

*Sonderdruck aus „Neue Ergebnisse futterbaulicher Forschung“  
DLG-Verlag, Frankfurt (Main)*

# Einige Probleme in Bezug auf den Mineralstoffgehalt von Grünlandpflanzen

Von

DINAND MARIUS DE VRIES UND WILLEM DIJKSHOORN \*)

## Problemstellung

Die chemische Zusammensetzung eines Grünlandbestandes hängt, außer vom Wachstumsstadium der Pflanzen, einerseits von der botanischen Zusammensetzung der Grasnarbe und andererseits vom Gehalt des Bodens an Pflanzennährstoffen ab. Man kann sich fragen, ob die Unterschiede im Mineralstoffgehalt zwischen verschiedenen an derselben Stelle beisammen wachsenden Pflanzenarten größer oder kleiner sind als die Unterschiede zwischen Pflanzen ein und derselben Art an Standorten verschiedener Fruchtbarkeit. Wir beschränken uns dabei auf altes Grünland, auf dem wir bloß mit der ökologischen, nicht aber mit der größeren physiologischen Streubreite zu tun haben.

Ein sehr wichtiges ökologisches Problem ist das der Begriffe „-liebend“ und „-meidend“. Physiologisch gesehen ist die Bezeichnung „-meidend“ zwar ganz falsch, da wohl jede Pflanze Kalk, Phosphor usw. als Nährstoffe braucht; aber die Ausdrücke stammen aus der Pflanzengeographie und beinhalten, daß man bestimmte Pflanzenarten nur oder in verhältnismäßig großer Menge an kalk- oder phosphatreichen Stellen antrifft, andere dagegen nur oder vorwiegend auf Böden, die arm an diesen Nährstoffen sind. Man könnte die Erscheinung durch die Annahme erklären, daß meidende Arten den betreffenden Stoff besser erschließen oder schneller aufnehmen als liebende, so daß sie noch an Stellen vorkommen können, die an diesem Stoff arm sind, während die liebenden sich nur an Standorten behaupten, wo der Nährstoff reichlich vorhanden ist, an welchen Stellen die meidenden Arten aus irgendwelchem Grunde zurücktreten. Inwiefern diese Annahme stimmt, kann man durch Analyse von liebenden und meidenden Pflanzen feststellen, die man draußen an einer Stelle gesammelt hat, wo sie durcheinander wachsen. Die meidenden Pflanzen werden dann einen höheren Gehalt an dem betreffenden Stoff aufweisen müssen als die liebenden. Ob ein bestimmtes Kation von der Pflanze bevorzugt wird, läßt sich aus dem Verhältnis seines Gehaltes zur Summe der Gehalte der Kationen entnehmen, z. B.  $K/(K+Na+Mg+Ca)$ , wobei man die Gehalte in Milligrammäquivalenten ausdrückt. Solche Verhältniszahlen kann man dann gegen die Zeigerzahlen (Zz) für das betreffende Element auftragen, die DE VRIES (9) nach einer korrelativ ökologischen Untersuchung von etwa 1600 alten niederländischen Grünlandflächen von allerhand Typen aufgestellt hat. Wenn die obengenannte Ar-

---

\*) Instituut voor Biologisch en Scheikundig Onderzoek van Landbouwgewassen, Wageningen.

beithypothese stimmt, wird der Zusammenhang gegensätzlich sein müssen, z. B. bei größeren Zeigerzahlen für K geringere  $K/(K+Na+Mg+Ca)$ -Werte in der Pflanze.

Fragen anderer Art, denen man in Zusammenhang mit der Gesundheit des Viehes viel Aufmerksamkeit schenkt, sind folgende. Sind die Dikotylen reicher an Mineralstoffen als die Monokotylen und zwar insbesondere an Ca und Mg? Ist das Verhältnis zwischen bivalenten und monovalenten Kationen in den Dikotylen günstiger als in den Monokotylen? Für das Auftreten der Grastetanie scheint besonders das Verhältnis zwischen den Gehalten an Mg und K von Bedeutung zu sein. Ob das stimmt, läßt sich nur durch chemische Analysen von unter denselben Verhältnissen (z. B. im Freien durcheinander auf demselben Gelände) gewachsenen Di- und Monokotylen entscheiden.

Schließlich ist es wegen des Auftretens von Kupfermangel beim Vieh wichtig zu wissen, ob es erhebliche Unterschiede im Kupfergehalt zwischen verschiedenen beisammen wachsenden Pflanzenarten gibt.

### Material

Seit 1957 wurden von 16 Stellen in der Umgebung von Wageningen Pflanzen im vegetativen Stadium gesammelt, um sie chemisch zu untersuchen, anfangs nur Gräser, seit 1960 auch Dikotyle. Es waren homogene Teile alter Grünlandflächen verschiedener Typen, wo jeweils einige der gesammelten Arten, in einigen Fällen mit stark verschiedenen Zeigerzahlen, beisammen wuchsen. Anfangs wurden die Pflanzen im Frühjahr, später aber im Herbst gesammelt, damit man mehr Sicherheit hatte, daß sie vegetativ waren. Die folgenden Arten wurden gesammelt (die Zahl in Klammern gibt an, von wieviel Stellen das Material genommen wurde): 1. *Achillea millefolium* L. (1), 2. *Agropyron repens* P. B. (2), 3. *Agrostis canina* L. (3), 4. *Agrostis tenuis* STBTH. (3) 5. *Alopecurus pratensis* L. (1), 6. *Arrhenatherum elatius* J. ET C. PRESL (3), 7. *Carex panicea* L. (1), 8. *Cirsium dissectum* HILL (1), 9. *Crepis biennis* L. (1), 10. *Cynosurus cristatus* L. (3), 11. *Dactylis glomerata* L. (7), 12. *Deschampsia cespitosa* P. B. (2), 13. *Festuca pratensis* HUDS. (2), 14. *Festuca rubra* L. (6), 15. *Filipendula ulmaria* MAXIM. (2), 16. *Glyceria maxima* HOLMB (2), 17. *Heracleum sphondylium* L. (2), 18. *Holcus lanatus* L. (7), 19. *Hypochaeris radicata* L. (1), 20. *Juncus effusus* L. (2), 21. *Lolium perenne* L. (5), 22. *Molinia caerulea* MOENCH (1), 23. *Phalaris arundinacea* L. (2), 24. *Phragmites communis* TRIN. (1), 25. *Plantago lanceolata* L. (2), 26. *Poa trivialis* L. (5), 27. *Potentilla reptans* L. (1), 28. *Ranunculus acris* L. (1), 29. *Ranunculus repens* L. (2), 30. *Rumex acetosa* L. (1), 31. *Sieglingia decumbens* BERNH. (1), 32. *Symphytum officinale* L. (1), 33. *Taraxacum officinale* WEB. (1) und 34. *Trisetum flavescens* P. B. (2). Die chemische Abteilung des Institutes untersuchte den Gehalt an Eiweiß, Cu, P, K, Ca, Na, Mg, Cl und S.

Außerdem wurden der Schicht von 0 bis 5 cm Tiefe Bodenproben entnommen, die im Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek in Oosterbeek untersucht wurden.

### Ergebnisse

#### Größe der chemischen Unterschiede je nach Pflanzenart und Standort

In diesem Zusammenhang sind nur die Mineralstoffgehalte von Bedeutung. Die größten Unterschiede, ausgedrückt in Prozenten der Trockensubstanz, die

man im ganzen Material — alle gesammelten Arten von allen einbezogenen Standorten umfassend — gefunden hat, sind folgende:

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	Na <sub>2</sub> O	MgO	Cl	SO <sub>4</sub>	Generalsumme
1,10	5,68	6,47	3,24	1,23	6,01	0,97	24,70

Die größten Unterschiede zwischen Arten von einem Standort waren:

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	Na <sub>2</sub> O	MgO	Cl	SO <sub>4</sub>	Insgesamt
0,49	2,97	4,39	2,97	0,83	5,17	0,95	17,77

Diese Summe der Artunterschiede beträgt 72% der Generalsumme.

Wie steht es nun um die größten Unterschiede ein und derselben Art an verschiedenen Standorten? Das wurde für die Arten *Dactylis glomerata*, *Festuca rubra*, *Holcus lanatus*, *Lolium perenne* und *Poa trivialis* festgestellt, von denen der Reihe nach an 7, 6, 7, 5 und 5 Stellen Material gesammelt wurde, deren Fruchtbarkeitsunterschiede in mehreren Fällen sehr groß waren. Die Summe der größten Unterschiede innerhalb dieser Arten war der Reihe nach 6,21 — 3,80 — 8,58 — 7,81 — 3,78, also nur 25, 15, 35, 32 und 15% der Generalsumme.

Hieraus gewinnt man also den Eindruck, daß die Unterschiede zwischen den Arten im Mineralstoffgehalt viel größer sind als die Unterschiede zwischen Pflanzen derselben Art an verschiedenen Standorten.

#### Ursachen der Fruchtbarkeitsindikation

Aus Gefäßversuchen von SAID (5) ließ sich folgern, daß *Lolium perenne* mehr Ca und weniger K enthält als *Dactylis glomerata*. Die korrelativ ökologische Untersuchung alter Grünlandflächen hatte DE VRIES (4) aber gelehrt, daß *Lolium* stärker kaliliebend und weniger kalkliebend war als *Dactylis*. Die Erklärung dieses scheinbaren Gegensatzes schien ihm zu sein (8), daß die meidende — in diesem Fall weniger liebende — Art den Nährstoff besser aufnehmen kann als die stärker liebende und somit unter den gleichen Verhältnissen wie letztere (in SAID'S Versuch wuchsen beide Arten unter den gleichen Verhältnissen) einen höheren Gehalt aufweisen muß. Etwa zu derselben Zeit kamen Dr. M. A. J. GOEDEWAAGEN und Ir. J. PRUMMEL (Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Groningen) auf Grund eines Kleinversuches mit Phosphat im Freien zu derselben Voraussetzung (mündliche Mitteilung). Diese Annahme wurde bei der Untersuchung von DE VRIES über die chemische Zusammensetzung von in alten Grünlandflächen beisammen wachsenden Pflanzenarten zur Arbeitshypothese erhoben. Zu ihrer Prüfung machte man von den inzwischen berechneten Zeigerzahlen (9) Gebrauch. Die Zeigerzahlen von *Lolium* und *Dactylis* sind für Ca bzw. + 18 und + 70 und für K + 31 und + 17. Diese wurden gegen die Mineralstoffgehalte aufgetragen, für die einzelnen Kationen in Prozenten des gesamten Kationengehaltes, alle in Milligrammäquivalenten, ausgedrückt. Die Zahlen von den im Freien gewachsenen Pflanzen bestätigten nicht nur in allen Fällen von *Lolium* und *Dactylis* das Ergebnis von SAID'S Gefäßversuch, sondern wiesen auch in den meisten Fällen den erwähnten scheinbaren Gegensatz auf. In einigen Fällen allerdings wurden für stark meidende Arten niedrigere Werte gefunden als man nach der Hypothese erwarten sollte, was darauf hindeuten könnte, daß nicht nur die relative Aufnahme, sondern auch der Bedarf eine Rolle spielen

kann. Man kann sich denken, daß echte Hungerarten nicht bloß mit größerer Kraft oder schneller den Nährstoff an sich ziehen können, sondern auch einen geringeren Bedarf haben. Eine üppige Aufnahme könnte nach GOEDEWAAGEN den meidenden Arten, wenigstens auf phosphatreichen Böden, sogar schaden, indem die Aufnahme eines anderen notwendigen Elementes dadurch behindert würde. Mit diesem Vorbehalt wurde aber die Arbeitshypothese von DE VRIES durch dieses Material in erheblichem Maße bestätigt. Die Ergebnisse wären wohl noch schöner gewesen, wenn die Zeigerzahlen mit Sicherheit einen Kausalzusammenhang angeben würden, was sie in einigen Fällen bestimmt nicht tun, da im Grünland mehrmals Zusammenhänge zwischen Umwelteigenschaften vorkommen.

#### Mineralstoffgehalte von Monokotylen und Dikotylen

Bisher hat DE VRIES in drei Fällen vegetatives Material von Monokotylen und Dikotylen von dem gleichen Teilstück eines Dauergrünlandes gesammelt, und zwar das erste Mal von 3, das zweite Mal von 2 und das dritte Mal von 5 Arten beider Gruppen. Die drei Grünlandflächen gehörten sehr verschiedenen Typen an. Die nachfolgende Aufstellung zeigt den Mineralstoffgehalt ( $P_2O_5 + K_2O + CaO + Na_2O + MgO + Cl + SO_4$ ) in Trockensubstanzprozenten.

Monokotyle		Dikotyle	
<i>Agrostis canina</i>	4,80	<i>Cirsium dissectum</i>	15,28
<i>Juncus effusus</i>	4,64	<i>Filipendula ulmaria</i>	6,32
<i>Phalaris arundinacea</i>	6,30	<i>Symphytum officinale</i>	9,19
<i>Glyceria maxima</i>	6,93	<i>Potentilla reptans</i>	10,53
<i>Phalaris arundinacea</i>	8,49	<i>Ranunculus repens</i>	13,15
<i>Arrhenatherum elatius</i>	9,29	<i>Crepis biennis</i>	13,55
<i>Dactylis glomerata</i>	9,16	<i>Heracleum sphondylium</i>	10,93
<i>Festuca pratensis</i>	8,43	<i>Ranunculus acris</i>	9,90
<i>Festuca rubra</i>	7,07	<i>Ranunculus repens</i>	10,54
<i>Holcus lanatus</i>	8,98	<i>Taraxacum officinale</i>	11,37
Durchschnittlich	7,41	Durchschnittlich	11,13

Dieses beschränkte Material bestätigt die Meinung (1), daß Dikotyle, zumindest durchschnittlich, einen höheren Mineralstoffgehalt haben als Monokotyle. Wenn man jede der drei Flächen für sich betrachtet, weisen die Dikotylen sogar ausnahmslos einen höheren Gehalt auf, wenn einige Unterschiede auch nur sehr klein sind.

Sehr deutlich zeigte sich allerdings, daß Dikotyle einen erheblich höheren CaO-Gehalt haben als Monokotyle. Der Kalkzustand der drei Gelände war zwar sehr verschieden, aber die Streuung im CaO-Prozentsatz des ganzen Materials zeigt doch sehr überzeugende Zahlen:

	Minimum	Mittel	Maximum
Monokotyle	0,42	0,59	0,76
Dikotyle	1,24	2,14	4,20

Den höchsten Gehalt (4,20%) hatte *Cirsium dissectum*, Charakterart des Cirsieto-Molinietums, an einer Stelle, wo *Agrostis canina* (mit 0,46% CaO) vorherrschte.

Der höchste MgO-Gehalt der Monokotylen war aber höher als der niedrigste der Dikotylen:

	Minimum	Mittel	Maximum
Monokotyle	0,11	0,29	0,40
Dikotyle	0,26	0,59	0,85

*Ranunculus acris* wies einen Prozentsatz von 0,85 auf (ohne Blattstiele sogar von 1,15). Darauf folgte *Heracleum sphondylium* mit 0,75%. Der niedrigste Wert (0,11%) wurde in *Juncus effusus* gefunden.

#### Verhältnis der bivalenten zu den monovalenten Kationen

Daß die Dikotylen einen höheren Gehalt an Ca und Mg hatten als die Monokotylen besagt an sich nicht, daß  $(Ca + Mg)/(K + Na)$  für die Dikotylen größer ist als für die Monokotylen. In diesem Quotient herrschen Kalk und Kali meistens vor und wenn auch die Dikotylen als kalkreicher gelten, so brauchen die Dikotylen noch nicht im Kaligehalt zurückzubleiben.

Noch nicht veröffentlichte Ergebnisse von Gefäßversuchen von DIJKSHOORN und SAID mit den Dikotylen *Plantago lanceolata* und *Rumex acetosa* und den Gräsern *Dactylis glomerata* und *Lolium perenne* beeinhaltet u. a., daß der Quotient (in Milligrammäquivalenten) nur für *Plantago* — und für diese Pflanze sogar bei der höchsten  $KNO_3$ -Gabe — größer war als eins. Für *Rumex* war er in allen fünf  $KNO_3$ -Versuchsreihen kleiner als eins und für die beiden Gräser noch niedriger, aber die Summe von Ca und Mg war in letzteren auch viel kleiner. Hier handelt es sich also um Experimente, aber die Ergebnisse stimmen gut zu den Zahlen des im Felde von DE VRIES gesammelten Materials von denselben Arten.

Abb. 1 zeigt das Verhältnis zwischen den bivalenten und den monovalenten Kationen aller gesammelten Arten ohne Rücksicht auf den Standort. Zunächst fällt auf, daß  $Ca + Mg$  bei den Dikotylen größer ist als bei den Monokotylen. Das gilt nicht nur für die Durchschnittswerte, sondern auch für alle Einzelfälle. Es haben freilich auch fünf von den Dikotylen einen höheren Gehalt an monovalenten Kationen als die Monokotylen. Der Quotient der Summe bivalenter und der Summe monovalenter Kationen ist aber nur für 6 von den 13 Dikotylen höher als eins, wobei die Einzelfälle sich ähnlich verhalten wie die Durchschnittswerte. Diese Durchschnittswerte liegen in jedem Falle über der Linie, die den Quotient 0,64 angibt. Dagegen liegen die Punkte von nur 2 von den 21 Monokotylen über der Eins-Linie und 3 über der 0,64-Linie. Sofern es sich um diesen Quotient handelt, gibt es also nur einen Relativunterschied zwischen Mono- und Dikotyledonen.

Sehr interessant ist die Stellung der Punkte der einzelnen Arten in der Figur zueinander. Besonders sofern es sich um die Gräser handelt, fällt die Übereinstimmung mit einer früher von DE VRIES veröffentlichten (6,7) Konstellationsfigur auf. Jene ältere Figur stellt die berechnete Vorkommenskorrelation der Arten auf dem niederländischen Grünland dar; sie ist nicht nur gleichsam das Skelett der Pflanzengesellschaften des Grünlandes, sondern stimmt auch überraschend zu dem, was uns über die Ökologie der Arten bekannt war. Es gibt also offenbar einen Zusammenhang zwischen Gesellschaftsbildung, Ökologie der Arten und Kationenverhältnis in der Pflanze. Ganz links in der Gräsergruppe, also mit dem größten Quotient  $(Ca + Mg)/(K + Na)$ , findet man die typische

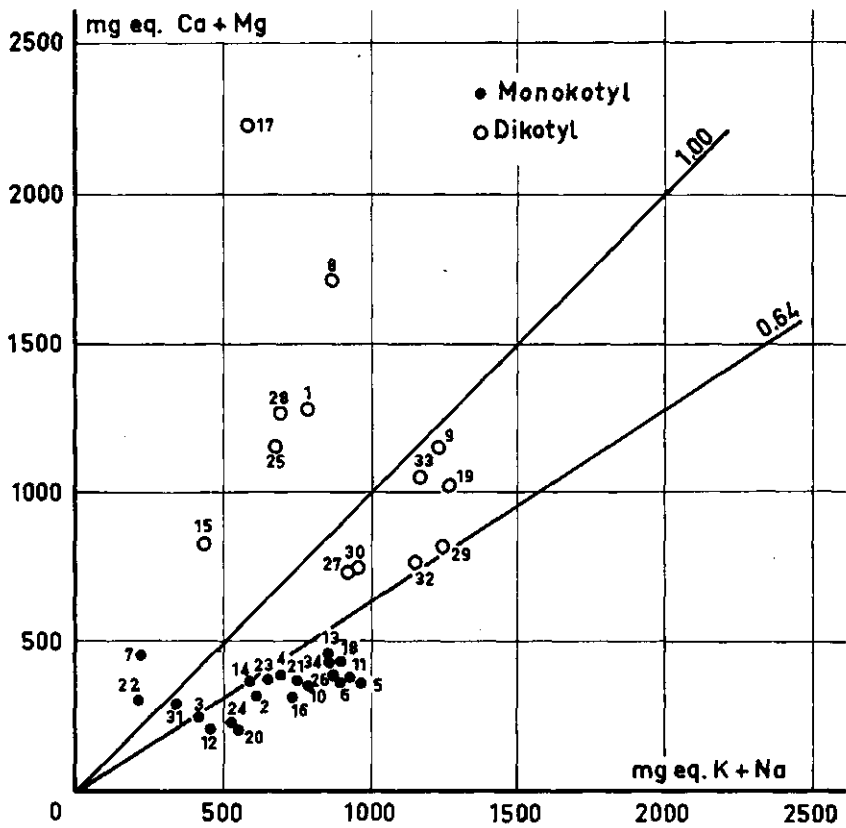


Abb. 1

Verhältnis  $\frac{\text{mval Ca} + \text{Mg}}{\text{mval K} + \text{Na}}$  bei Monokotylen und Dikotylen des Grünlandes. Bezüglich der den Nummern entsprechenden Arten sei auf Seite 89 hingewiesen.

Kombination der im sehr armen Molinietum häufigen Arten *Carex panicea*, *Molinia* und *Sieglingia*, ganz rechts die häufigen Gräser des kalkreichen und fruchtbaren Arrhenatheretums *Alopecurus pratensis*, *Dactylis* und *Arrhenatherum*, während sich in der Mitte links und rechts die Kombinationen *Festuca rubra* — *Agrostis tenuis* von sauren und trocknen Böden und *Lolium* — *Cynosurus* von weniger reichen frischen Weiden finden. Bezeichnend ist auch, daß die Arten *Ranunculus repens* und *Symphytum officinale*, die häufig an den fruchtbaren Ufern von Flüsse vorkommen, sich unter den Dikotylen am grasartigsten verhalten, insofern ihr Gehalt an K + Na den an Ca + Mg übertrifft.

#### Weidetetanie und Mineralstoffgehalt

KEMP (3) betrachtet das Verhältnis zwischen dem Mg- und dem K-(und Roh-eiweiß)-Gehalt des Grünlandbestandes als sehr wichtig für ein etwaiges Auftreten der Weidetetanie bei Rindvieh. Bei weniger als 0,20% Mg in der Trocken-

substanz wäre Erkrankungsgefahr vorhanden und diese Gefahr sei groß, wenn der K-Gehalt 3% (und der Roheiweiß-Gehalt 18%) überschreite. Bei einem Mg-Prozentsatz über 0,20 neben einem K-Gehalt über 3% sei die Erkrankungs-chance sehr gering und bei geringerem K-Gehalt sogar gleich null. Das in Abb. 2 nach diesen Richtlinien angebrachte Kreuz teilt die graphische Fläche in vier Teile, von denen der rechts unten das „kranke“ und der links unten das „zweifelhafte“ Gebiet ist.

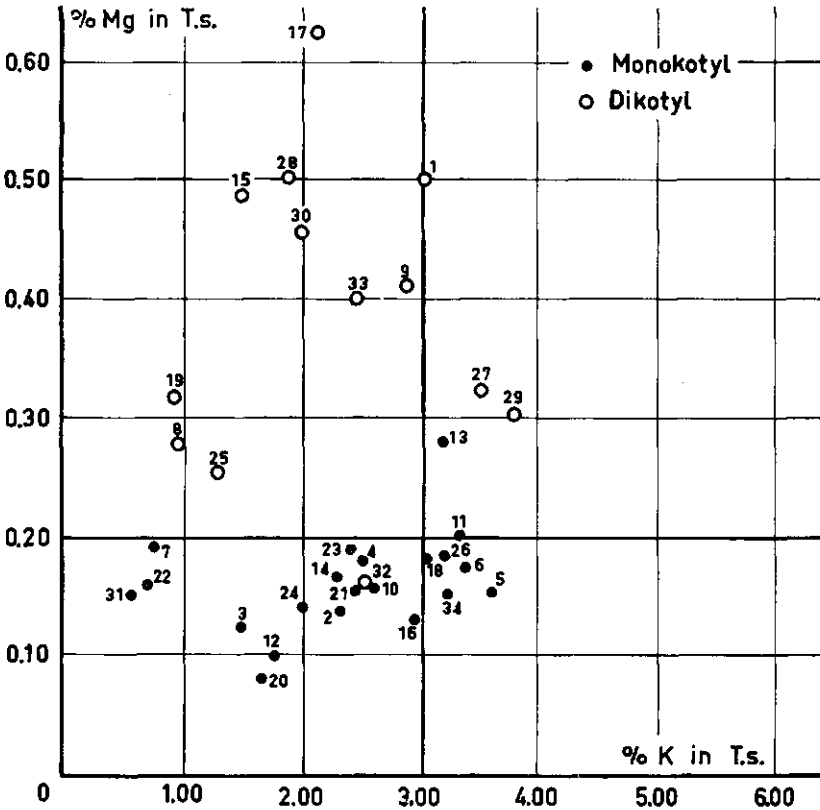


Abb. 2

Verhältnis  $\frac{\text{Mg}}{\text{K}}$  in Prozenten der Trockensubstanz bei Monokotylen und Dikotylen des Grünlandes. Bezüglich der den Nummern entsprechenden Arten sei auf Seite 89 hingewiesen.

Diesem beschränkten Material nach liegen die Dikotylen, wenigstens im Durchschnitt, außerhalb des kranken Gebietes — einer der beiden Fälle von *Ranunculus repens* liegt darin — während der eine *Symphytum*-Fall und einer der beiden Fällen von *Plantago lanceolata* ins zweifelhafte Gebiet fallen. Nur eine einzige Grasart, *Festuca pratensis*, liegt sicher, während die in dieser Hinsicht gefährlichsten Gräser sind: *Alopecurus pratensis*, *Arrhenatherum*, *Trisetum* und *Poa trivialis*. Auf der Grenze des gefährlichen Gebietes befinden sich *Dactylis*,



*Holcus lanatus* und *Glyceria maxima*. Die weniger kaliliebende Art *Dactylis* ist erheblich gefährlicher als *Lolium*, das vor *Poa trivialis* in den fetten reinen Weiden vorherrscht, die besonders reich an Kali und Stickstoff sind. Die Natur korrigiert sich hier gleichsam selber: *Dactylis* tritt in solchen alten Weiden nicht in den Vordergrund, könnte es aber nach Umbruch und Einsaat ohne Konkurrenz von *Lolium* und würde dann als weniger kaliliebende Grasart noch mehr Kalium aufnehmen als *Lolium*, so daß die Gefahr für Weidetetanie noch größer wäre.

Übrigens entspricht die Verteilung der Arten über Abb. 2 im großen und ganzen der in Abb. 1, stimmt aber, insbesondere was die Dikotylen anbelangt, eigentlich noch besser mit der nach der Korrelation des Vorkommens zwischen den Arten überein.

Dies und die Tatsache, daß die Gruppe der Dikotylen in Abb. 2 nicht wie in Abb. 1 nach rechts hin über die der Monokotyle hinausragt, geht wohl auf die viel höheren  $\text{Na}_2\text{O}$ -Gehalte einiger der Dikotylen zurück, z. B. 3,26% in *Hypochaeris radicata*, 1,98% in *Cirsium dissectum*, 1,72% in *Taraxacum*, 1,57% in *Symphytum officinale* und 1,52% in *Crepis biennis*.

#### Kupfermangel und Kupfergehalt

Für Kupfermangelercheinungen beim Rindvieh würde die Bindungsfähigkeit an Kupfer, herbeigeführt vom in frischem Pflanzenmaterial vorhandene Chlorophyll, ein wichtiger Faktor sein können (2). Das heißt aber nicht, daß der Kupfergehalt der einzelnen Bestandesbestandteile bedeutungslos wäre. Nach alter Erfahrung der Praxis soll Ödlandgras heilsam auf Tiere wirken, die Kupfermangelercheinungen zeigen. Das stimmt insofern zu den Analyseergebnissen, daß typische Blaugräser wie *Carex panicea*, *Molinia* und *Sieglingia* in einem Molinietum erheblich höhere Kupfergehalte (in mg/kg) zeigten als Gräser wie *Holcus lanatus* und *Phragmites communis*, die zwar im selben Gelände vorkamen, aber keineswegs auf so armen Boden beschränkt sind: der Reihe nach 14,8 — 10,7 — 10,6 gegenüber 7,3 — 4,4. Ersatz von *Molinia* durch *Agrostis canina* im Rahmen von Meliorationsmaßnahmen in Friesland verringerte, wie Prof. Ir. M. L. 'tHART (Landbouwhogeschool, Wageningen) mündlich mitgeteilt hat, die Qualität des Heues, nach der Gesundheitszustand des Viehes beurteilt. Das stimmt auch zu den jetzt erhaltenen Zahlen, da in einem anderen Teil desselben Blaugraslandbestandes die vorherrschende Art *Agrostis canina* einen Kupfergehalt von nur 7,4 Millionstel zeigte und *Cirsium dissectum*, *Filipendula* und *Juncus effusus* der Reihe nach 9,3 — 9,5 — 10,6 Millionstel Cu enthielten. *Ranunculus repens* überragt mit 20,0 und 17,0 (auf zwei verschiedenen Geländen) alle anderen Arten. Auf demselben Grünland, das uns diese Zahl 17,0 vermittelte, hatten die Dikotylen *Ranunculus acris*, *Taraxacum officinale* und *Crepis biennis* auch hohe Kupferwerte (15,9 — 13,0 — 12,6), die Gräser dagegen im allgemeinen niedrige (etwa 6 Millionstel).

#### Zusammenfassung

Eine chemische Untersuchung von vegetativem Material von insgesamt 34 Pflanzenarten — darunter 21 Monokotyle und 13 Dikotyle, gruppenweise gesammelt von 16 homogenen Teilen alten Grünlandes sehr verschiedener Typen — führte zu den folgenden vorläufigen Ergebnissen.

Allem Anschein nach übertreffen die Unterschiede im Mineralstoffgehalt zwischen den einzelnen Pflanzenarten an ein und demselben Standort bei weitem die Unterschiede zwischen Pflanzen ein und derselben Art an verschiedenen Standorten.

Die Fruchtbarkeitsindikation durch die sogenannten liebenden und meidenden Pflanzenarten scheint darauf zurückzuführen, daß letztere Arten das betreffende Element besser erschließen oder schneller aufnehmen können als erstere, mit dem Vorbehalt jedoch, daß Hungerarten auch einen geringeren Bedarf haben können.

Dikotyle haben durchschnittlich einen höheren Gehalt an Mineralstoffen insgesamt, an Mg und Na und stets an Ca als an derselben Stelle wachsende Monokotyle. Der Quotient  $(Ca + Mg)/(K + Na)$  (in Milligrammäquivalenten) ist aber sogar bei den Dikotylen oft und bei den Monokotylen bis auf einige Ausnahmen, nämlich einige häufige Molinietum-Pflanzen, geringer als eins.

Die Stellung der Pflanzenarten zueinander, dargestellt gemäß dem Verhältnis zwischen der Summe der bivalenten und der der monovalenten Kationen, zeigt eine auffallende Ähnlichkeit mit der Konstellationsfigur von DE VRIES über die Vorkommenskorrelationen zwischen Grünlandpflanzen. Es muß also wohl ein Zusammenhang zwischen Gesellschaftsbildung, Ökologie der Arten und Kationenverhältnis in der Pflanze bestehen.

Das Auftreten der Weidetetanie beim Rindvieh wird, nach dem Mineralstoffgehalt zu urteilen, am meisten begünstigt durch kalkliebende Gräser. Dikotyle sind nahezu gefahrlos.

Die Erfahrung der Praxis über die heilsame Wirkung von Ödlandgräsern bei Kupfermangel scheint durch den höheren Kupfergehalt typischer Molinietum-Pflanzen bestätigt zu werden.

Treffend ist die Übereinstimmung zwischen Ergebnissen von Gefäßversuchen von DIJKSHOORN und SAID und denen der korrelativen Erforschung alter Grünlandflächen durch DE VRIES.

### Literatur

1. Brüggemann, J. u. a., 1960: Bayer. Landw. Jb. 37, 273—306.
2. Deijs, W. B. u. Maria S. M. Bosman, 1961: Jaarb. I.B.S. (Wageningen) (im Manuskript)
3. Kemp, A., 1960: Neth. J. Agr. Sci. 8, 281—304.
4. Kruijze, A. A. u. D. M. de Vries, 1956: Gegevens betreffende belangrijke graslandplanten. Gestenc. Meded. 23, C. I. L. O. (Wageningen), 48 pp.
5. Said, I. M., 1959: Diss. Wageningen. Versl. Landb. Onderz. 65, 16, 64 pp.
6. Vries, D. M. de, 1953: Act. Bot. Neerl. 1, 497—499.
7. —, 1954: Veget., Act. Geob. 5—6, 105—11.
8. —, 1957: Jaarb. Kon. Ned. Bot. Ver., 31—32.
9. —, u. a., 1957: Jaarb. I. B. S. (Wageningen), 183—191. E. Zus. f.