

Verder is het vermeldenswaard dat ook in cultuurgebieden, dus op plaatsen waar de vegetatie geen uitdrukking kan vormen van de oorspronkelijke bodemeigenschappen, toch een zinvolle indicatie aan de vegetatie kan worden ontleend omtrent de actuele abiotische milieuomstandigheden. Gegevens omtrent de relatie tussen vegetatie en vochtsituatie in cultuurgraslanden ondersteunen dit beeld.

#### Gebruik van abundantiegegevens

Uit de uitgevoerde toetsing is gebleken dat het gebruik van abundantiegegevens in het algemeen niet of nauwelijks leidt tot een betere indicatie van de voedselrijksdomsituatie. Voor de methoden Kruijne en Ellenberg was, zoals hierboven reeds is betoogd, ook bij voorbaat geen verbetering verwacht. Voor methode Ellenberg werd echter voor voedselrijkere graslanden wel een zeker belang van de abundantiegegevens vastgesteld. De methode Clausman leek door de gedifferentieerde benadering (slechts voor een klein aantal soorten een bedekkingsafhankelijke indicatie, terwijl het gewicht van deze soorten niet recht evenredig met de abundantie varieert, maar voornamelijk als een verkleining van de tolerantie in de berekening wordt gebracht) een verbetering van de indicatie op te zullen leveren. Voor deze methode kon echter met gebruikmaking van de abundantiegegevens nergens een verbetering van de indicaties worden vastgesteld.

Dat de abundantiegegevens in het algemeen van weinig belang blijken te zijn is verrassend, temeer daar "onderzoekers in het veld" vaak juist wel hun indruk van de milieuomstandigheden afleiden uit de hoeveelheid waarmee de soorten worden aangetroffen. Het gevonden resultaat lijkt dus strijdig met de algemene opvattingen. Mogelijk is tot nog toe niet het juiste algoritme gebruikt om de abundantiegegevens te benutten. Overigens wil het feit dat voor de berekening van de voedselrijksdomindicatie de abundantie niet belangrijk lijkt te zijn geenszins zeggen dat dit voor andere factoren waarvoor indicaties kunnen worden berekend (vochttoestand, gebruikswijze, zuurgraad, enz.) ook het geval is. Nadere toetsingen zullen moeten uitwijzen in hoeverre de hier gevonden resultaten algemeen geldig zijn.

### Voedselrijkdom en natuurwaarde

Omdat binnen dit onderzoek de voedselrijkdom centraal staat en omdat de relevantie van deze factor voor de natuurbescherming groot is, willen wij het belang hier ook illustreren. In Figuur 4 is het verband tussen de produktie van de graslandvegetatie en de natuurwaarde ervan weergegeven.

Als natuurwaarde is de maat gebruikt, zoals die door Clausman en Van Wijngaarden (1983) is ontwikkeld. Aan deze maat liggen de soorten-diversiteit, de zeldzaamheid en de achteruitgang van de soorten ten grondslag. Het is uit deze figuur duidelijk dat het verband tussen de produktie van graslanden en de aldus gedefinieerde natuurwaarde van de vegetatie sterk negatief is ( $r = -0.7$ ). Dit toont aan dat de produktiefunctie van graslanden en de natuurwaarde niet met elkaar te combineren zijn. Deze opvatting is onder natuurbeschermers gemeengoed. Toch hoeft dit niet in te houden dat er geen mogelijkheden voor de bescherming van de vegetatie binnen de gangbare bedrijfsvoering in graslandgebieden te vinden zijn. Slootkanten bieden hiervoor een potentieel aanknopingspunt. Bespreking van dit onderwerp valt echter buiten dit rapport. Hieraan zal een afzonderlijk artikel worden gewijd.

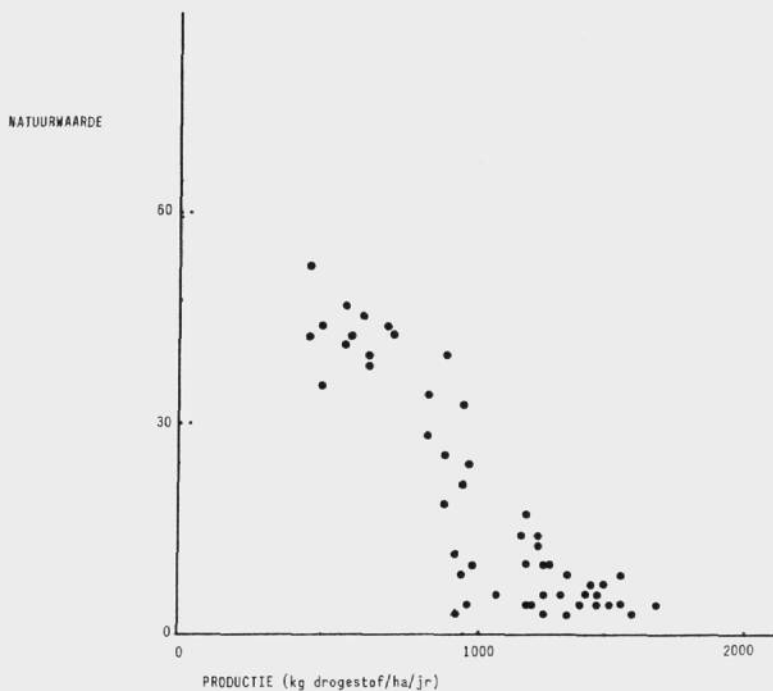
### Het verschil tussen de indicatiemethoden

Gebleken is dat de in beschouwing genomen indicatiemethoden om de voedselrijkdom te bepalen, onderling verschillen. De methode Kruijne heeft in de meer voedselarme omstandigheden zijn sterkste kant; de methode van Ellenberg juist in voedselrijkere omstandigheden. De methode Ellenberg is, ook in vergelijking met de beide andere methoden, het beste in het voedselrijke gebied.

De methode Clausman biedt, in vergelijking met de andere methoden, zowel in de voedselarme range als over het totale bereik de beste resultaten.

Verder blijkt dat de methode van Ellenberg als enige een duidelijke verbetering in samenhang te zien geeft bij gebruik van abundantiegegevens (bij voedselrijke omstandigheden).

Figuur 4 Verband tussen de productie van graslandvegetatie (in kg droge stof/ha.jr) en de natuurwaarde (volgens Clausman en Van Wijngaarden, 1983). Gegevens De Ossekampen en PAW-970.



Voor deze verschillen kunnen verschillende verklaringen worden gegeven:

1. in de eerste plaats liggen aan de indicaties van Kruijne gegevens ten grondslag afkomstig uit de periode 1935-1948. In deze periode was het bemestingsniveau beduidend lager dan tegenwoordig. Daardoor kan de differentiatie in de voedselrijkere omstandigheden niet goed in het materiaal tot uitdrukking zijn gekomen. Bij Ellenberg, die recenter is, kan dit nadeel opgegeven zijn;
2. de bewerkingen van Kruijne hebben vooral betrekking op het frequentie-percentage van de soorten (dat wil zeggen de fractie van de deelmonsters waarin een soort is aangetroffen). Dit is niet gelijk te stellen aan de in dit artikel gehanteerde abundantie-maat: het bedekkingspercentage van de soort. Ellenberg werkt wel met deze abundantie-maat. Het is aannemelijk dat juist voor de factor voedselrijkdom de inbreng van de abundantie van soorten toch van belang is (zie bijvoorbeeld Grime, 1979);
3. de voedselrijkdom van Kruijne (en dus ook van Clausman) is afgeleid uit P- en K-metingen, meting aan N heeft niet plaatsgevonden. Ellenberg geeft juist N-getallen. Het is denkbaar dat in de huidige praktijk (zoals PAW-970) in voedselrijkere omstandigheden juist N beperkend is en dat de gehalten aan P en K daar in mindere mate een beeld geven van de overall voedselrijkdom.

### VIII. Samenvatting

Met behulp van het materiaal dat in twee Nederlandse graslandonderzoeken is verzameld is nagegaan in hoeverre de methoden van Kruijne e.a., Ellenberg en Clausman om de voedselrijkdomindicatie te berekenen uit de botanische samenstelling van de vegetatie een betrouwbaar beeld geven van de feitelijke voedselrijksituatie. Het eerste onderzoek is door het CABO uitgevoerd op De Ossekampen en heeft betrekking op vrij schrale hooi- en weilanden. Het tweede onderzoek is van het Proefstation voor Akker- en Weidebouw, het PAW-970 project. Dit laatste omvat weilandvegetaties die min of meer als representatief kunnen worden beschouwd voor de huidige Zuidhollandse graslanden. Als maat voor de voedselrijkdom is de droge-stofproductie genomen en voor een deel van het materiaal de N-gift.

Bij een groot traject in bemesting blijken de indicaties van alle auteurs een zeer sterke samenhang met de voedselrijkdom te geven (met r-waarden rond 0.90). Bij splitsing van het materiaal van de twee onderzoeken blijkt er wel enige achteruitgang in deze samenhang op te treden. Bij het materiaal van De Ossekampen is de betrouwbaarheid groter dan bij het materiaal van PAW-970. Dit verschil hangt waarschijnlijk samen met de grotere verschillen tussen de proefvelden in dit laatste onderzoek.

Gegevens over de bedekking van soorten blijken geen bijdrage van betekenis te leveren aan de betrouwbaarheid van de berekende indicatiewaarden. De betrouwbaarheid blijkt ook niet sterk afhankelijk van het al of niet meenemen van weinig bedekkende (dus veelal moeilijk vindbare) soorten.

Indicatieberekeningen gebaseerd op eenjarige waarnemingen leveren voor schrale graslanden van De Ossekampen een vergelijkbare samenhang met de productie op als die gebaseerd op meerjarige waarnemingen. Voor de vette graslanden van PAW-970 is de samenhang gemiddeld gelijk aan die welke gebaseerd zijn op de meerjarige waarnemingsreeksen, maar de fluctuaties die tussen de jaren optreden zijn relatief aanzienlijk.

Van de methoden die hier zijn vergeleken blijkt die van Clausman over het algemeen de beste resultaten op te leveren. De methoden van Kruijne en Ellenberg scoren iets lager, waarbij de methode Kruijne beter in het voedselarme en de methode Ellenberg juist in het voedselrijke deel van het traject beter is.

Uit de resultaten blijkt dat ook in cultuurgebieden, dat wil zeggen in gebieden waarin de vegetatie geen volledige afspiegeling meer is van de oorspronkelijke bodemeigenschappen, de vegetatie bruikbare aanwijzingen omtrent de heersende milieuomstandigheden kan leveren. Daarbij blijken de indicatiewaarden een goede basis te kunnen worden voor een kwantitatieve benadering en niet alleen voor het opstellen van een rangorde.

Uit betrouwbaarheidsberekeningen blijkt dat uit één enkele vegetatieopname geen betrouwbaar beeld omtrent de voedselrijkdomsituatie kan worden afgeleid. Voor een schatting van de productie (als maat voor de voedselrijkdom) met een betrouwbaarheid van +/- 100 kg droge stof/ha.jr ca. 10 opnamen nodig. Het indicatie-instrument is daarmee een bruikbaar hulpmiddel om, wanneer men veel vegetatiegegevens tot zijn beschikking heeft, een beeld te krijgen over de heersende voedselrijkdom. Men is dan niet gedwongen om alsnog tijdrovende voedselrijkdombepalingen uit te voeren. Tevens lijkt de voedselrijkdindicatie een zeer geschikt instrument om tendenzen in de tijd te beschrijven. Voor de interpretatie van gegevens uit grootschalige vegetatiekarteringen en uit biologische meetnetten kan de bepaling van indicatiewaarden derhalve als krachtig hulpmiddel worden gebruikt.



Literatuur

Bink, F.A., 1978

Voorlopige richtlijnen voor het beheer van blauwgraslandreservaten.  
RIN, Leersum.

Boer, Th.A. de, 1951

Verslag van een overzichtskartering van de graslandvegetatie in het  
Hoogheemraadschap van de Vijfheerenlanden. Gestenc. meded. CILO,  
nr. 17, Wageningen.

Boer, Th.A. de, 1954

A grassland classification by vegetation survey units and their  
ecological and agricultural value in Dutch circumstances. European  
grassland conference 1954, Paris.

Bosch, S., D. Oostendorp en H.E. Harmsen, 1963

Stikstofbemesting en gebruikswijze van grasland. PAW meded. no. 88,  
Wageningen.

Clausman, P.H.M.A., 1985

In druk. Werktitel: Totstandkoming en toetsing van indicatiewaarden  
voor verschillende milieufactoren. Rap. PPD-ZH.

Clausman, P.H.M.A. en A.J. den Held, 1983

Het vegetatieonderzoek van de provincie Zuid-Holland. Algemeen rap-  
port, PPD Zuid-Holland.

Clausman, P.H.M.A. en W. van Wijngaarden, 1983

Verspreiding en ecologie van wilde planten in Zuid-Holland. Deel a:  
waarderingsparameters.

Dam, D. van, 1981

Een analyse van de diversiteit van de Rothamsted Park Grass plots.  
RIN-rap. 81-3, Arnhem.

Dixon, W.J. en F.J. Massey, 1969

Introduction to statistical analysis. New York.

Drijver, C.A. en Th.C.P. Melman, 1983

Voorspelling en beoordeling van de effecten op de plantegroei van  
de in het IODZH te onderzoeken waterwinningsprojecten. IODZH-eind-  
rapport, deelrapport 19, met bijlagen.

Dijk, H.W.J. van, 1984

Invloeden van Oppervlakte-infiltratie ten behoeve van Duinwater-  
winning op kruidachtige oestervegetaties. Diss. Wageningen.

Elberse, W.Th., 1966

Invloed van gebruik en bemesting op botanische samenstelling en produktie van verwaarloosd grasland. IBS Versl. no. 40, Wageningen.

Elberse, W.Th., J. van der Berg en J.P.G. Dirven, 1983

Effects of use and mineral supply on the botanical composition of old grassland on heavy river-clay soil. Neth.J.Agric.Sci. 31 (1983).

Ellenberg, H., 1979

Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. Scripta geobotanica IX, Göttingen.

Ennik, G.C., 1965

The influence of management and Nitrogen application on the botanical composition of grassland. IBS Meded. no. 277.

Floate, M.J.S., 1970

Mineralisation of nitrogen and phosphorus from organic materials of plant and animal origin and its significance in the nutrient cycle in grazed uplands and hill soils. J.Br.Grassl.Soc. 25: 295-302.

Grime, J.P., 1979

Plant strategies and vegetation processes. Wiley, London.

Groen, K. en P.H.M.A. Clausman, in druk.

Veranderingen in de vegetatie van de Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden tussen 1977 en 1984. PPD-ZH.

Harrison, A.F., 1978

Phosphorous cycles of forest and upland grassland ecosystems and some effects of land management practises. In: R. Potter and D.W. Fitzsimon (eds.), Phosphorous in the environment: its chemistry and biochemistry, pp. 175-199. Elsevier, Amsterdam.

Held, A.J. den, P.H.M.A. Clausman en J.W.M. Kuipers, 1979

Handleiding veldwerk vegetatiekartering. PPD-ZH, Den Haag.

Hendriks, A.E., G.N.J. ter Heerdt en J.P. Bakker, 1985

Verschraling door begrazing? D.L.N. (86), no. 1, pp. 8-12.

Jagtenberg, W.D. en Th.A. de Boer, 1967

Het effect van stikstofbemesting op de gewasopbrengst van grasland bij diverse ontwateringstoestanden en grondsoorten. Verslag van proefveldenseries PAW-970. Meded. PAW-135, Wageningen.

Janssen, M.P.J.M. en C. de Heer, 1983

Veranderingen binnen de graslandvegetaties van de Alblasserwaard tussen 1949 en 1980. WLO-meded. 10 (1983), no. 2.

- Klapp, E., 1975  
Wiesen und Weiden. Eine Grünlandlehre. Hamburg.
- Kruijne, A.A., D.M. de Vries en H. Mooi, 1967  
Bijdrage tot de oecologie van de Nederlandse graslandplanten. Verl.  
landb. ond. 696, Wageningen.
- Kruijne, A.A. en D.M. de Vries, 1958  
Een methode tot benadering van de voornaamste milieu-eigenschappen  
van grasland aan de hand van de botanische samenstelling. Jaarboek  
IBS, Wageningen.
- Loopstra, I.L. en E. van der Maarel, 1984  
Toetsing van de ecologische soortengroepen in de Nederlandse flora aan het  
systeem van indicatiewaarden volgens Ellenberg. Dorschkamp, rap. 381,  
Wageningen.
- Molenaar, J.G. de, 1980  
Bemesting, waterhuishouding, intensivering in de landbouw en het  
natuurlijk milieu. RIN (1980), Leersum.
- Oomes, M.J.M. en H. Mooi, 1981  
The effect of cutting and fertilizing on the floristic composition  
and production of an *Arrhenatherum elatioris* grassland. *Vegetatio*,  
47, p. 233-239.
- Oosterveld, P., 1978  
De indicatiewaarde van het genus *Taraxacum* voor het beheer van  
graslanden. *Gorteria* 9, no. 5, Leiden.
- Persson, S., 1981  
Ecological indicator values as an aid in the interpretation of  
ordination diagrams. *J. of Ecol.* (1981) 69, pp. 71-84.
- Steenbergen, T. van, 1976a  
Het effect van stikstofbemesting op de gewasopbrengst van grasland  
bij diverse ontwateringstoestanden en grondsoorten. Deel II (1964-  
1973). CABO, Wageningen.
- Steenbergen, T. van, 1976b  
De invloed van weersgesteldheid en de stikstofbemesting op de jaar-  
opbrengst van grasland. CABO, Wageningen.
- Steenbergen, T. van, 1977  
Invloed van grondsoort en jaar op het effect van stikstofbemesting  
op de graslandopbrengst. *Stikstof*, no. 85, pp. 9-15.
- Vertegaal, C.T.M., 1982  
De effecten op de plantegroei van recreatie-projecten in het IODZH.  
Rap. PPD-ZH.

Wirdum, G. van en D. van Dam, 1984

Bewerking ecologische indicatiewaardelijsten. Standplaats en plant  
2, SWNBL, Utrecht.

BIJLAGE 1

De voedselrijkdom indicatie van verschillende plantesoorten volgens Kruijne e.a. (1967), Ellenberg (1979) en Clausman (1985).

Kolom a: P-Kruijne  
 Kolom b: K-Kruijne  
 Kolom c: PK-Kruijne  
 Kolom d: N-Ellenberg  
 Kolom e: optimum voedselrijkdom Clausman  
 Kolom f: standaarddeviatie voedselrijkdom Clausman  
 Kolom g: bedekkingsafhankelijke indicatie Clausman

plant- nummer	naam	a	b	c	d	e	f	g
4	ACHILLEA MILLEFOLIUM	-24	-1	-13	5	5.1	2.8	
5	ACHILLEA PTARMICA	-64	-65	-64	2	4.1	2.3	
7	ACORUS CALAMUS	--	--	--	7	6.2	2.6	
11	AEGOPODIUM PODAGRARIA	--	--	--	8	--	--	
13	AGRIMONIA EUPATORIA	-71	-9	-40	--	4.7	1.5	
16	AGROSTIS CANINA S.L.	-58	-46	-52	--	--	--	
1544	AGROSTIS CANINA SSP.CANINA	-58	-46	-52	3	4.0	2.8	
1545	AGROSTIS CANINA SSP.MONTANA	--	--	--	--	3.8	2.5	
19	AGROSTIS CAPILLARIS	-20	10	-5	3	4.0	3.1	1
19	AGROSTIS CAPILLARIS	--	--	--	--	4.0	3.1	2
19	AGROSTIS CAPILLARIS	--	--	--	--	4.1	2.5	5
19	AGROSTIS CAPILLARIS	--	--	--	--	4.2	2.2	6
18	AGROSTIS STOLONIFERA	11	16	13	5	6.4	3.4	
21	AIRA PRAECOX	--	--	--	1	1.9	1.5	
35	ALLIUM VINEALE	-19	-25	-31	7	3.8	1.9	
38	ALOPECURUS AEQUALIS	--	--	--	9	--	--	
39	ALOPECURUS BULBOSUS	37	55	46	--	9.1	1.3	
40	ALOPECURUS GENICULATUS	36	25	30	7	9.3	2.5	1
40	ALOPECURUS GENICULATUS	--	--	--	--	9.3	2.3	2
40	ALOPECURUS GENICULATUS	--	--	--	--	9.0	2.5	4
40	ALOPECURUS GENICULATUS	--	--	--	--	9.4	2.2	5
41	ALOPECURUS MYOSUROIDES	--	--	--	7	--	--	
42	ALOPECURUS PRATENSIS	12	-23	-5	7	6.9	3.2	1
42	ALOPECURUS PRATENSIS	--	--	--	--	6.9	3.1	2
42	ALOPECURUS PRATENSIS	--	--	--	--	6.8	3.2	4
42	ALOPECURUS PRATENSIS	--	--	--	--	6.9	2.6	5
42	ALOPECURUS PRATENSIS	--	--	--	--	6.8	1.9	7
47	AMARANTHUS RETROFLEXUS	--	--	--	9	--	--	
50	AMMOPHILA ARENARIA	--	--	--	5	--	--	
52	ANAGALLIS ARVENSIS SSP.ARVENSIS	--	--	--	6	--	--	
60	ANGELICA SYLVESTRIS	-68	-60	-64	--	4.4	1.9	
62	ANTHEMIS ARVENSIS	--	--	--	6	--	--	
66	ANTHOXANTHUM ODORATUM	-20	-23	-22	--	2.3	3.0	1
66	ANTHOXANTHUM ODORATUM	--	--	--	--	2.2	3.0	2
66	ANTHOXANTHUM ODORATUM	--	--	--	--	1.8	3.0	4
66	ANTHOXANTHUM ODORATUM	--	--	--	--	2.9	2.7	5
66	ANTHOXANTHUM ODORATUM	--	--	--	--	3.2	3.1	6

plant- nummer	naam	a	b	c	d	e	f	g
66	ANTHOXANTHUM ODORATUM	--	--	--	--	3.3	3.6	
70	ANTHRISCUS SYLVESTRIS	-29	-17	-23	8	6.2	2.5	7
71	ANTHYLLIS VULNERARIA	--	--	--	--	2.8	1.3	
75	APHANES MICROCARPA	--	--	--	--	4.5	1.8	
81	ARABIDOPSIS THALIANA	--	--	--	4	4.1	1.5	
82	ARABIS HIRSUTA SSP. HIR.	--	--	--	--	1.1	1.7	
89	ARENARIA SERP. SSP.SERP.	-68	-5	-36	--	3.8	1.7	
1459	ARENARIA SERP. SSP.TEN. UOR	-68	-5	-36	--	--	--	
2334	ARENARIA SERPYLLIF. S.L.	-68	-5	-36	--	--	--	
96	ARRHENATHERUM ELATIUS	-37	-46	-41	7	4.9	2.6	1
96	ARRHENATHERUM ELATIUS	--	--	--	--	5.0	2.6	2
96	ARRHENATHERUM ELATIUS	--	--	--	--	5.4	2.5	4
96	ARRHENATHERUM ELATIUS	--	--	--	--	5.3	2.6	5
96	ARRHENATHERUM ELATIUS	--	--	--	--	5.6	2.2	7
101	ARTEMISIA VULGARIS	--	--	--	8	--	--	
117	ASTER TRIPOLIUM	--	--	--	7	--	--	
121	ATRIplex HASTATA	--	--	--	9	--	--	
123	ATRIplex PATULA	--	--	--	7	--	--	
135	BELLIS PERENNIS	-3	-7	-5	5	5.8	3.1	1
135	BELLIS PERENNIS	--	--	--	--	5.6	3.1	2
135	BELLIS PERENNIS	--	--	--	--	5.4	2.6	3
135	BELLIS PERENNIS	--	--	--	--	5.3	2.5	4
135	BELLIS PERENNIS	--	--	--	--	5.4	2.5	5
141	BIDENS CERNUA	--	--	--	9	--	--	
144	BIDENS TRIPARTITA	--	--	--	8	--	--	
153	BRIZA MEDIA	-92	-45	-69	2	2.5	1.5	
159	BROMUS INERMIS	-72	24	-23	--	2.9	1.3	
161	BROMUS MOLLIS	4	-16	-6	3	6.4	3.9	1
161	BROMUS MOLLIS	--	--	--	--	6.4	3.5	2
161	BROMUS MOLLIS	--	--	--	--	6.9	3.5	4
161	BROMUS MOLLIS	--	--	--	--	6.8	3.0	5
161	BROMUS MOLLIS	--	--	--	--	7.6	2.2	6
162	BROMUS RACEMOSUS	-10	-36	-23	--	3.6	1.7	
165	BROMUS STERILIS	--	--	--	5	--	--	
173	CALAMAGROSTIS CANESCENS	-60	-29	-44	5	0.5	6.9	
174	CALAMAGROSTIS EPIGEJOS	--	--	--	6	3.3	2.7	
2619	CALLIERGON CORDIFOLIUM	--	--	--	6	3.1	1.3	
2620	CALLIERGONELLA CUSPIDATA	--	--	--	5	3.1	1.9	
186	CALLUNA VULGARIS	-83	-76	-80	--	1.1	1.5	
2338	CALTHA PALUSTRIS S.L.	-10	-3	-6	--	--	--	
187	CALTHA PALUSTRIS VAR.PALUSTRIS	-10	-3	-6	--	4.9	2.8	
188	CALYSTEGIA SEPIUM	--	--	--	9	--	--	
198	CAMPANULA ROTUNDIFOLIA	-82	-46	-64	--	3.2	1.5	
200	CAPSELLA BURSA-PASTORIS	29	60	44	5	9.6	4.4	
202	CARDAMINE FLEXUOSA	--	--	--	5	3.6	2.5	
203	CARDAMINE HIRSUTA	--	--	--	7	5.6	2.3	
1461	CARDAMINE PRAT. SSP.PALUSTRIS	-4	-6	-5	--	--	--	
1462	CARDAMINE PRAT. SSP.PRATENSIS	-4	-6	-5	--	--	--	
205	CARDAMINE PRATENSIS S.L.	--	--	--	--	5.4	2.5	
205	CARDAMINE PRATENSIS S.L.	-4	-6	-5	--	5.9	3.1	1
205	CARDAMINE PRATENSIS S.L.	--	--	--	--	5.6	2.7	2

plant- nummer	naam	a	b	c	d	e	f	g
208	CARDUUS CRISPUS	--	--	--	9	--	--	--
209	CARDUUS NUTANS	--	--	--	6	4.9	3.7	--
211	CAREX ACUTA	-30	-40	-35	--	4.4	2.8	--
212	CAREX ACUTIFORMIS	--	--	--	5	4.0	1.4	--
215	CAREX ARENARIA	-96	-57	-76	2	2.4	1.7	--
218	CAREX CARYOPHYLLEA	-87	-21	-54	--	3.7	1.3	--
219	CAREX CURTA	-65	-75	-70	--	0.9	1.3	--
220	CAREX DEMISSA	--	--	--	--	2.5	3.2	--
225	CAREX DISTICHA	-14	-32	-23	5	4.5	2.1	--
228	CAREX ECHINATA	--	--	--	2	0.7	1.3	--
232	CAREX FLACCA	-83	-32	-58	--	3.3	2.2	--
235	CAREX HIRTA	--	--	--	5	4.9	2.7	--
236	CAREX HOSTIANA	-99	-64	-82	--	0.9	1.3	--
244	CAREX NIGRA	-26	-26	-26	2	2.2	2.5	--
245	CAREX OTRUBAE	--	--	--	--	5.4	3.2	--
246	CAREX OVALIS	-61	-27	-44	--	3.6	1.9	--
248	CAREX PANICEA	-82	-66	-74	3	1.9	3.1	--
249	CAREX PANICULATA	--	--	--	4	--	--	--
255	CAREX PULICARIS	-98	-16	-57	--	2.7	3.1	--
259	CAREX RIPARIA	-21	-54	-37	4	5.0	2.2	--
260	CAREX ROSTRATA	-59	12	-23	--	1.9	1.3	--
262	CAREX SPICATA	-31	13	-9	--	5.4	1.8	--
267	CAREX VESICARIA	--	--	--	5	--	--	--
271	CARUM CARVI	-49	-15	-32	--	5.4	4.9	--
283	CENTAUREA DEBEAUXII	-71	-53	--	--	3.6	2.6	--
281	CENTAUREA JACEA	--	--	-62	--	3.2	1.3	--
292	CERASTIUM ARVENSE	-69	-33	-51	4	2.5	1.9	--
2314	CERASTIUM FONTANUM SSP.HOLOSTEOIDES	-11	--	-9	--	--	--	--
296	CERASTIUM FONTANUM SSP.TRIVIALE	-11	-8	-9	5	4.9	3.1	--
295	CERASTIUM GLOMERATUM	--	--	--	5	4.7	1.9	--
298	CERASTIUM SEMIDECANDRUM	--	--	--	--	3.5	1.5	--
306	CHENOPODIUM ALBUM	--	--	--	6	--	--	--
310	CHENOPODIUM FICIFOLIUM	--	--	--	7	--	--	--
312	CHENOPODIUM GLAUCUM	--	--	--	9	--	--	--
315	CHENOPODIUM POLYSPERMUM	--	--	--	8	--	--	--
316	CHENOPODIUM RUBRUM	--	--	--	9	--	--	--
319	CHRYSANTHEMUM LEUCANTH.	-56	-45	-51	--	4.0	2.2	--
321	CHRYSANTHEMUM SEGETUM	--	--	--	5	--	--	--
331	CIRSIIUM ARVENSE	3	10	7	--	6.4	2.7	--
332	CIRSIIUM DISSECTUM	-83	-70	-77	2	2.5	1.4	--
335	CIRSIIUM PALUSTRE	-73	-57	-65	3	3.3	2.3	--
336	CIRSIIUM VULGARE	5	--	2	8	5.9	2.1	--
3607	CLADONIA CILIATA	--	--	--	--	1.9	1.4	--
3610	CLADONIA COCCIFERA	--	--	--	--	0.9	1.3	--
3624	CLADONIA FLOERCIANA	--	--	--	--	0.9	1.3	--
3619	CLADONIA FURCATA	--	--	--	--	2.0	1.3	--
3628	CLADONIA GLAUCA	--	--	--	--	0.7	1.3	--
3640	CLADONIA PORTENTOSA	--	--	--	--	0.6	1.3	--
3601	CLADONIUM ARBUSCULA	--	--	--	--	0.5	1.3	--
348	CONRINGIA ORIENTALIS	--	--	--	5	--	--	--
350	CONVOLVULUS ARVENSIENSIS	-42	-17	-29	--	4.9	2.3	--

plant- nummer	naam	a	b	c	d	e	f	g
359	CORONOPUS SQUAMATUS	-8	49	20	6	8.5	2.1	
367	CORYNEPHORUS CANESCENS	--	--	--	2	2.4	1.7	
369	CRATAEGUS MONOGYNA	--	--	--	3	--	--	
371	CREPIS BIENNIS	-22	-67	-44	5	3.8	1.4	
372	CREPIS CAPILLARIS	--	--	--	3	5.9	2.8	1
372	CREPIS CAPILLARIS	--	--	--	--	4.6	1.5	3
384	CYNODON DACTYLON	-69	-34	-51	--	3.6	1.3	
386	CYNOSURUS CRISTATUS	-4	15	5	4	4.9	2.7	
390	DACTYLIS GLOMERATA	-64	11	9	6	8.4	3.5	1
390	DACTYLIS GLOMERATA	--	--	--	--	8.4	3.5	2
390	DACTYLIS GLOMERATA	--	--	--	--	8.1	3.1	4
390	DACTYLIS GLOMERATA	--	--	--	--	7.5	3.0	5
886	DACTYLORHYZA MAJALIS (SSP.MAJALIS)	--	--	--	--	2.4	1.3	
890	DACTYLORHYZA MAJALIS (SSP.PRAETER.)	--	--	--	--	3.5	1.3	
394	DAUCUS CAROTA	--	-41	-52	4	4.5	2.1	
397	DESCHAMPSIA CESPITOSA	--	--	--	--	5.6	2.7	2
397	DESCHAMPSIA CESPITOSA	--	--	--	--	4.9	2.6	4
397	DESCHAMPSIA CESPITOSA	--	--	--	--	4.9	2.5	5
2679	DICRANUM SCOPARIUM	--	--	--	--	0.9	1.3	
437	ELEOCHARIS PAL. SSP.PAL.	11	-3	3	--	5.3	3.0	
440	ELEOCHARIS PAL. SSP.UN.	--	--	--	5	--	--	
1914	ELEOCHARIS PALUST. S.L.	11	-3	3	--	--	--	
445	ELYTRIGIA PUNGENS	--	--	--	--	4.5	3.2	
2315	ELYTRIGIA REPENS S.L.	15	15	15	--	--	--	
1548	ELYTRIGIA REPENS VAR.GLAUCA	15	15	15	--	--	--	
446	ELYTRIGIA REPENS VAR.REPENS	15	15	15	--	9.8	5.0	
451	EPILOBIUM HIRSUTUM	--	--	--	8	--	--	
457	EPILOBIUM PARVIFLORUM	--	--	--	5	--	--	
462	EQUISETUM ARVENSE	-56	-52	-54	3	4.2	1.9	
463	EQUISETUM FLUVIATILE	-43	-62	-52	5	4.5	2.3	
464	EQUISETUM HYEMALE	--	--	--	6	4.1	3.2	
466	EQUISETUM PALUSTRE	-38	-23	-30	3	4.9	2.6	
473	ERICA TETRALIX	-92	-70	-81	--	1.1	2.6	
476	ERIOPHORUM ANGUSTIFOLIUM	-64	-28	-46	2	1.0	1.3	
480	ERODIUM CICUTARIUM SSP.CICUTARIUM	--	--	--	--	4.0	2.3	
482	ERODIUM CICUTARIUM SSP.DUNENSIS	--	--	--	--	4.1	1.9	
481	ERODIUM GLUTINOSUM	--	--	--	--	2.7	1.3	
483	EROPHILA VERNA	-19	-62	-41	2	4.9	2.6	
485	ERYNGIUM CAMPESTRE	-69	-22	-46	3	3.7	3.0	
487	ERYSIMUM CHEIRANTHOIDES	--	--	--	7	--	--	
490	EUPATORIUM CANNABINUM	--	--	--	8	--	--	
495	EUPHORBIA HELIOSCOPIA	--	--	--	7	--	--	
514	FESTUCA ARUNDINACEA	14	20	17	4	5.9	2.5	
518	FESTUCA OVINA S.L.	-95	-73	-84	--	2.3	1.7	
1473	FESTUCA OVINA SSP.OVINA	--	--	--	--	--	--	
1474	FESTUCA OVINA SSP.TENUIFOLIA	-95	-73	-84	--	--	--	
519	FESTUCA PRATENSIS	9	1	5	6	6.2	3.5	
1921	FESTUCA RUBRA S.L.	-17	-15	-16	--	--	--	
517	FESTUCA RUBRA SSP ARENARIA	--	--	--	--	3.7	2.5	
520	FESTUCA RUBRA SSP RUBRA	-17	-15	-16	--	4.0	3.5	
521	FESTULOLIUM LOLIACEUM	--	--	--	--	8.5	1.9	



plant- nummer	naam	a	b	c	d	e	f	g
1047	FICARIA VERNA	11	11	11	7	7.8	3.5	
526	FILIPENDULA ULMARIA	-64	-30	-48	4	3.5	1.9	
546	GALIAM APARINE	--	--	--	8	--	--	
2317	GALIAM MOLLUGO S.L.	-63	-42	-53	--	--	--	
1476	GALIAM MOLLUGO SSP.ERECTUM	-63	-42	-53	--	--	--	
550	GALIAM MOLLUGO SSP.MOLLUGO	-63	-42	-53	--	2.7	1.8	
2376	GALIAM PALUSTRE S.L.	-46	-47	-46	--	--	--	
552	GALIAM PALUSTRE SSP.ELONGATUM	-46	-47	-46	--	3.8	2.1	
1479	GALIAM PALUSTRE SSP.PALUSTRE	-46	-47	-46	4	--	--	
549	GALIAM SAXATILE	-80	-51	-65	--	3.5	2.1	
556	GALIAM ULIGINOSUM	-73	-58	-66	--	2.9	3.2	
557	GALIAM VERUM S.L.	-78	-56	-67	--	2.3	1.3	
1480	GALIAM VERUM SSP. MARIT.	-78	-56	-67	--	--	--	
1481	GALIAM VERUM SSP. VERUM	-78	-56	-67	--	--	--	
568	GENTIANA PNEUMONANTHE	-87	-69	-78	--	0.9	1.3	
570	GERANIAM DISSECTUM	--	--	--	5	6.3	1.9	
571	GERANIAM MOLLE	-22	-20	-21	4	5.8	3.4	
574	GERANIAM PUSILLUM	--	--	--	7	6.5	2.1	
581	GLAUX MARITIMA	56	81	69	5	5.8	2.2	
582	GLECHOMA HEDERACEA	-3	-23	-13	--	6.2	2.8	
584	GLYCERIA FLUITANS	16	10	13	7	6.2	3.0	
585	GLYCERIA MAXIMA	-16	-26	-21	9	5.3	2.8	
589	GNAPHALIAM ULIGINOSUM	--	--	--	4	--	--	
604	HELICTOTRICHON PUBESCENS	-56	-45	-50	--	2.7	1.8	
607	HERACLEUM SPHONDYLIIUM	-35	-60	-48	8	5.3	2.7	
621	HIERACIAM PILOSELLA	-74	-41	-58	2	2.0	1.8	
625	HIERACIAM UMBELL. SSP.UMBELLATUM	--	--	--	2	1.4	2.5	
626	HIEROCHLOE ODORATA	-68	-63	-66	--	0.7	2.1	
629	HIPPOPHAE RHAMNOIDES	--	--	--	2	--	--	
631	HOLCUS LANATUS	-3	-10	-7	4	6.0	4.1	1
631	HOLCUS LANATUS	--	--	--	--	5.6	3.9	3
631	HOLCUS LANATUS	--	--	--	--	5.6	3.4	5
631	HOLCUS LANATUS	--	--	--	--	5.8	3.4	6
631	HOLCUS LANATUS	--	--	--	--	5.6	2.8	7
632	HOLCUS MOLLIS	15	--	7	3	3.7	2.3	
636	HORDEUM MURINUM	--	--	--	5	--	--	
637	HORDEUM SECALINUM	17	22	20	5	8.1	2.8	
641	HYDROCOTYLE VULGARIS	-56	-50	-53	2	3.1	1.9	
649	HYPERICUM PERFORATUM	--	--	--	--	2.7	1.8	
651	HYPERICUM TETRAPTERUM	--	--	--	5	4.6	1.3	
1928	HYPOCHAERIS RADIC. S.L.	-65	-30	-47	--	--	--	
654	HYPOCHAERIS RADIC. SSP. RADICATA	-65	-30	-47	3	2.8	1.9	
665	IRIS PSEUDACORUS	-37	-54	-46	7	3.7	1.7	
669	JASIONE MONTANA	--	--	--	2	1.9	1.7	
673	JUNCUS ARTICULATUS	-30	-26	-28	2	3.6	2.1	
1930	JUNCUS BUFONIUS S.L.	-7	-40	-23	--	4.5	2.8	
671	JUNCUS BUFONIUS SSP. AMBIGUUS	-7	-40	-23	--	--	--	
675	JUNCUS BUFONIUS SSP. BUFONIS	-7	-40	-23	--	--	--	
678	JUNCUS COMPRESSUS	--	--	--	5	4.2	1.3	
680	JUNCUS EFFUSUS	-32	-29	-31	4	3.6	1.9	
683	JUNCUS GERARDII	36	61	49	5	6.5	3.0	

plant- nummer	naam	a	b	c	d	e	f	g
684	JUNCUS INFLEXUS	--	--	--	4	4.5	1.8	
688	JUNCUS SUBNODULOSUS	--	--	--	--	4.4	1.9	
679	JUNCUS SUBULIFLORUS	-60	-58	-59	--	1.0	2.7	
692	KNAUTIA ARVENSIS	-56	-37	-47	--	3.3	1.5	
693	KOELERIA CRISTATA	-87	-38	-62	2	2.3	1.3	
700	LAMIUM ALBUM	--	--	--	9	--	--	
708	LAPSANA COMMUNIS	--	--	--	7	--	--	
714	LATHYRUS PALUSTRIS	-55	-71	-63	--	2.0	1.7	
715	LATHYRUS PRATENSIS	-31	-50	-41	6	4.1	2.2	
725	LEONTODON AUTUMNALIS	-8	2	-3	5	5.1	3.0	
726	LEONTODON HISPIDUS	-65	-76	-70	3	4.4	2.1	
727	LEONTODON TARAXACOIDES	-67	-57	-62	--	3.1	1.5	
734	LEUCOJUM AESTIVUM	--	--	--	--	2.9	1.3	
745	LINARIA VULGARIS	--	--	--	3	2.0	5.5	
747	LINUM CATHARTICUM	-95	-62	-79	--	1.0	3.6	
755	LOLIUM MULTIFLORUM	59	69	64	--	9.9	3.7	
756	LOLIUM PERENNE	21	29	25	7	8.1	4.0	1
756	LOLIUM PERENNE	--	--	--	--	8.1	3.9	2
756	LOLIUM PERENNE	--	--	--	--	8.2	3.7	3
756	LOLIUM PERENNE	--	--	--	--	8.9	3.7	4
756	LOLIUM PERENNE	--	--	--	--	9.3	3.1	5
756	LOLIUM PERENNE	--	--	--	--	9.1	2.6	7
756	LOLIUM PERENNE	--	--	--	--	9.3	2.5	8
756	LOLIUM PERENNE	--	--	--	--	9.6	1.5	9
761	LOTUS CORNICULATUS	-69	-40	-55	3	2.8	1.3	
762	LOTUS TENUIS	--	--	--	2	--	--	
763	LOTUS ULIGINOSUS	-47	-29	-38	4	3.6	1.3	
766	LUZULA CAMPESTRIS	-57	-42	-50	2	1.8	1.8	
768	LUZULA MULTIFLORA SSP.MULTIFLORA	--	--	--	3	3.1	1.9	
772	LYCHNIS FLOS-CUCULI	-23	-41	-32	--	4.2	2.5	
780	LYCOPUS EUROPAEUS	-54	-55	-55	7	4.1	1.7	
782	LYSIMACHIA NUMMULARIA	-32	-41	-36	--	4.0	1.7	
783	LYSIMACHIA THYRSIFLORA	--	--	--	3	4.5	2.3	
784	LYSIMACHIA VULGARIS	-75	-67	-71	--	3.5	1.3	
785	LYTHRUM SALICARIA	-72	-56	-64	--	3.6	2.2	
790	MALVA NEGLECTA	--	--	--	9	--	--	
796	MATRICARIA MATRICARIOIDES	--	--	--	8	--	--	
794	MATRICARIA RECUTITA	--	--	--	5	--	--	
797	MEDICAGO ARABICA	--	--	--	--	7.1	2.1	
799	MEDICAGO LUPULINA	-64	-36	-50	--	4.6	1.8	
798	MEDICAGO SATIVA SSP.FAL.	--	--	--	3	3.1	1.3	
805	MELANDRIUM ALBUM	--	--	--	7	4.9	2.3	
807	MELANDRIUM RUBRUM	--	--	--	--	4.0	1.8	
813	MENTHA AQUATICA	-40	-69	-54	4	4.1	1.8	
814	MENTHA ARVENSIS	-72	-48	-60	--	5.1	1.9	
821	MENYANTHES TRIFOLIATA	-71	-80	-76	2	2.7	1.7	
832	MOLINIA CAERULEA	-87	-73	-80	2	1.1	2.3	1
832	MOLINIA CAERULEA	--	--	--	--	1.0	1.8	3
832	MOLINIA CAERULEA	--	--	--	--	0.1	1.3	5
832	MOLINIA CAERULEA	--	--	--	--	0.1	1.3	6
840	MYOSOTIS ARVENSIS	--	--	--	6	--	--	

plant- nummer	naam	a	b	c	d	e	f	g
841	MYOSOTIS LAXA	-21	-14	-18	--	4.1	1.4	--
2347	MYOSOTIS PALUSTRIS S.L.	-39	-15	-27	--	--	--	--
844	MYOSOTIS PALUSTRIS SSP.PALUSTRIS	-39	-15	-27	5	5.1	1.9	--
857	NARDUS STRICTA	-89	-45	-67	--	1.5	2.7	--
868	OENANTHE AQUATICA	-25	-50	-38	6	4.4	2.2	--
869	OENANTHE FISTULOSA	--	--	--	5	5.4	3.0	--
876	ONONIS REPENS	--	--	--	--	1.0	2.8	--
1497	ONONIS REPENS VAR.MITIS.	--	--	--	--	--	--	--
877	ONONIS SPINOSA	-68	-27	-48	3	4.9	1.9	--
894	ORIGANUM VULGARE	--	--	--	--	4.9	1.4	--
896	ORNITHOGALUM UMBELLATUM	-29	27	-1	5	3.8	1.7	--
897	ORNITHOPUS PERPUSILLUS	--	--	--	3	2.4	1.4	--
907	CROBANCHE CARYOPHYLLACEA	--	--	--	--	2.5	1.3	--
915	PAPAVER DUBIUM	--	--	--	5	--	--	--
916	PAPAVER RHOEAS	--	--	--	6	--	--	--
922	PASTINACA SATIVA	--	--	--	5	6.0	2.5	--
923	PEDICULARIS PALUSTRIS	--	--	--	--	2.3	1.3	--
929	PEUCEDANUM PALUSTRE	--	--	--	4	--	--	--
930	PHALARIS ARUNDINACEA	10	-18	-3	7	7.2	3.6	--
931	PHLEUM ARENARIUM	--	--	--	--	2.8	1.3	--
1411	PHLEUM BERTELONII	--	--	--	--	4.7	4.8	--
932	PHLEUM PRATENSE	15	29	22	6	7.6	2.8	1
932	PHLEUM PRATENSE	--	--	--	--	7.6	2.8	2
932	PHLEUM PRATENSE	--	--	--	--	8.0	3.2	4
932	PHLEUM PRATENSE	--	--	--	--	8.1	2.7	6
933	PHRAGMITES AUSTRALIS	-46	-28	-37	5	4.2	3.0	--
938	PICRIS HIERACIOIDES	--	--	--	--	2.7	1.5	--
940	PIMPINELLA MAJOR	--	--	--	--	3.8	1.5	--
941	PIMPINELLA SAXIFRAGA	-66	-38	-52	--	1.1	1.7	--
944	PLANTAGO CORONOPUS	--	--	--	4	--	--	--
946	PLANTAGO LANCEOLATA	-47	-47	-47	--	4.0	2.6	--
2320	PLANTAGO MAJOR S.L.	25	27	26	--	--	--	--
947	PLANTAGO MAJOR SSP.MAJOR	25	27	26	6	7.6	3.0	--
945	PLANTAGO MAJOR SSP.PLEIOSPERMA	--	--	--	--	4.7	1.9	--
949	PLANTAGO MEDIA	-61	-10	-36	3	3.7	1.7	--
952	POA ANNUA	42	57	50	8	8.7	3.7	1
952	POA ANNUA	--	--	--	--	8.6	3.6	2
952	POA ANNUA	--	--	--	--	8.4	3.6	4
952	POA ANNUA	--	--	--	--	9.9	3.5	5
952	POA ANNUA	--	--	--	--	9.6	2.1	6
957	POA PALUSTRIS	-14	-66	-40	7	4.7	2.5	--
2321	POA PRATENSIS S.L.	15	14	14	--	--	--	--
1500	POA PRATENSIS SSP.ANGUSTIFOLIA	15	14	14	--	--	--	--
958	POA PRATENSIS SSP.PRATENSIS	15	14	14	6	5.1	3.5	1
958	POA PRATENSIS SSP.PRATENSIS	--	--	--	--	5.1	3.5	2
958	POA PRATENSIS SSP.PRATENSIS	--	--	--	--	5.1	2.8	4
958	POA PRATENSIS SSP.PRATENSIS	--	--	--	--	5.9	2.8	5
959	POA TRIVIALIS	17	14	15	7	8.4	3.5	1
959	POA TRIVIALIS	--	--	--	--	8.5	3.5	2
959	POA TRIVIALIS	--	--	--	--	8.4	3.4	4
959	POA TRIVIALIS	--	--	--	--	8.5	3.1	6

plant- nummer	naam	a	b	c	d	e	f	g
963	POLYGALA VULGARIS	-92	-58	-75	--	0.9	1.3	
967	POLYGONUM AMPHIBIUM	-4	-25	-15	7	5.9	3.0	
968	POLYGONUM AVICULARE S.L.	34	33	33	--	9.0	3.5	
972	POLYGONUM HYDROPIPER	--	-62	-31	8	5.6	2.6	
973	POLYGONUM LAPATHIF. S.L.	--	--	--	8	--	--	
976	POLYGONUM MITE	--	--	--	6	--	--	
977	POLYGONUM PERSICARIA S.L.	--	--	--	7	--	--	
1006	POTENTILLA ANSERINA	9	21	15	7	6.2	2.8	
1008	POTENTILLA ERECTA	-89	-70	-79	2	0.9	1.4	
346	POTENTILLA PALUSTRIS	-55	-42	-49	2	1.0	1.3	
1010	POTENTILLA REPTANS	--	-13	-6	5	5.1	2.5	
1017	PRUNELLA VULGARIS	-67	-44	-56	--	3.6	1.7	
1023	PUCCINELLIA DISTANS	92	98	95	7	6.2	5.9	
1025	PUCCINELLIA MARITIMA	--	--	--	8	--	--	
1029	PULICARIA DYSENTERICA	--	--	--	5	4.5	1.4	
1040	RANUNCULUS ACRIS	-6	-10	-8	--	6.0	3.0	
1045	RANUNCULUS BULBOSUS	-34	--	-16	3	4.1	2.1	
1048	RANUNCULUS FLAMMULA	-42	-22	-32	2	2.9	2.1	
1056	RANUNCULUS REPENS	16	6	11	--	7.1	2.8	1
1056	RANUNCULUS REPENS	--	--	--	--	6.4	2.7	4
1056	RANUNCULUS REPENS	--	--	--	--	6.5	2.6	5
1057	RANUNCULUS SARDOUS	28	73	51	7	7.2	2.7	
1058	RANUNCULUS SCELERATUS	--	--	--	9	--	--	
1067	RHINANTHUS MINOR S.L.	-10	-18	-14	--	3.5	1.3	
1066	RHINANTHUS SEROTINUS S.L.	-54	-50	-52	2	2.8	1.3	
1074	RORIPPA AMPHIBIA	--	--	--	8	--	--	
1076	RORIPPA PALUSTRIS	--	--	--	8	--	--	
1078	RORIPPA SYLVESTRIS	--	--	--	6	--	--	
1089	RUBUS CAESIUS	--	--	--	9	--	--	
2012	RUBUS FRUTICOSUS S.S.	--	--	--	6	--	--	
1093	RUMEX ACETOSA	-13	-20	-16	5	5.3	3.2	1
1093	RUMEX ACETOSA	--	--	--	--	5.3	3.2	2
1093	RUMEX ACETOSA	--	--	--	--	4.7	3.0	3
1093	RUMEX ACETOSA	--	--	--	--	4.7	2.8	4
1094	RUMEX ACETOSELLA	-72	-59	-66	2	1.5	2.8	
1097	RUMEX CONGLOMERATUS	--	--	--	8	--	--	
1098	RUMEX CRISPUS	50	27	38	5	7.8	3.4	
1099	RUMEX HYDROLAPATHUM	--	--	--	7	--	--	
2322	RUMEX OBTUSIFOLIUS S.L.	18	-10	3	--	--	--	
1101	RUMEX OBTUSIFOLIUS SSP.OBUSIFOLIUS	--	-10	3	9	9.0	3.0	
1105	RUMEX OBTUSIFOLIUS SSP.SYLVESTRIS	--	-10	3	--	--	--	
1112	SAGINA PROCUMBENS	-17	-16	-16	6	4.1	2.1	
1115	SALICORNIA EUROPAEA	--	--	--	7	--	--	
1116	SALIX ALBA	--	--	--	7	--	--	
1117	SALIX AURITA	-68	-83	-76	--	1.1	4.3	
1119	SALIX CINEREA	-79	-88	-84	4	1.5	3.9	
1124	SALIX REPENS	-85	-53	-69	--	0.9	3.5	
1128	SALVIA PRATENSIS	-51	-7	-29	--	3.1	1.4	
1135	SAMOLUS VALERANDI	--	--	--	6	--	--	
1136	SANGUISORBA MINOR	-72	-39	-55	--	3.3	1.3	
1137	SANGUISORBA OFFICINALIS	-70	-74	-72	--	2.5	1.3	

plant- nummer	naam	a	b	c	d	e	f	g
1160	SCIRPUS SYLVATICUS	6	-12	-3	--	3.3	1.3	--
1173	SCUTELLARIA GALERICULATA	--	--	--	6	4.5	2.6	--
1175	SEDUM ACRE	-81	-58	-69	1	3.7	1.8	--
1181	SEDUM SEXANGULARE	-90	-51	-71	--	4.5	1.8	--
1183	SENECIO AQUATICUS	-16	-20	-18	5	6.3	2.2	--
1185	SENECIO ERUCIFOLIUS	--	--	--	4	4.5	2.1	--
2290	SENECIO JACOBAEA S.L.	-77	-21	-49	--	--	--	--
1188	SENECIO JACOBAEA VAR. JACOBAEA	-77	-21	-49	5	3.6	2.2	--
1530	SENECIO JACOBAEA VAR. NUDUS	-77	-21	-49	--	--	--	--
1191	SENECIO VISCOSUS	--	--	--	5	--	--	--
1192	SENECIO VULGARIS	--	--	--	8	--	--	--
1199	SIEGLINGIA DECUMBENS	-90	-68	-79	--	1.1	1.4	--
1204	SILENE NUTANS	--	--	--	--	1.0	1.5	--
1207	SINAPIS ARVENSIS	--	--	--	6	--	--	--
1211	SISYMBRIUM OFFICINALE	--	--	--	7	--	--	--
1216	SIUM LATIFOLIUM	--	--	--	8	--	--	--
1218	SOLANUM DULCAMARA	--	--	--	8	--	--	--
1219	SOLANUM NIGRUM SSP. NIGRUM	--	--	--	8	--	--	--
1224	SONCHUS ASPER	--	--	--	7	--	--	--
1225	SONCHUS OLERACEUS	--	--	--	8	--	--	--
1236	SPERGULARIA MEDIA	--	--	--	5	--	--	--
2995	SPHAGNUM	--	--	--	--	0.9	1.4	--
3006	SPHAGNUM FIMBRIATUM	--	--	--	--	0.6	1.3	--
3015	SPHAGNUM PALUSTRE	--	--	--	--	1.0	1.8	--
3023	SPHAGNUM SQUARROSUM	--	--	--	--	1.9	1.3	--
1245	STACHYS PALUSTRIS	--	--	--	7	--	--	--
1247	STELLARIA ALSINE	--	--	--	4	--	--	--
1248	STELLARIA GRAMINEA	-38	-29	-34	--	4.7	3.0	--
1250	STELLARIA MEDIA	33	36	35	8	9.4	3.4	--
2271	STELLARIA MEDIA-GROEP	--	36	35	--	--	--	--
1254	STELLARIA PALUSTRIS	-32	-50	-41	2	3.3	2.7	--
1256	SUAEDA MARITIMA	--	--	--	7	--	--	--
1258	SUCCISA PRATENSIS	-95	-72	-83	--	1.1	2.6	--
1259	SYMPHYTUM OFFICINALE	-9	-31	-20	8	5.5	2.3	--
1260	TANACETUM VULGARE	--	--	--	5	--	--	--
1261	TARAXACUM SECT. ERYTHRO	--	--	--	--	2.7	2.3	--
1264	TARAXACUM SECT. VULGARIA	17	8	12	--	7.2	3.5	1
1264	TARAXACUM SECT. VULGARIA	--	--	--	--	7.3	3.6	2
1264	TARAXACUM SECT. VULGARIA	--	--	--	--	7.8	3.5	3
1264	TARAXACUM SECT. VULGARIA	--	--	--	--	7.6	3.1	4
1268	TEESDALIA NUDICAULIS	--	--	--	1	2.7	1.7	--
1275	THALICTRUM FLAVUM	-68	-82	-75	--	3.7	1.9	--
1281	THLASPI ARVENSE	--	--	--	6	--	--	--
1283	THYMUS PULEGIOIDES	--	--	--	--	1.1	1.3	--
1284	THYMUS SERPYLLUM	-97	-54	-76	--	2.4	1.3	--
1291	TRAGOPOGON PRAT. SSP. MINOR	-46	-31	-38	--	5.3	1.7	--
1292	TRAGOPOGON PRAT. SSP. ORIENTALIS	-46	-31	-38	--	1.1	1.7	--
1294	TRAGOPOGON PRAT. SSP. PRAT.	--	--	--	6	--	--	--
1954	TRAGOPOGON PRATENS. S.L.	-46	-31	-38	6	4.0	1.7	--
1296	TRIFOLIUM ARVENSE	--	--	--	--	3.6	1.8	--
1298	TRIFOLIUM CAMPESTRE	--	--	--	3	3.5	1.7	--

plant- nummer	naam	a	b	c	d	e	f	g
1299	TRIFOLIUM DUBIUM	-41	-28	-34	4	4.5	2.8	
1300	TRIFOLIUM FRAGIFERUM	-12	32	10	7	5.5	2.3	
1305	TRIFOLIUM PRATENSE	-35	-24	-29	--	4.6	2.2	
1306	TRIFOLIUM REPENS	8	20	14	7	6.3	3.2	1
1306	TRIFOLIUM REPENS	--	--	--	--	6.3	3.2	2
1306	TRIFOLIUM REPENS	--	--	--	--	6.2	3.1	3
1306	TRIFOLIUM REPENS	--	--	--	--	5.9	3.1	4
1310	TRIGLOCHIN MARITIMA	50	78	64	--	7.7	3.5	
1311	TRIGLOCHIN PALUSTRIS	-12	31	9	1	5.6	2.3	
1312	TRISETUM FLAVESCENS	-41	-33	-37	5	4.0	1.5	
1316	TUSSILAGO FARFARA	--	--	--	6	--	--	
1321	URTICA DIOICA	23	4	13	8	6.5	3.5	
1322	URTICA URENS	--	--	--	8	--	--	
1332	VALERIANA DIOICA	-78	-36	-57	2	5.5	4.4	
1333	VALERIANA OFFICINALIS	-67	-64	-66	6	2.8	2.5	
1345	VERONICA AGRESTIS	--	--	--	7	--	--	
1347	VERONICA ARVENSIS	-40	-48	-44	--	4.2	1.9	
1351	VERONICA CHAMAEDRYS	-49	-35	-42	--	3.6	2.3	
1352	VERONICA HEDERIF. S.L.	--	--	--	7	--	--	
1358	VERONICA PERSICA	--	--	--	7	--	--	
1363	VERONICA SERPYLLIFOLIA	-27	-22	-25	--	5.1	3.7	
1369	VICIA CRACCA	-37	-43	-40	--	3.8	2.2	
1370	VICIA HIRSUTA	--	--	--	3	3.6	1.8	
1371	VICIA LATHYROIDES	--	--	--	2	3.8	2.3	
1368	VICIA SATIVA SSP.ANGUST.	-9	-12	-11	--	5.3	1.7	
1373	VICIA SEPIUM	-68	--	--	5	4.4	1.9	
1380	VIOLA CANINA	-93	-87	-90	--	0.6	1.3	
1382	VIOLA HIRTA	--	--	--	--	2.2	1.5	
1385	VIOLA PALUSTRIS	-64	-43	-53	5	1.1	2.1	