

| | |
|---------------------|---|
| Zeitschrift: | Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Tech. Hochschule, Stiftung Rübel, in Zürich |
| Herausgeber: | Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich) |
| Band: | 89 (1986) |
| Artikel: | Auswirkungen und Beseitigung von Düngungseinflüssen auf Streuwiesen : Eutrophierungssimulation und Regenerationsexperimente im nördlichen Schweizer Mittelland = Effects and elimination of fertilization influences on litter meadows : simulation of eutrophication and regeneration experiments in the northern Swiss midlands |
| Autor: | Egloff, B. |
| Kapitel: | 4: Ergebnisse |
| DOI: | https://doi.org/10.5169/seals-308823 |

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 20.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

4. ERGEBNISSE

4.1. UNTERSUCHUNGEN AN NICHT EXPERIMENTELL BEEINFLUSSTER RIEDVEGETATION AUF DER LUNNERALLMEND

4.1.1. Ausmass der jährlichen Schwankungen bei der Individuen- bzw. Halmzahl von Streuwiesenpflanzen (Tab. 9)

In die Auswertung wurden nur die Zähldaten der Kontrollflächen einbezogen, welche 1981 und 1983 in der Zeit von Ende Juli bis Mitte August erhoben worden waren. Bei den in die Tabelle 9 aufgenommenen Flächen handelt es sich durchwegs um Pfeifengraswiesen, wobei die Nummern 9, 17 und 19 als nasse Pfeifengraswiesen mit Anklängen an Kleinseggenrieder anzusprechen sind.

Aus der Tabelle 9 lässt sich folgendes herauslesen:

- Molinia coerulea: Die Zahl ihrer Blütenstände nahm auf 6 Flächen, z.T. sehr deutlich, ab, während sie auf zweien deutlich anstieg.
- Inula salicina und Mentha aquatica nahmen auf 7 der insgesamt 8 Flächen zu.
- Phragmites communis hat auffällige Zunahmen zu verzeichnen; die Dekkungsprozentwerte spiegeln dies aber nur zum Teil wider.
- Centaurea angustifolia zeigt ein "Abwechseln von fertilen und sterilen Phasen".

Die Abnahme von Molinia und gleichzeitige Zunahme der eher (wechsel)-trockenere Verhältnisse bevorzugenden Inula könnten mit dem trockenheissen Sommer 1983 in Verbindung gebracht werden (s. aber auch 4.1.2.b, Punkt 4), wenn auf allen Flächen dieselbe Beobachtung gemacht worden wäre. Zudem hätte Molinia gerade auf der nassen Fläche 19 eher von den tieferen Grundwasserständen profitieren müssen. Ebenso schwer zu erklären ist das Verhalten von Phragmites communis. Es leuchtet ein, dass Arten mit unterirdischen Verbreitungsorganen jedes Jahr an anderen Stellen oberirdische Sprosse treiben, so dass die Zahl der in den Zählquadraten erfassten Individuen schwankt; doch hätten deshalb nicht auf allen Flächen derart starke Zunahmen festgestellt werden dürfen. Angesichts der trockenen Sommermonate im Jahre 1983 (Tab. 15) erstaunt das Verhalten von Phragmites noch mehr.

Bei der Beurteilung von Zählungen auf Dauerquadraten in der Randzone von Riedern oder auf Flächen, deren Bewirtschaftung vom Streuwiesenschnittregime abweicht, sind diese natürlichen Schwankungen zu berücksichtigen (s. Kap. 5.5.).

4.1.2. Mineralstoffgehalt der Vegetation und Biomasse im Verlauf der Vegetationsperiode

Die in den Tabellen 10-14 dargestellten Werte erlauben folgende Feststellungen:

4.1.2.1. Mineralstoffgehalte:

1. In einer früheren Arbeit (EGLOFF 1983, Kap. 3.3.) wurde gezeigt, dass

Tab. 9. Schwankungen bei der Zahl der Blütenstände bzw. Halme oder Rosetten einiger Arten der Kontrollflächen
 Table 9. Fluctuations of the number of inflorescences resp. stalks or rosettes

IZ = Individuenzahl - number of individuals

| Fläche Nr. | Jahr | Arten | | | | | |
|---------------|------|------------------------|----|----|------------------------|-------------------|--------------|
| | | Molinia caerulea | | | Phragmites communis | | |
| | | IZ/0.25 m ² | B | C | IZ/m ² | IZ/m ² | Deckung % |
| 8 | 1981 | 30 | 10 | 30 | 93 | 7 | 5 |
| | 1982 | 50 | 24 | 67 | 188 | 7 | 3 |
| | 1983 | 55 | 18 | 38 | 148 | 24 | 3 |
| 9 | 1981 | 12 | 9 | 4 | 33 | - | 5 |
| | 1983 | 24 | 40 | 26 | 120 | 45 | 9 |
| 10 | 1981 | 19 | 19 | 30 | 91 | - | 3 |
| | 1983 | 26 | 14 | 9 | 65 | 7 | 5 |
| 11 | 1981 | 20 | 26 | 55 | 135 | - | 5 |
| | 1983 | 29 | 16 | 50 | 127 | 12 | 5 |
| 12 | 1981 | 11 | 23 | 14 | 64 | - | 1 |
| | 1983 | 11 | 12 | 11 | 45 | 1 | 1 |
| 17 | 1981 | 34 | 14 | 38 | 115 | - | 5 |
| | 1983 | 6 | 6 | 12 | 32 | 3 | 5 |
| 19 | 1981 | 3 | 11 | 1 | 20 | - | 5 |
| | 1983 | - | 1 | - | 1 | 39 | 5 |
| 24 | 1981 | 41 | 20 | 15 | 101 | - | 3 |
| | 1983 | 8 | 6 | 8 | 29 | 3 | 5 |

| Fläche Nr. | Jahr | Arten | | | | | |
|---------------|------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------|-------------------|------------------------|
| | | Molinia aquatica | | | Mentha angustifolia | | |
| | | IZ/m ² | IZ/m ² | IZ/m ² | IZ/m ² | IZ/m ² | IZ/0.75 m ² |
| 8 | 1981 | 1 | 1 | 23 | 1 | 1 | - |
| | 1982 | 1 | 1 | 41 | 1 | 1 | - |
| | 1983 | 1 | 1 | 45 | - | - | 2 |
| 9 | 1981 | 1 | 1 | 3 | 7 | - | - |
| | 1983 | 1 | 1 | 5 | - | - | - |
| 10 | 1981 | 1 | 1 | 29 | 3 | - | 2 |
| | 1983 | 1 | 1 | 5 | - | - | 2 |
| 11 | 1981 | 1 | 1 | 23 | 2 | 2 | 6 |
| | 1983 | 1 | 1 | 28 | - | 1 | 11 |
| 12 | 1981 | 1 | 1 | 12 | 16 | 16 | - |
| | 1983 | 1 | 1 | 37 | 4 | 4 | - |
| 17 | 1981 | 1 | 1 | 27 | 4 | 2 | 3 |
| | 1983 | 1 | 1 | 37 | 4 | 1 | 11 |
| 19 | 1981 | 1 | 1 | 17 | - | - | 10 |
| | 1983 | 1 | 1 | 23 | - | - | 18 |
| 24 | 1981 | 1 | 1 | 36 | 11 | 6 | 1 |
| | 1983 | 1 | 1 | 40 | 15 | 1 | 7 |

die N- und K-Gehalte des Schnittguts der Monate Juni und Juli aufgrund zahlreicher Grünland-Düngungsversuche als (für K knapp) durchschnittlich bezeichnet werden können, wobei die Juni-Werte z.T. sehr deutlich über dem Durchschnitt liegen. ("Durchschnittlich" bedeutet "für Futtergrünland gerade ausreichend".) Streuwiesen wurden früher bei Futtermangel bisweilen bereits im Sommer gemäht. Die Werte zeigen, dass das dabei gewonnene Heu, zumindest hinsichtlich der Gehalte an N und K, nicht von schlechter Qualität war. Sehr gering sind hingegen die P-Gehalte (näheres bei EGLOFF 1983, Kap. 3.3.1.).

2. Erwartungsgemäss tief sind die Mitte September festgestellten Gehalte. Nebst dem Verdünnungseffekt* ist dafür a) für P und N der bereits stattfindende Nährstoffrückzug und b) für K die Auswaschung (MORTON 1977) verantwortlich.

* FINK (1976) definiert den Verdünnungseffekt als "Absinken der Konzentration von mineralischen Nährelementen trotz steigender Menge in der Pflanze; bedingt durch die relativ stärkere Produktion organischer Substanz" (S. 44).

4.1.2.2. Erträge (s. auch Abb. 29-34 in Kap. 4.2.3.):

Die im folgenden diskutierten Daten zu den Wetterverhältnissen stammen von der weiter oben am Reusslauf gelegenen Messstation Luzern. Verantwortlich für deren Wahl ist die Tatsache, dass hauptsächlich der Reusswasserstand für den Grundwasserspiegel der Lunnerallmend verantwortlich ist (s. EGLOFF und NÄF 1982, Kap. 3.5.). Die Angaben zum Reusspegelstand basieren auf den Messungen der ca. 2 km südlich der Lunnerallmend gelegenen Station Mühlau-Hünenberg.

Da davon ausgegangen werden kann, dass die Hauptwuchsperiode für Streuwiesen in die Monate Juni und Juli fällt, ist die Beschränkung auf diese beiden Monate gerechtfertigt.

1. Im Herbst 1979 war der Streuertrag gut, obwohl der Juli ein sehr trockener Monat gewesen war: Die in Luzern gemessene Niederschlagssumme betrug lediglich 54% des langjährigen Mittels (SMA 1981), der mittlere Pegelstand der Reuss lag in den beiden folgenden Jahren rund 70 cm höher (s. Tab. 16). Doch war der Juni ausgesprochen nass (181%) und in beiden Monaten lag die mittlere Temperatur leicht über dem langjährigen Mittel (+ 0.4 bzw. 0.3°C; die Sonnenscheindauer war durchschnittlich (Juni: 80%, Juli: 99% des langjährigen Mittels).
2. 1982 war ein deutlich ertragreicheres Jahr als 1981, auch wenn man berücksichtigt, dass die Juni- und Juli-Schnitte 1981 früher erfolgt waren. Aus dem Vergleich der Abweichungen vom langjährigen monatlichen Temperaturmittel und der mittleren Sonnenscheindauer (Tab. 15) wird ersichtlich, dass die Frühsommer- und Sommermonate mit Ausnahme des August 1982 bedeutend wärmer waren als 1981. Möglicherweise herrschte im Juni 1981 auch etwas Wassermangel: In Luzern fielen nur 71 % der langjährigen mittleren Niederschlagssumme; der Reusspegel lag entsprechend tief (Tab. 16).
Doch ist Wassermangel in Riedwiesen wohl nie derart gravierend, dass es zu Schäden an den Pflanzen kommt (s. auch die Saugspannungsmessungen von LEON 1968). So beobachtete denn KLÖTZLI (mündl.) in den trockenen Jahren 1964 und 1976 nur auf Riedwiesen keine Trockenheitsschäden.
3. Zum hohen Ertrag von 1982 könnte ferner die Tatsache beigetragen haben, dass das Streuland 1981 nicht bereits in der zweiten Septemberhälfte geschnitten wurde, wie dies 1982 der Fall war. Im Herbst 1981

- hatte die Vegetation demzufolge länger Gelegenheit, Nährstoffe zu verlagern. (Wann 1980 geschnitten wurde, ist uns nicht bekannt.)
4. Im besonders heissen Sommer 1983 lagen die Erträge sogar unter denen von 1981. Wie die Temperaturmittel und die relative Sonnenscheindauer (Tab. 15) zeigen, stach 1983 jedoch lediglich der Juli heraus. Im Frühsommer musste ein anfänglicher Produktionsrückstand aufgeholt werden: Der recht warme Juni hatte den kalten Mai zu kompensieren. Im Juli waren dann wahrscheinlich sowohl Transpiration (und damit der Mineralstoffnachschub) wie Produktion (mangelnde CO_2 -Versorgung wegen der häufig geschlossenen Spaltöffnungen) eingeschränkt, denn in Luzern fielen nur 8% der langjährigen mittleren Niederschlagssumme. (Der entsprechende Wert beträgt für 1982 109%, für 1981 161%. Auch der Juni war nicht gerade niederschlagsreich gewesen; s. Tab. 15.). Zudem lag der Reusspegel der nahe gelegenen Station Mühlau-Hünenberg hauptsächlich im Juli 1983 sehr tief (Tab. 16). Während 1983 Juni und Juli trocken waren, war 1979 nur der Juli (s. 1.), 1981 nur der Juni (s. 2.) ein relativ trockener Monat gewesen (Tab. 16). Somit kann die geringe Produktion letztlich wohl hauptsächlich auf Wassermangel während der Hauptwuchsperiode zurückgeführt werden.
 5. Zweifellos beeinflusst auch die Zusammensetzung der Vegetation die Höhe des Trockenmassenertrags, was besonders für die Flächen 3 und 6 gilt. (Vgl. z.B. die unterschiedlichen Ertragsanteile von Solidago serotina auf Abb. 34.: 1983 war nicht neben den N-Parzellen, auf der westlichen Seite geschnitten worden, die besonders Solidago-reich ist.)
 6. Aus dem Vergleich der Juli- mit den September-Ertragswerten kann geschlossen werden, dass sich die Vegetation bezüglich ihrer Produktion im Zeitraum Ende Juli/Anfang August im Entwicklungszenit befindet.

4.1.2.3. Nährstoffentzüge:

1. Der N-Entzug Mitte September ist beträchtlich. (Die Werte werden bei der Diskussion des optimalen Schnittzeitpunkts für Pfeifengraswiesen in Kapitel 5.6. besprochen, ebenso diejenigen für den Kalium-Entzug.)
2. Der Entzug an Phosphor erscheint durchwegs gering. Doch stellte LÜTKE TWENHÖVEN (1982) fest, dass Molinia coerulea einer Davallseggen-Pfeifengraswiese auf Niedermoor von August bis November pro Hektar "nur" 1.6 kg Phosphor in ihre Speicherorgane (Internodium und Grobwurzeln) verlagert. Deshalb müssen die vorliegenden Entzugswerte anders eingeschätzt werden, obwohl die Untersuchungen von LÜTKE TWENHÖVEN auf einer Wiese stattfanden, die von der Produktion her allenfalls mit unserer ertragsärmsten Fläche 15 vergleichbar ist: 14. August: 303 g Trockensubstanz (TS)/ m^2 , 21. Oktober: 207 g TS/ m^2 (nach RUPPANER 1982).

Die Entzugswerte werden uns wieder interessieren, wenn es um die oligotrophierende Wirkung des Frühschnitts geht (Kap. 4.4.2.).

Tab. 10-14. Gehalt an Stickstoff, Phosphor und Kalium (in o/o bzw. o/oo der Trockensubstanz (TS)) und Produktion (in g Trockensubstanz pro m²) der Vegetation der unmittelbaren Umgebung der Versuchsflächen 3, 13, 14, 15 und 20 sowie die Nährstoffentzüge zu verschiedenen Schnittzeitpunkten. (Der Nährstoffentzug ist das Produkt der nicht gerundeten Gehalts- und Produktionswerte.)

Tables 10-14. Content of nitrogen, phosphorus and potassium (in o/o resp. o/oo of dry matter ('TS')) and yield (in g dry matter per m²) of the vegetation of the immediate environments of the experimental plots 3, 13, 14, 15, and 20, and deprival of nutrients at different times of mowing. (Deprival data are products of non rounded content and yield values.)

Tab. 10. Versuchsfläche 3 (plot 3)

| Schnittzeitpunkt | Mineralstoffgehalt o/o bzw. o/oo der TS | | | Produktion g TS/m ² | Nährstoffentzug kg/ha | | |
|------------------|---|---------|--------|--------------------------------|-----------------------|-----|-------|
| | N(o/o) | P(o/oo) | K(o/o) | | N | P | K |
| 2.6.1981 | 2.0 | 1.23 | 2.1 | 214 | 42.6 | 2.6 | 45.8 |
| 15.6.1982 | 1.5 | 1.01 | 2.0 | 434 | 64.1 | 4.4 | 88.5 |
| 9.7.1981 | 1.4 | 0.88 | 2.1 | 443 | 60.1 | 3.9 | 92.6 |
| 14.6.1982 | 0.8 | 0.66 | 1.7 | 609 | 51.2 | 4.0 | 101.2 |
| 12.9.1979 | - | - | - | 658 | - | - | - |
| 15.9.1981 | 1.0 | 0.56 | 1.1 | 620 | 59.0 | 3.5 | 65.7 |
| 13.9.1982 | 0.9 | 0.50 | 1.0 | 678 | 59.2 | 3.4 | 69.9 |
| 12.9.1983 | - | - | - | 243 | - | - | - |

Tab. 11. Versuchsfläche 13 (plot 13)

| Schnittzeitpunkt | Mineralstoffgehalt o/o bzw. o/oo der TS | | | Produktion g TS/m ² | Nährstoffentzug kg/ha | | |
|------------------|---|---------|--------|--------------------------------|-----------------------|-----|------|
| | N(o/o) | P(o/oo) | K(o/o) | | N | P | K |
| 2.6.1981 | 1.8 | 0.89 | 1.8 | 176 | 32.4 | 1.6 | 30.4 |
| 15.6.1982 | 1.7 | 0.76 | 1.5 | 248 | 42.2 | 1.9 | 36.0 |
| 3.7.1981 | 1.5 | 0.66 | 1.6 | 312 | 45.4 | 2.1 | 49.6 |
| 14.7.1982 | 1.3 | 0.59 | 1.5 | 400 | 53.7 | 2.4 | 60.1 |
| 12.9.1979 | - | - | - | 470 | - | - | - |
| 11.9.1981 | 1.2 | 0.48 | 0.9 | 325 | 40.1 | 1.6 | 28.0 |
| 13.9.1982 | 1.1 | 0.44 | 1.0 | 380 | 39.7 | 1.7 | 38.5 |
| 12.9.1983 | - | - | - | 354 | - | - | - |

Tab. 12. Versuchsfläche 14 (plot 14)

| Schnitt-zeitpunkt | Mineralstoffgehalt o/o bzw. o/oo der TS | | | Produktion g TS/m ² | Nährstoffentzug kg/ha | | |
|-------------------|--|---------|--------|-----------------------------------|--------------------------|-----|------|
| | N(o/o) | P(o/oo) | K(o/o) | | N | P | K |
| 2.6.1981 | 1.9 | 0.91 | 1.5 | 188 | 35.8 | 1.7 | 28.4 |
| 15.6.1982 | 1.6 | 0.74 | 1.5 | 311 | 48.7 | 2.3 | 45.3 |
| 9.7.1981 | 1.6 | 0.69 | 1.5 | 336 | 53.2 | 2.3 | 49.4 |
| 14.7.1982 | 1.4 | 0.60 | 1.3 | 356 | 49.2 | 2.1 | 47.8 |
| 11.9.1981 | 1.2 | 0.46 | 0.8 | 342 | 39.7 | 1.6 | 29.0 |
| 13.9.1982 | 1.1 | 0.49 | 1.0 | 466 | 51.7 | 2.3 | 47.0 |
| 12.9.1983 | - | - | - | 324 | - | - | - |

Tab. 13. Versuchsfläche 15 (plot 15)

| Schnitt-zeitpunkt | Mineralstoffgehalt o/o bzw. o/oo der TS | | | Produktion g TS/m ² | Nährstoffentzug kg/ha | | |
|-------------------|--|---------|--------|-----------------------------------|--------------------------|-----|------|
| | N(o/o) | P(o/oo) | K(o/o) | | N | P | K |
| 2.6.1981 | 1.8 | 1.01 | 1.6 | 156 | 28.2 | 1.6 | 24.3 |
| 15.6.1982 | 1.5 | 1.00 | 1.5 | 223 | 32.3 | 2.2 | 33.2 |
| 9.7.1981 | 1.5 | 0.80 | 1.6 | 238 | 35.2 | 1.9 | 37.1 |
| 14.7.1982 | 1.2 | 0.68 | 1.4 | 339 | 41.0 | 2.3 | 48.1 |
| 11.9.1981 | 1.0 | 0.53 | 0.9 | 269 | 27.1 | 1.4 | 24.2 |
| 13.9.1982 | 1.0 | 0.55 | 1.0 | 380 | 36.6 | 2.1 | 36.8 |
| 12.9.1983 | - | - | - | 180 | - | - | - |

Tab. 14. Versuchsfläche 20 (plot 20)

| Schnitt-zeitpunkt | Mineralstoffgehalt o/o bzw. o/oo der TS | | | Produktion g TS/m ² | Nährstoffentzug kg/ha | | |
|-------------------|--|---------|--------|-----------------------------------|--------------------------|-----|------|
| | N(o/o) | P(o/oo) | K(o/o) | | N | P | K |
| 2.6.1981 | 2.0 | 1.19 | 2.0 | 210 | 41.8 | 2.5 | 41.7 |
| 15.6.1982 | 1.7 | 0.92 | 1.8 | 399 | 68.4 | 3.7 | 72.8 |
| 9.7.1981 | 1.4 | 0.76 | 1.7 | 385 | 55.2 | 2.9 | 66.6 |
| 14.7.1982 | 1.4 | 0.77 | 1.7 | 534 | 72.3 | 4.1 | 91.5 |
| 12.9.1979 | - | - | - | 535 | - | - | - |
| 11.9.1981 | 1.2 | 0.57 | 1.2 | 442 | 52.3 | 2.5 | 51.8 |
| 14.9.1982 | 1.0 | 0.57 | 1.1 | 602 | 61.5 | 3.4 | 65.8 |
| 12.9.1983 | - | - | - | 348 | - | - | - |

Tab. 15. Temperaturverhältnisse, Sonnenscheindauer und Niederschlags-
summe während der Sommermonate der Jahre 1981-1983 in Luzern
(Daten aus den Annalen der SMA)

Table 15: Temperatures, total hours of sunshine and total precipitation
during the summer months of the years 1981-1983 in Lucerne
(data from annals of SMA)

| Monat | Temperatur (°C), Abweichung vom Mittel 1901-1960 | | | Sonnenscheindauer in % des Mittels der Jahre 1931-1960 | | | Niederschläge in % des Mittels der Jahre 1901-1960 | | |
|--------|--|------|------|--|------|------|--|------|------|
| | 1981 | 1982 | 1983 | 1981 | 1982 | 1983 | 1981 | 1982 | 1983 |
| Mai | -0.3 | +0.4 | -1.6 | 96 | 128 | 70 | 80 | 71 | 142 |
| Juni | +0.5 | +1.4 | +1.5 | 106 | 115 | 91 | 71 | 120 | 63 |
| Juli | -0.8 | +2.0 | +5.0 | 86 | 110 | 154 | 161 | 109 | 8 |
| August | +1.1 | +2.0 | +1.6 | 121 | 81 | 85 | 50 | 102 | 87 |

Tab. 16. Mittlere Wasserstände der Reuss (Station Mühlau-Hünenberg,
380 m ü.M.) in den Monaten Juni und Juli der Jahre 1979-1983,
ausgedrückt als Abweichung (in cm) vom langjährigen Monatsmit-
tel (Angaben aus LANDESHYDROLOGIE 1981-1983 und unveröff.)

Table 16: Mean water level of the Reuss (station Mühlau-Hünenberg, 380 m
a.s.l.) in June and July of the years 1979-1983, expressed as
deviations (in cm) from the monthly long-term mean (data from
LANDESHYDROLOGIE 1981-1983 and unpubl.).

| Monat | Monatsmittel 1935- | Jahr | | | | |
|-------|-----------------------|------|------|------|------|------|
| | | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 |
| Juni | 10.97 | + 3 | -13 | -34 | +17 | -29 |
| Juli | 10.94 | -66 | + 1 | + 2 | - 6 | -47 |

Abb. 8-16 (S. 40-44). Sukzession dominierender Arten auf den Düngungs-
parzellen vor, während und nach dem Düngungsversuch, zusam-
mengestellt nach den jährlichen Vegetationsaufnahmen

Figs. 8-16 (p. 40-44). Succession of dominating species on the fertil-
ized plots before, during, and after the fertilizer test,
compiled according to the yearly relevés

* vor dem Artenamen: oligotraphente Art
in front of species name: oligotraphent species

---- ca. 5%, -- ca. 9%, — ca. 15%, === ca. 30%, — ca. 50%

Erläuterungen zu den Abb. 8-16:

- 1) Aufnahmeyahre:
1978: vor der 1. Düngung, 1979: nach der 1. Düngung
1980: nach der 2. Düngung, 1981: 1. Jahr ohne Düngung etc.
- 2) Aufnahmekriterium für die einzelnen Pflanzenarten war eine Deckung von mindestens 5%. Generell weggelassen wurde die in den kopfbinsenreichen Pfeifengraswiesen sehr häufige Potentilla erecta sowie die nur auf einzelnen Parzellen die 5%-Schwelle überschreitenden Iris sibirica und Gentiana pneumonanthe. Es sei daran erinnert, dass die Cyperaceen 1980 nicht aufgenommen worden waren.
- 3) Die Aufnahme von 1978 bezieht sich lediglich auf die spätere NPK 1 - Parzelle.
- 4) Die Beobachtungen auf den N1- und N2- bzw. P1- und P2-Parzellen (s. Abb. 5) wurden bis auf Fläche 20 zusammengefasst, d.h. wenn nötig gemittelt.
- 5) Ab 1981 beziehen sich die Aufnahmen der N-Parzellen nur noch auf den 8 m² grossen Mittelstreifen, auf die Herbstvariante des Regenerationsexperiments. Arten, die 1980 die Schwelle knapp erreichten, aber nicht homogen verteilt waren, erscheinen so 1981 nicht mehr in der Abbildung. (Dies könnte z.B. für Calamagrostis auf Fläche 15 zutreffen.)
- 6) In den Abbildungen kommen zum Teil offensichtliche Mängel zum Ausdruck, etwa das in gewissen Jahren zu tiefe Schätzen auf wenig produktiven Flächen.
- 7) Die in der Randzone gegen das Intensivgrünland liegende, schon vor dem Düngungsversuch verhochstaudete Fläche 1 wird nicht berücksichtigt. Auf die heterogene Fläche 16 (Abb. 13) wird im Text nicht näher eingegangen.
- 8) Arten, die als einzige ihrer Gattung vorkommen, erscheinen im Text nur bei ihrer ersten Erwähnung mit ihrem vollständigen Artnamen.

| NPK | | | | | | | PK | | | |
|------|------|------|------|------|------|-------------------------------|------|------|------|------|
| 1983 | 1982 | 1981 | 1980 | 1979 | 1978 | Dominierende Arten | 1979 | 1980 | 1981 | 1983 |
| | | | | --- | ---- | <i>Agrostis gigantea</i> | | | | |
| | | | | --- | --- | <i>Calamagrostis epigeios</i> | | --- | --- | |
| | | | | --- | ---- | <i>Festuca arundinacea</i> | | --- | | |
| | | | | --- | ---- | * <i>Molinia coerulea</i> | ---- | ---- | ---- | |
| | | | | --- | ---- | <i>Phragmites communis</i> | ---- | ---- | ---- | |
| | | | | --- | ---- | <i>Poa pratensis</i> | | --- | --- | |
| | | | | --- | ---- | <i>Carex acutiformis</i> | | --- | --- | |
| | | | | --- | ---- | <i>Cirsium arvense</i> | | | | |
| | | | | --- | ---- | <i>Cirsium oleraceum</i> | | --- | --- | |
| | | | | --- | ---- | <i>Eupatorium cannabinum</i> | | | | |
| | | | | --- | ---- | <i>Filipendula ulmaria</i> | | | | |
| | | | | --- | ---- | * <i>Inula salicina</i> | ---- | ---- | ---- | |
| | | | | --- | ---- | <i>Solidago serotina</i> | | --- | --- | |

Abb. 8. Fläche 3 (plot 3)

| NPK | | | | | | PK | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------------------------|--------------------|------|------|------|------|
| 1983 | 1982 | 1981 | 1980 | 1979 | 1978 | 1) | Dominierende Arten | 1979 | 1980 | 1981 | 1983 |
| | | | | | | Agrostis gigantea | | | | | |
| | | | | | | Calamagrostis epigeios | | | | | |
| | | | | | | *Molinia coerulea | | | | | |
| | | | | | | Phragmites communis | | | | | |
| | | | | | | Carex acutiformis | | | | | |
| | | | | | | *Carex hostiana | | | | | |
| | | | | | | Cirsium arvense | | | | | |
| | | | | | | Eupatorium cannabinum | | | | | |
| | | | | | | *Inula salicina | | | | | |
| | | | | | | Lysimachia vulgaris | | | | | |
| | | | | | | Mentha aquatica | | | | | |
| | | | | | | *Pulicaria dysenterica | | | | | |
| | | | | | | Solidago serotina | | | | | |
| | | | | | | Sympyrum officinale | | | | | |

Abb. 9. Fläche 6, Parzellen N2 und P2 (plot 6, parcels N2 and P2)

1) ohne Aufnahme (no relevé)

2) häufiger als Molinia coerulea (more frequent than Molinia coerulea)

| NPK | | | | | | PK | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------------------------|------|------|------|------|
| 1983 | 1982 | 1981 | 1980 | 1979 | 1978 | Dominierende Arten | 1979 | 1980 | 1981 | 1983 |
| | | | | | 1 | Agrostis gigantea | | | | |
| | | | | | | Calamagrostis epigeios | | | | |
| | | | | | | Festuca arundinacea | | | | |
| | | | | | | *Molinia coerulea | | | | |
| | | | | | | *Carex hostiana | | | | |
| | | | | | | *Carex panicea | | | | |
| | | | | | | *Schoenus nigricans | | | | |
| | | | | | | *Galium verum | | | | |
| | | | | | | *Inula salicina | | | | |
| | | | | | | Mentha aquatica | | | | |
| | | | | | | (*)Vicia cracca | | | | |

Abb. 10. Fläche 13 (plot 13)

1) häufiger als Molinia coerulea und Inula salicina

(more frequent than Molinia coerulea and Inula salicina)

| NPK | | | | | | PK | | | | |
|------|------|------|------|------|------|-------------------------------|------|------|------|------|
| 1983 | 1982 | 1981 | 1980 | 1979 | 1978 | Dominierende Arten | 1979 | 1980 | 1981 | 1983 |
| | | | | | | <i>Agrostis gigantea</i> | --- | --- | --- | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | <i>Calamagrostis epigeios</i> | --- | --- | --- | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | <i>Festuca arundinacea</i> | --- | --- | --- | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | * <i>Molinia coerulea</i> | --- | --- | --- | |
| | | | | | | <i>*Carex hostiana</i> | --- | --- | --- | |
| | | | | | | * <i>Schoenus nigricans</i> | --- | --- | --- | |
| --- | 3 | 2 | 1 | | | <i>Cirsium palustre</i> | --- | --- | --- | |
| --- | --- | --- | --- | | | <i>Galium album</i> | --- | --- | --- | |
| --- | --- | --- | --- | | | * <i>Galium uliginosum</i> | --- | --- | --- | |
| --- | --- | --- | --- | | | * <i>Inula salicina</i> | --- | --- | --- | |
| --- | --- | --- | --- | | | <i>Mentha aquatica</i> | --- | --- | --- | |
| --- | --- | --- | --- | | | (*) <i>Vicia cracca</i> | --- | --- | --- | |

Abb. 11. Fläche 14 (plot 14)

- 1) auf N1 >20 grosse blühende Individuen (s. Abb. P3)
on N1 >20 big flowering individuals (see fig. P3)
- 2) nur 1 blühendes Individuum - only 1 flowering individual
- 3) nur Rosetten - only rosettes

| NPK | | | | | | PK | | | | |
|------|------|------|------|------|------|--------------------------------|------|------|------|------|
| 1983 | 1982 | 1981 | 1980 | 1979 | 1978 | Dominierende Arten | 1979 | 1980 | 1981 | 1983 |
| | | | | | | <i>Agrostis gigantea</i> | --- | --- | --- | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | <i>Calamagrostis epigeios</i> | --- | --- | --- | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | * <i>Molinia coerulea</i> | --- | --- | --- | |
| | | | | | | <i>*Schoenus nigricans</i> | --- | --- | --- | |
| | | | | | | * <i>Carex hostiana</i> | --- | --- | --- | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | <i>Mentha aquatica</i> | --- | --- | --- | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | * <i>Pulicaria dysenterica</i> | --- | --- | --- | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | <i>Solidago serotina</i> | --- | --- | --- | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | * <i>Succisa pratensis</i> | --- | --- | --- | |

Abb. 12. Fläche 15 (plot 15)

| NPK | | | | | | PK | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------------------------|--|------|------|------|------|
| 1983 | 1982 | 1981 | 1980 | 1979 | 1978 | Dominierende Arten | | 1979 | 1980 | 1981 | 1983 |
| --- | --- | 1 | --- | --- | --- | Agrostis gigantea | | --- | --- | --- | --- |
| --- | --- | 2 | --- | --- | --- | Calamagrostis epigeios | | --- | --- | 3 | --- |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | *Molinia coerulea | | --- | --- | --- | --- |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | *Carex hostiana | | --- | --- | --- | --- |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | *Pulicaria dysenterica | | --- | --- | --- | --- |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | Solidago serotina 4) | | --- | --- | --- | --- |

Abb. 13. Fläche 16 (plot 16)

- 1) auf N2 <5% - on N2 <5%
- 2) auf N1 <5%, auf N2 ca. 30% - on N1 <5%, on N2 about 30%
- 3) auf P1 <<5%, auf P2 ca. 30% - on P1 <<5%, in P2 about 30%
- 4) nur auf P2 - only on P2

| NPK | | | | | | PK | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------------------------|--|------|------|------|------|
| 1983 | 1982 | 1981 | 1980 | 1979 | 1978 | Dominierende Arten | | 1979 | 1980 | 1981 | 1983 |
| --- | --- | --- | 1 | --- | --- | Agrostis gigantea | | --- | --- | --- | --- |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | Calamagrostis epigeios | | --- | --- | --- | --- |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | *Molinia coerulea | | --- | --- | --- | --- |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | *Carex hostiana | | --- | --- | --- | --- |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | *Inula salicina | | --- | --- | --- | --- |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | *Pulicaria dysenterica | | --- | --- | --- | --- |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | *Succisa pratensis | | --- | --- | --- | --- |

Abb. 14. Fläche 18 (plot 18)

- 1) häufiger als Molinia - more frequent than Molinia

| | | | | | | NPK1 | | | | | NPK2 | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------------------------|--|--|--|--|------|------|------|------|------|
| 1983 | 1982 | 1981 | 1980 | 1979 | 1978 | Dominierende Arten | | | | | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 |
| | | | | | | Agrostis gigantea | | | | | | | | | |
| | | | | | | Calamagrostis epigeios | | | | | | | | | |
| | | | | | | *Molinia coerulea | | | | | | | | | |
| | | | | | | Phragmites communis | | | | | | | | | |
| | | | | | | Carex acutiformis | | | | | | | | | |
| | | | | | | Angelica silvestris | | | | | | | | | |
| | | | | | | *Centaurea angustifol. | | | | | | | | | |
| | | | | | | Cirsium oleraceum | | | | | | | | | |
| | | | | | | Cirsium palustre | | | | | | | | | |
| | | | | | | Eupatorium cannabinum | | | | | | | | | |
| | | | | | | *Inula salicina | | | | | | | | | |
| | | | | | | Mentha aquatica | | | | | | | | | |
| | | | | | | Stachys palustris | | | | | | | | | |
| | | | | | | Sympyrum officinale | | | | | | | | | |

Abb. 15. NPK-Parzellen der Fläche 20 (PKN-parcels of plot 20)

| | | | | | PK1 | | | | PK2 | | | |
|------|------|------|------|--|-------------------------|--|--|--|------|------|------|------|
| 1983 | 1981 | 1980 | 1979 | | Dominierende Arten | | | | 1979 | 1980 | 1981 | 1983 |
| | | | | | Agrostis gigantea | | | | | | | |
| | | | | | Calamagrostis epigeios | | | | | | | |
| | | | | | *Molinia coerulea | | | | | | | |
| | | | | | Phragmites communis | | | | | | | |
| | | | | | Carex acutiformis | | | | | | | |
| | | | | | *Centaurea angustifolia | | | | | | | |
| | | | | | Eupatorium cannabinum | | | | | | | |
| | | | | | (*)Hypericum perforatum | | | | | | | |
| | | | | | *Inula salicina | | | | | | | |
| | | | | | Mentha aquatica | | | | | | | |
| | | | | | *Pulicaria dysenterica | | | | | | | |
| | | | | | Solidago serotina | | | | | | | |
| | | | | | Stachys palustris | | | | | | | |
| | | | | | Sympyrum officinale | | | | | | | |

Abb. 16. PK-Parzellen der Fläche 20 (PK-parcels of plot 20)

4.2. DÜNGUNGSVERSUCH LUNNERALLMEND

4.2.1. Vegetationsveränderungen auf den NPK-Parzellen

4.2.1.1. Einleitung

Eine erste Uebersicht über die Entwicklung auf den NPK-Parzellen geben die Abbildungen 8 - 16. Die folgenden Aussagen stützen sich hauptsächlich auf die dreidimensional ordinierten Resultate der Korrespondenzanalyse (s. Kap. 3.7.4.2.). Für jede Fläche stehen zwei Diagramme zur Verfügung: Diagramm A basiert auf den reduzierten Vegetationsaufnahmen (Zeitraum 1978-83, Datenmatrix 1 in Kap. 3.7.4.1.), während Diagramm B die auch Zähldaten umfassende Datenmatrix 2 "Regenerationsexperiment I" (Zeitraum 1981-83) zur Grundlage hat. Aus den Resultaten der Korrespondenzanalyse lassen sich diejenigen Arten herauslesen, die mit ihrem Deckungsgrad oder ihrer Individuenzahl den grössten Beitrag zur Erklärung der Gesamtvarianz liefern. Bei den B-Diagrammen, die auf Deckungsgraden und Zähldaten aufbauen, handelt es sich bei den "Arten", die am meisten zur Erklärung der Gesamtvarianz beitragen, (nicht überraschend) grösstenteils um die (präziseren) Zähldaten und nur in weniger als 15% der Fälle um den Deckungsgrad der jeweiligen Art.

Die eine oder andere Dominanzverschiebung zwischen 1980 und 1981 (s. Abb. 8-16) könnte darauf zurückzuführen sein, dass ab 1981 nur noch 1/3 der alten N-Parzellen (s. Kap. 3.2.2., Abb. 5) für die Beobachtung zur Verfügung stand. Festuca arundinacea beispielsweise, 1980 auf Fläche 13 eine der dominierenden Arten, war nicht homogen über die Fläche verteilt und erscheint deshalb 1981 nicht mehr in der Abbildung 10.

4.2.1.2. Besprechung der einzelnen Versuchsflächen

a) Fläche 3 (Abb. 8, 17, 18)

Von Anfang an dominierende und sich von Jahr zu Jahr ausbreitende Art ist Solidago serotina. Entsprechend gering sind die Entwicklungsschritte (Diagramm 3-A, Abb. 17). Die beiden N-Parzellen gleichen sich auf Diagramm 3-B (Abb. 18), nicht aber auf Diagramm 3-A, nur 1981. N1 ist reicher an Solidago und Inula salicina, jedoch ärmer an Phragmites communis und Cirsium arvense als N2, wo auch Calamagrostis epigeios zunahm. Cirsium arvense befindet sich 1983 nicht mehr in der Liste der dominierenden Arten (Abb. 8), ist aber immer noch gut vertreten.

Aufgrund ihrer Wasserverhältnisse kann die Fläche 3 mit den Flächen 6 und 20 verglichen werden.

b) Fläche 6 (Abb. 9, 19)

Diagramm 6-A (Abb. 19) zeigt, dass auf dieser Fläche die grössten Veränderungen im zweiten Jahr stattfanden. Hervorzuheben ist vor allem der starke Rückgang von Molinia coerulea. Man darf sich hier aber nicht auf die Deckungsgrade verlassen, denn die üppige, hochwüchsige Vegetation erschwerte das Schätzen ausserordentlich. So könnte man aufgrund der Deckungsgrade (s. Abb. 9) - und auch nach den Photographien - auf einen Rückgang von Cirsium arvense schliessen, der sich in den Zähldaten aber nicht zeigt (mehr dazu in Kap. 4.4.5.2.). Dasselbe gilt für Solidago serotina, von der 1983 mehr Individuen gezählt wurden. Deutlich zugelegt hatte neben Solidago 1982 Calamagrostis. Zunehmende Tendenz von 1981 bis 1983 zeigen die Zähldaten für eine Reihe weiterer Arten, so z.B. sehr deutlich für Pulicaria dysenterica.

c) Fläche 13 (Abb. 10, 20, 21)

Während sich die N-Parzellen bis 1981 mehr oder weniger parallel entwickelten (Diagramm 13-A, Abb. 20), ist ab 1982 eine deutliche Eigenentwicklung zu beobachten: Auf N2 waren 1982 gegenüber N1 Molinia stärker, Inula salicina und Mentha aquatica schwächer vertreten. 1983 kehrte sich das Bild: Nun war N2 ärmer an Molinia und reicher an Inula, obwohl letztere auch auf N1 zugenommen hatte. Mentha hatte ihren Anteil auf N1 demjenigen auf N2 angeglichen. Ein anderes Bild vermittelten die Zähldaten: N2 war bereits 1982 Molinia-ärmer und Inula-reicher; Mentha war auch 1983 auf N1 viel häufiger.

Als markanteste Veränderung auf Fläche 13 muss der Zusammenbruch der Agrostis gigantea-Population nach 1981 bezeichnet werden (s. Abb. 5 bei EGLOFF 1985). Ihren Platz nahmen hauptsächlich Inula und das sich erhörende Pfeifengras ein.

Auch aus Diagramm 13-B (Abb. 21) lässt sich ein Auseinanderdriften ab 1982 ablesen. Verantwortlich für das Ausscheren von N1 im Sommer 1982 ist Mentha: Die Zahl ihrer Blütenstände pro m^2 lag 1983 um mehr als 200 tiefer.

d) Fläche 14 (Abb. 11, 22, 23)

Im ersten Düngungsjahr war der Molinia-Anteil unverändert hoch; Agrostis hatte weniger stark profitiert als auf Fläche 13. Doch waren die Veränderungen nicht derart gering, wie es Diagramm 14-A (Abb. 22) vermuten lässt. 1980 veränderte sich das Bild drastisch: Beinahe aus dem Nichts kommend (vgl. Abb. 6 bei EGLOFF 1983) setzte sich Calamagrostis epigeios auf Kosten von Molinia an die Spitze der dominierenden Arten (Abb. 11). Deutlich erstarkte auch Cirsium palustre (Abb. P3, Kap. 4.2.5.), doch nur für einen Sommer. Dass die Sumpfkratzdistel weiterhin auf der Abbildung 11 figuriert, liegt an der Vielzahl steriler Rosetten. Die Hauptprofiteurin auf Fläche 13, Agrostis, stagnierte 1980 und ging in den folgenden Jahren zurück. (Die Flächen 13 und 14 bzw. Agrostis gigantea und Calamagrostis epigeios wurden bei EGLOFF 1983 miteinander verglichen.) In den folgenden Jahren breitete sich neben Calamagrostis auch Galium album etwas aus (Abb. 11), während Molinia auf den Anteil von Calamagrostis im Jahre 1978 absank (ca. 3% Deckung).

Auf Diagramm 14-B (Abb. 23) unterscheiden sich die beiden N-Parzellen deutlich voneinander; der Grund ist in den Zähldaten zu suchen: Auf N1 fanden sich mehr Molinia-Halme, auf der (stärker gedüngten) N2-Parzelle hingegen mehr Calamagrostis-Blütenstände (s. dazu Abb. 4 und 6 bei EGLOFF 1985).

e) Fläche 15 (Abb. 12, 24, 25)

Die ersten Düngungsprofiteure waren Agrostis und Mentha (Abb. 12). Agrostis hielt sich (nur auf N1) bis 1980 (s. Abb. 12 u. Abb. 4 bei EGLOFF 1983), Mentha vergrösserte 1980 auf N2 ihren Anteil und blieb auf beiden Parzellen bis 1983 mehr oder weniger konstant. Molinia hatte 1980 ihren Tiefststand und schien anschliessend den von Agrostis geräumten Platz wieder eingenommen zu haben. 1983 war das Pfeifengras, das offenbar auch vom Rückgang der niederwüchsigen Sauergräser profitierte, auf N2 sogar häufiger als vor der Düngung bzw. in der ungedüngten Umgebung.

Die beiden Parzellen unterschieden sich von Anfang an: Molinia und Mentha waren auf N2 stärker vertreten, während N1 mehr Solidago und mehr Pulicaria aufwies. Letztere ist hauptverantwortlich für die "Wanderung" von N1 auf Diagramm 15-B (Abb. 25). Schliesslich war auch Calamagrostis (vor allem 1983) auf N1 häufiger.

Die Fläche 15 veränderte sich weniger als die etwas trockeneren Flächen 13 und 14.

f) Fläche 18 (Abb. 14, 26)

Auf der Fläche 18 (ebenfalls nasser als 13 und 14, mit 15 vergleichbar) erfolgten vom Ausmass her mit Fläche 15 vergleichbare Umstellungen (s. Abb. 14). Die Aufnahmen von 1979 (nur N1) und 1980 treten auf Diagramm 18-A (Abb. 26) wegen der Häufigkeit von Agrostis isoliert auf. 1981 war dieses Gras wie auf Fläche 15 viel seltener geworden. Calamagrostis war 1980 nur in den Randbereichen der N-Parzellen häufig, deshalb erscheint sie 1981 nicht mehr in der Tabelle (s. Bemerkung in Kap. 4.2.1.1.). Im Sommer 1983 brachte die Häufigkeit von Molinia die N-Parzellen in die Nähe des Ausgangszustandes zurück (Abb. 26). Molinia nimmt mehr Platz ein als vorher (s. auch Abschnitt e)), doch sind Agrostis und Calamagrostis (nur auf N2) immer noch mit ca. 3% Deckung vorhanden. Von den gegenüber der Umgebung stärker vertretenen Kräutern ist (auf N2) Pulicaria hervorzuheben.

Ziemlich sicher war die Deckung von Molinia 1982 unterschätzt worden, denn gemäss den Zähldaten war sie bereits 1982 sehr häufig. Dass sich die Deckungsprozente und die Zähldaten wenigstens teilweise widersprechen, zeigt (das nicht publizierte) Diagramm 18-B: Die Zähldaten liefern den grössten Beitrag an die x-, die Deckungswerte den grössten an die y-Achse der ordinierten Resultate der Korrespondenzanalyse.

g) Fläche 20 (Abb. 15, 27, 28)

Starke Veränderungen fanden hingegen auf dieser Fläche statt: Nach Diagramm 20-A (Abb. 27) schienen sich die N-Parzellen 1983 nicht stark vom Zustand im ersten Düngungsjahr (1979) zu unterscheiden. Doch erstens täuscht hier die graphische Darstellung, und zweitens widerspricht die Abbildung 15 einer solchen Vermutung. Gegenüber 1979 seltener sind 1983 Molinia, Centaurea angustifolia, Cirsium palustre, Cirsium oleraceum, Sympyrum officinale und Angelica silvestris; häufiger kommen Carex acutiformis, Calamagrostis, Mentha und Stachys palustris vor.

Nur teilweise lässt sich der abrupte Rückgang von Cirsium oleraceum und Centaurea nach einem und von Angelica, Sympyrum und Cirsium palustre nach zwei Jahren erklären. Wäre die Fläche zweischürig genutzt worden, hätte sich die schnittempfindlichere Calamagrostis (s. Kap. 5.8.) möglicherweise nicht auf Kosten der soeben erwähnten, grösstenteils in gedüngten Feuchtwiesen häufigen Arten durchzusetzen vermögen. Neben Calamagrostis breitete sich auch Carex acutiformis, die ausser in gedüngten Feuchtwiesen (z.B. WILLIAMS 1968) auch in Hochstaudensäumen häufig anzutreffen ist, stark aus.

Auf Diagramm 20-B (Abb. 28), das ja hauptsächlich auf den Zähldaten aufbaut, kommt die unterschiedliche Entwicklung der beiden N-Parzellen besser zum Ausdruck.

4.2.1.3. Zusammenfassung

1. Je trockener die Flächen, desto stärker die Umwälzungen in der Vegetationszusammensetzung: Die deutlichsten Änderungen erfuhr die Vegetation der Flächen 3, 6 und 20.
2. Auf den nassen Flächen 15 und 18 erholtete sich die Vegetation nach Beendigung des Düngungsversuchs; dies zeigte vor allem Molinia coerulea. Ob aber die Düngungseffekte langfristig vollständig verschwinden werden, muss eher bezweifelt werden: Auf Fläche 15 ist eine weitere Ausbreitung von Calamagrostis epigeios zu befürchten (s. auch 4.).

3. Die Häufigkeit von Agrostis gigantea, der im ersten Düngungsjahr am stärksten geförderten Art, nahm vom zweiten Düngungsjahr an stark ab. Ihren Platz nahmen, von den Flächen 3, 6 und 20 abgesehen (s. 1.), charakteristische Riedpflanzen (Molinia, Inula salicina, Mentha aquatica; s. vor allem Fläche 13) oder aber der "Halb-Fremdling" Calamagrostis ein, der sich auf Fläche 14 beinahe zu einer Monokultur entwickelte. Bereits SCHERRER (1925) beschrieb ein Molinietum calamagrostidosum, weshalb Calamagrostis epigeios nicht als Fremdling bezeichnet werden darf (s. EGLOFF 1985, Kap. 3.2.1.). Es ist nicht auszuschliessen, dass Calamagrostis auch noch auf die momentan von Inula beherrschten N-Parzellen der Nachbarfläche 13 übergreift, nachdem sie sich bereits auf deren P-Parzellen etabliert hat. (Mehr zu Agrostis bei EGLOFF 1985, Kap. 3.2.)
4. Calamagrostis wird auf den trockeneren Flächen vor allem von Solidago serotina und Carex acutiformis daran gehindert, sich zum alleinigen Dominator zu entwickeln. Offen bleibt die Frage, ob auf den Flächen 15 und 18 der Wasserfaktor seine Ausbreitung verhindert oder lediglich verzögert. Calamagrostis könnte hier von trockenen Sommern profitieren, was sie 1983 auf Fläche 15 offenbar tat.
5. Einige Arten gehörten nur kurz (1-2 Jahre) zu den dominierenden Pflanzen, so z.B. Cirsium palustre (Fläche 14), Centaurea angustifolia (20) und Angelica silvestris (20).
6. Eine Parallelentwicklung der beiden N-Parzellen ist allenfalls am Anfang des Versuchs zu erkennen (s. z.B. Fläche 13, Abb. 20 und 21). Entscheidend ist das anfängliche Artenverhältnis; 15N1 z.B. scheint von Anfang an reicher an Pulicaria dysenterica gewesen zu sein.
7. Weitere Umstellungen im Vegetationsaufbau sind hauptsächlich auf Flächen mit einer Reihe gemeinsam dominierender Arten zu erwarten, z.B. auf Fläche 20. Doch wäre es schwierig, z.B. Abnahmen in der Halmzahl von Molinia richtig zu interpretieren: Es kann sich entweder um Düngungsnachwirkungen oder aber um natürliche Schwankungen (s. Kap. 4.1.1.) handeln.

Abb. 17-28 (S. 49-57). Ordination der Vegetation mittels Korrespondenzanalysen aufgrund der Vegetationsaufnahmen (Diagramme A) und zusätzlich der Individuenzählungen (Diagramme B)

Figs. 17-28 (p. 49-57). Ordination of vegetation by correspondance analyses, based on the relevés (diagram A) and in addition, the countings of individuals (diagram B)

Angegeben sind jeweils sämtliche Arten, die für die Datenmatrix berücksichtigt wurden. Ein vorangesetzter * bedeutet, dass die Art in der Matrix zweimal vorkommt. 1. mit ihren Deckungsprozenten und 2. mit ihren Individuenzahlen pro m^2 . Die unterstrichenen Arten liefern die grössten Beiträge zur Erklärung der Gesamtvarianz. Angegeben sind zudem die Beiträge der Achsen zur Erklärung der Gesamtvarianz (x:...%, y:...%, z:...%).

The listed species form the data matrix. A preceding * means, that the species appears twice in the matrix. 1st with its percentage of coverage and 2nd with its number of individuals per m^2 . The species which make the greatest contribution to the explanation of the total variance are underlined. Contributions to the explanation of the total variance of the axes are also named.

Erläuterungen zu den Abb. 17-28.

1. Jede Düngungs- bzw. Schnitt-Variante hat in der Ordination ihr eigenes Kreis-, Dreieck- oder Quadrat-Symbol.
2. Zur Unterscheidung der Parallelvarianten (z.B. PK1/PK2, Juni 1/Juni 2) dient der schwarze Punkt im Zentrum des Symbols für die jeweilige Parallelvariante 2.
3. Mit der teilweisen Schwarzfärbung des Symbols werden die Jahre symbolisiert (s. Legende).
4. Die Pfeile beginnen bei der ersten "Aufnahme", verbinden die verschiedenen Jahres"aufnahmen" einer Variante und heben damit die Entwicklungstendenzen hervor.

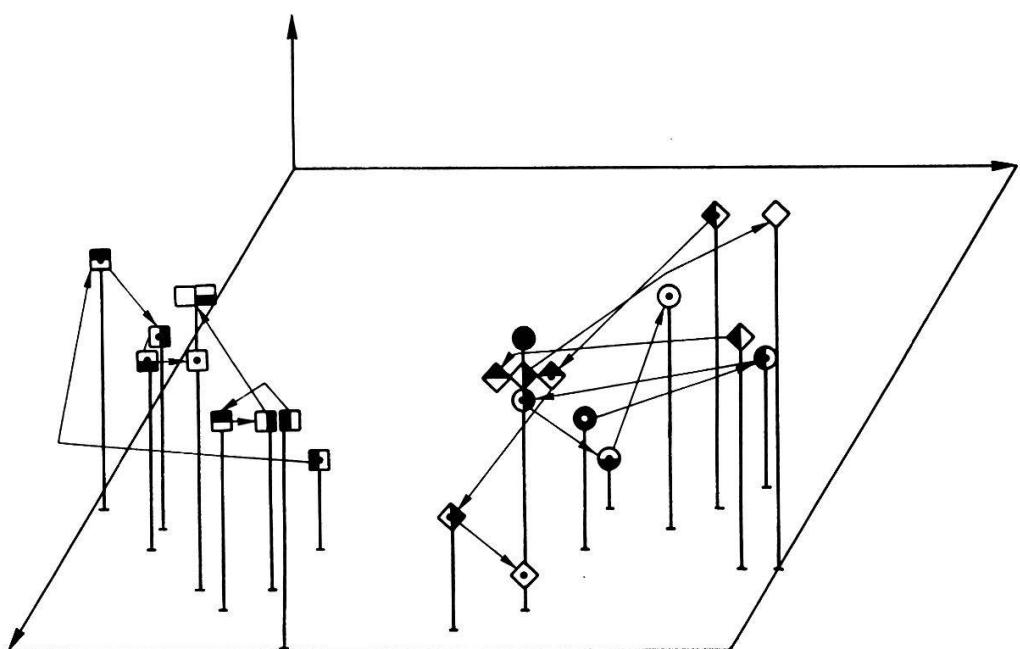


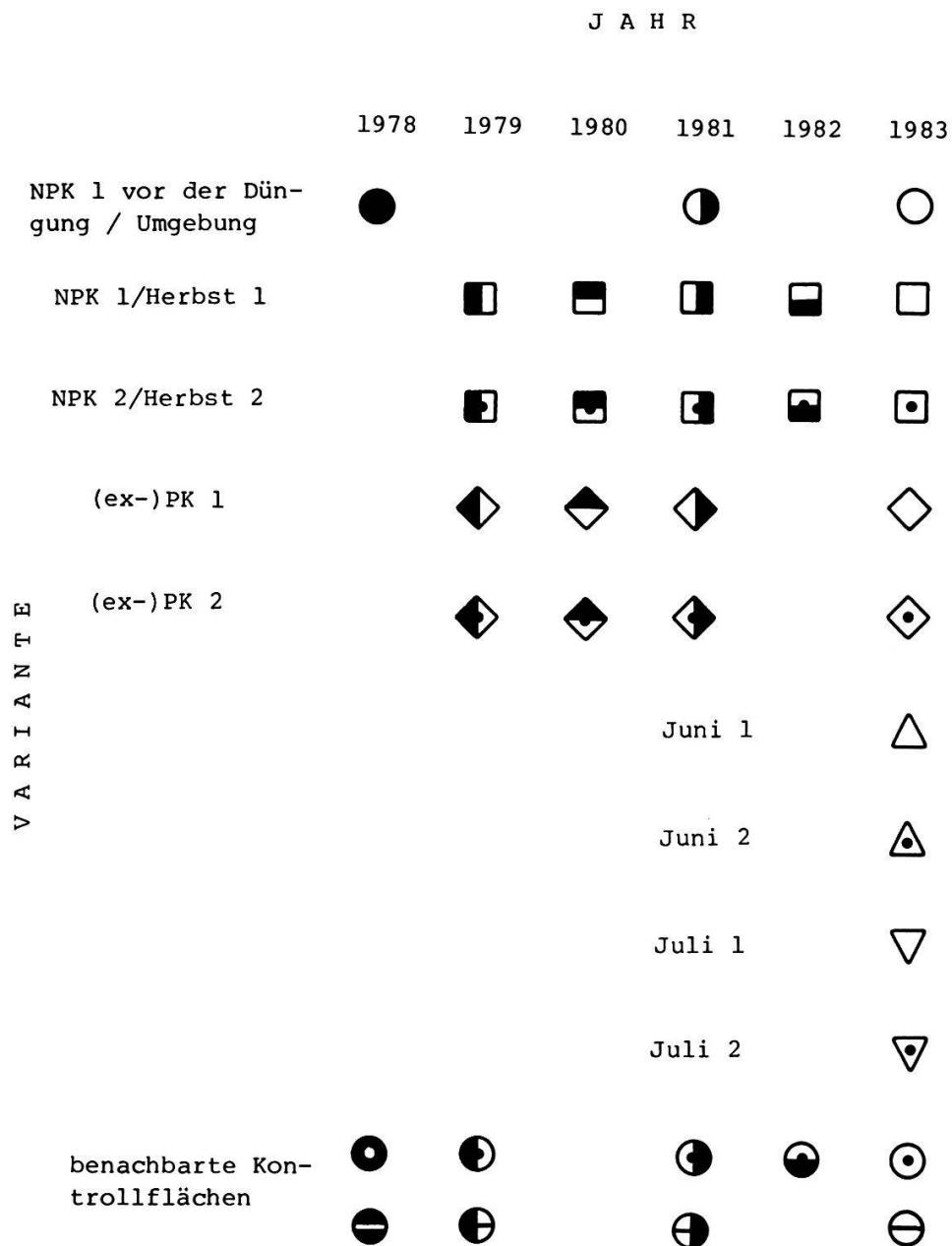
Abb. 17. Fläche 3. Diagramm 3-A

Agrostis gigantea, Calamagrostis epigeios, Festuca arundinacea, Molinia coerulea, Phragmites communis, Poa pratensis+palustris, Cirsium arvense, Cirsium oleraceum, Cirsium palustre, Eupatorium cannabinum, Inula salicina, Serratula tinctoria, Stachys palustris, Sympyrum officinale

x: 75.6%, y: 9.1%, z: 6.0%; Total: 90.7%

Die Kontrollfläche 2 liegt wenige Meter von der Fläche 3 entfernt.

Zeichenerklärung zu Abb. 17-28



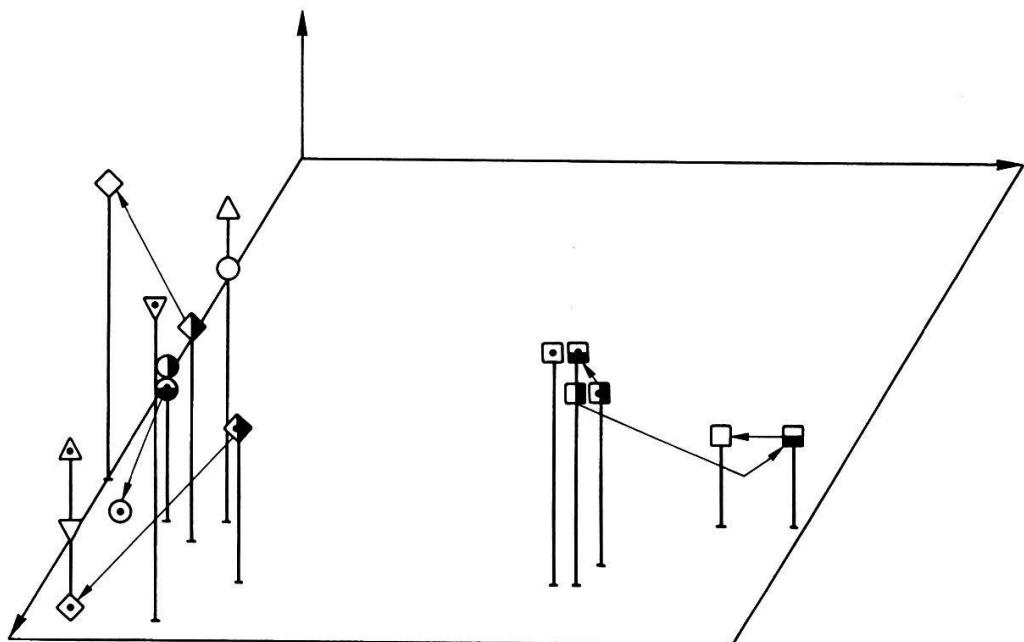


Abb. 18. Fläche 3: Diagramm 3-B

*Agrostis gigantea, *Calamagrostis epigeios, *Festuca arundinacea, Molinia coerulea, *Phragmites communis, Poa pratensis+palustris; *Cirsium arvense, Cirsium oleraceum, Cirsium palustre, Eupatorium cannabinum, *Inula salicina, *Lysimachia vulgaris, Serratula tinctoria, Solidago serotina, Stachys palustris, Symphytum officinale*

x: 75.3%, y: 11.6%, z: 7.0%; Total: 93.9%

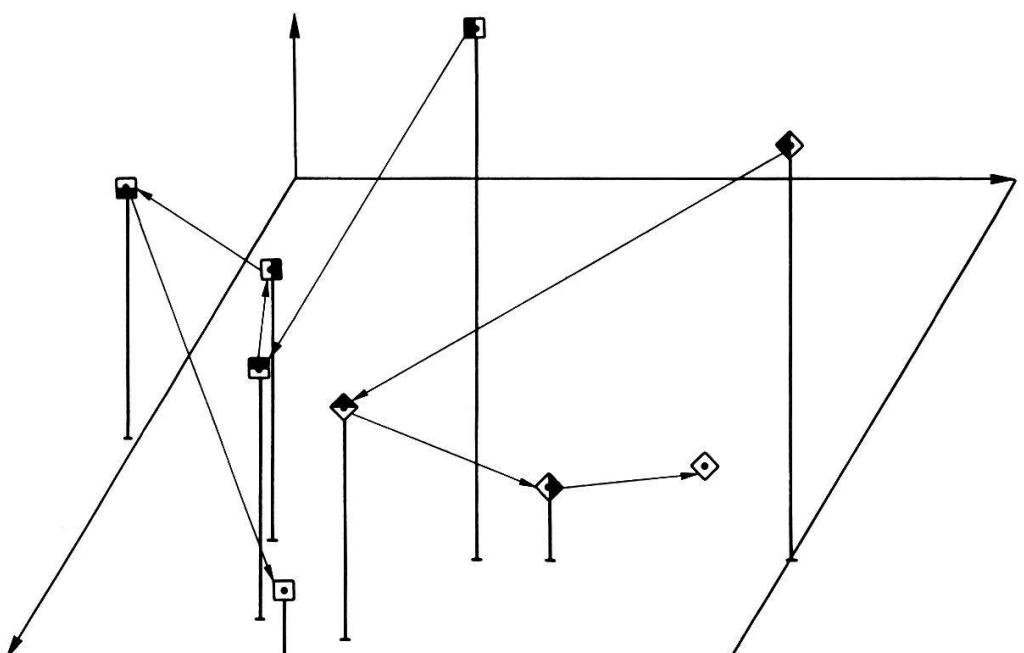


Abb. 19. Fläche 6: Diagramm 6-A

Agrostis gigantea, Calamagrostis epigeios, Molinia coerulea, Phragmites communis; Cirsium arvense, Eupatorium cannabinum, Inula salicina, Lysimachia vulgaris, Mentha aquatica, Pulicaria dysenterica, Solidago serotina

x: 44.0%, y: 26.8%, z: 10.3%; Total: 81.1%

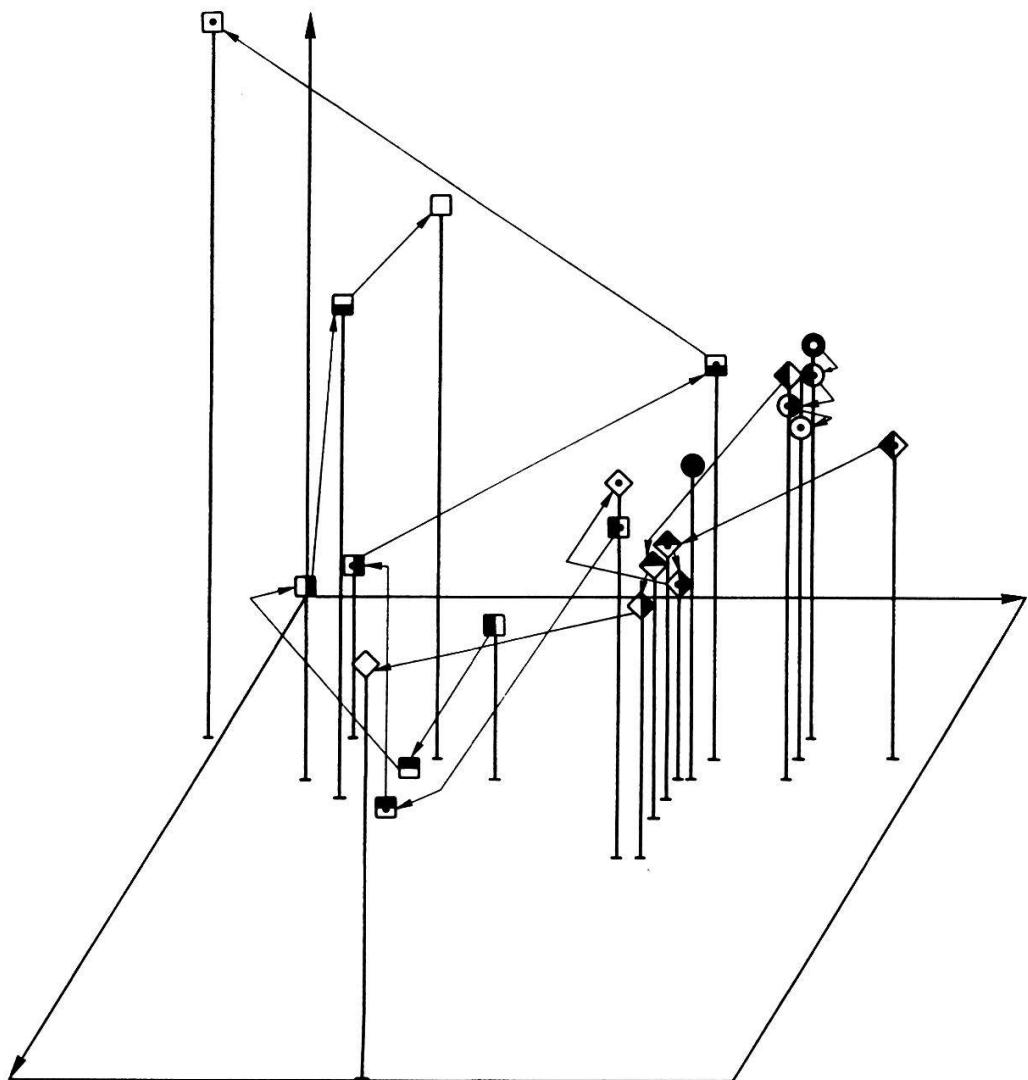


Abb. 20. Fläche 13: Diagramm 13-A
Agrostis gigantea, Calamagrostis epigeios, Festuca arundinacea, Molinia coerulea;
Cirsium palustre, Galium verum, Inula salicina, Lotus uliginosus, Mentha aquatica, Pulicaria dysenterica, Serratula tinctoria, Valeriana officinalis, Vicia cracca
x: 46.3%, y: 32.4%, z: 14.0%; Total: 92.7%
Die Kontrollfläche 12 liegt wenige Meter von der Fläche 13 entfernt.

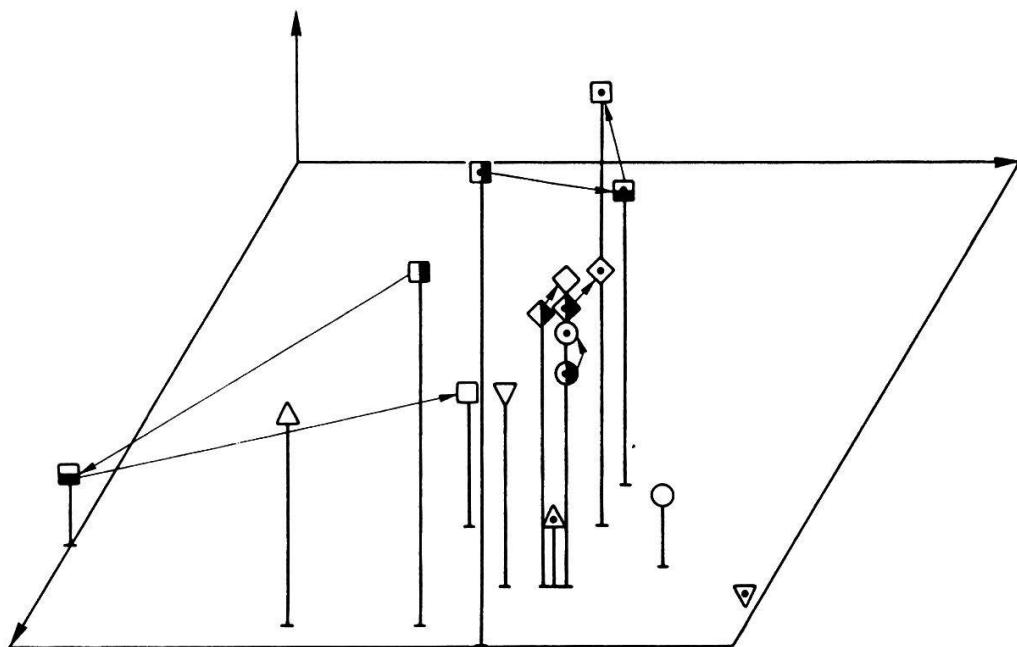


Abb. 21. Fläche 13: Diagramm 13-B

*Agrostis gigantea, *Festuca arundinacea, *Molinia coerulea,
*Cirsium palustre, *Inula salicina, *Mentha aquatica, *Pulicaria dysenterica

x: 50.6%, y: 31.8%, z: 13.9; Total: 96.3%

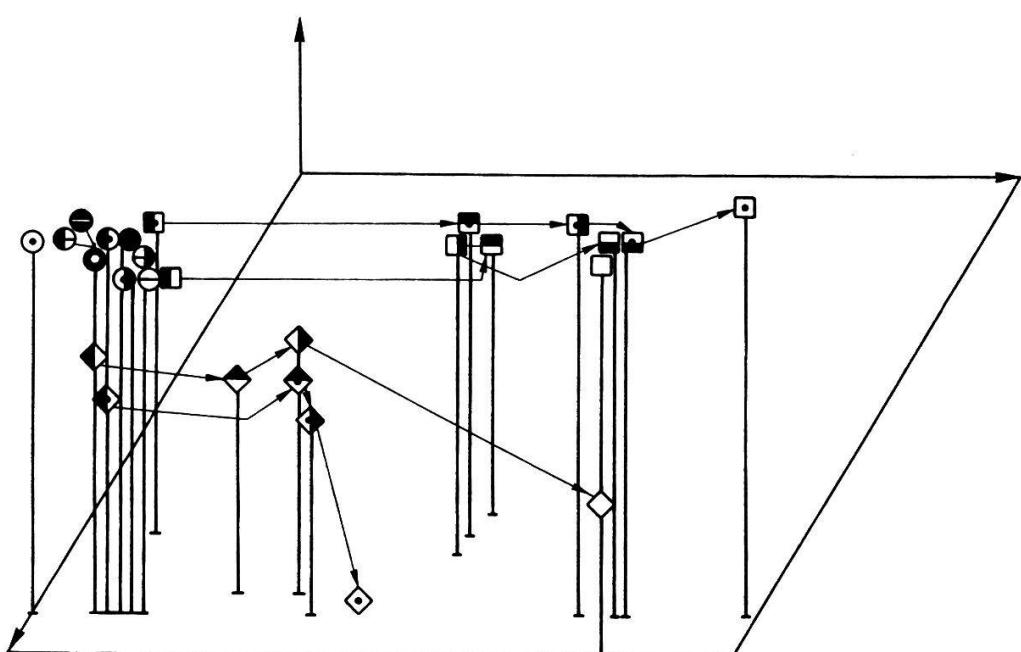


Abb. 22. Fläche 14: Diagramm 14-A

Agrostis gigantea, Calamagrostis epigeios, Festuca arundinacea, Molinia coerulea,
Cirsium palustre, Galium album, Inula salicina, Mentha aquatica, Pulicaria dysenterica, Succisa pratensis

x: 79.0%, y: 13.5%, z: 3.7%; Total: 96.2%

Die standörtlich vergleichbaren Kontrollflächen 10 und 11 liegen in der Nähe von Fläche 14.

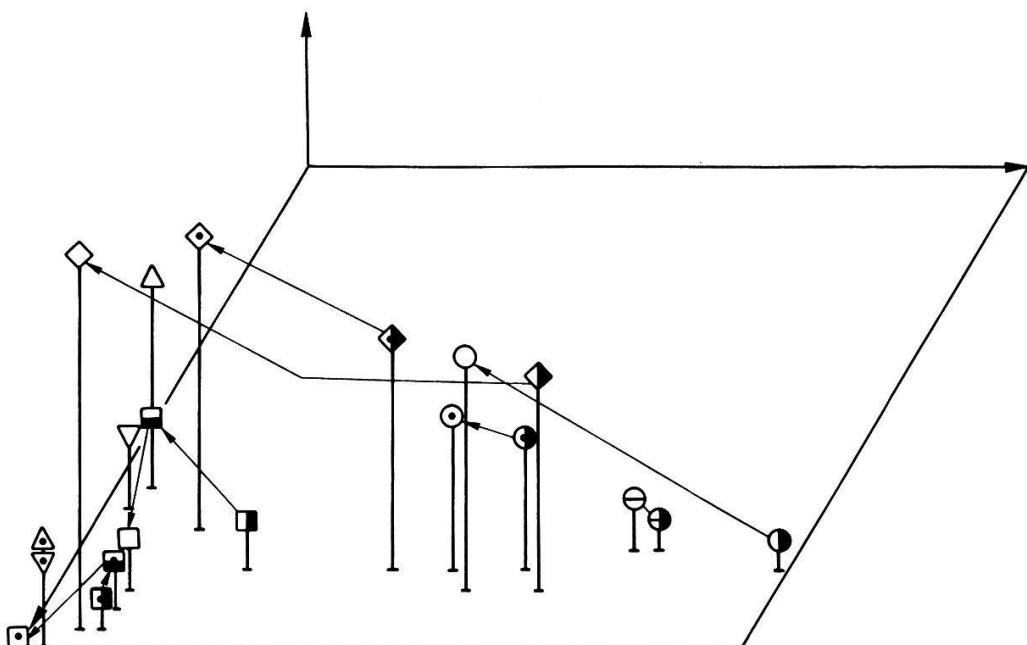


Abb. 23. Fläche 14: Diagramm 14-B

**Agrostis gigantea*, *Calamagrostis epigeios*, *Festuca arundinacea*, *Molinia coerulea*;

**Cirsium palustre*, *Galium album*, *Inula salicina*, **Mentha aquatica*, *Pulicaria dysenterica*, *Succisa pratensis*

x: 70.5%, y: 13.7%, z: 7.9%; Total: 92.1%

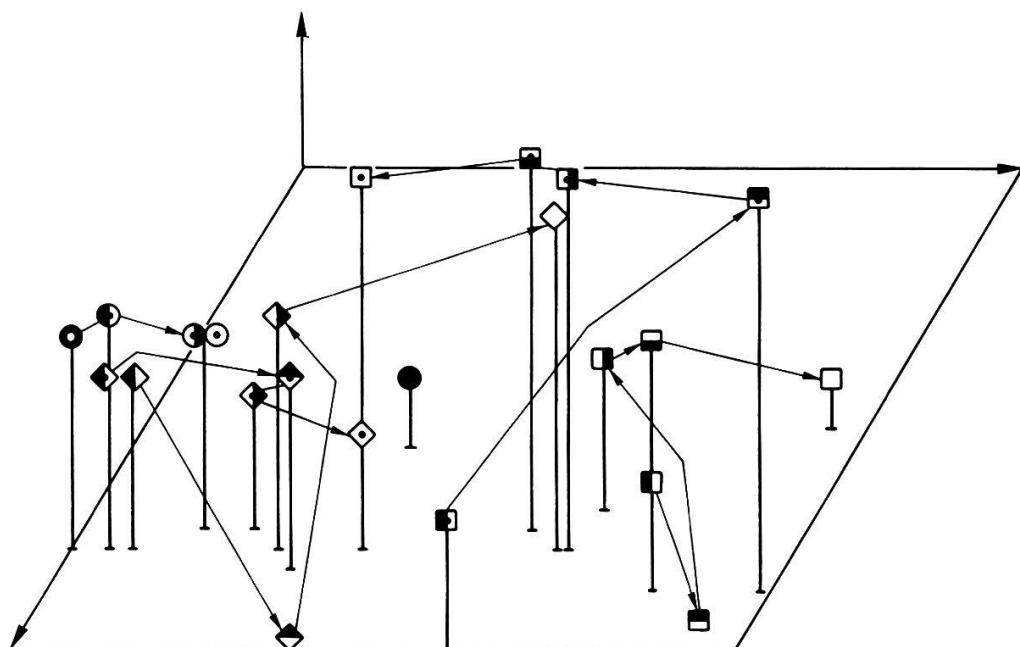


Abb. 24. Fläche 15: Diagramm 15-A

Agrostis gigantea, *Briza media*, *Calamagrostis epigeios*, *Molinia coerulea*; *Centaurea angustifolia*, *Cirsium palustre*, *Galium uliginosum* + *palustre*, *Inula salicina*, *Mentha aquatica*, *Pulicaria dysenterica*, *Selinum carvifolia*, *Solidago serotina*, *Succisa pratensis*

x: 65.7%, y: 16.8%, z: 8.4%; Total: 90.9%

Die standörtlich vergleichbare Kontrollfläche 17 liegt in der Nähe der Fläche 15.

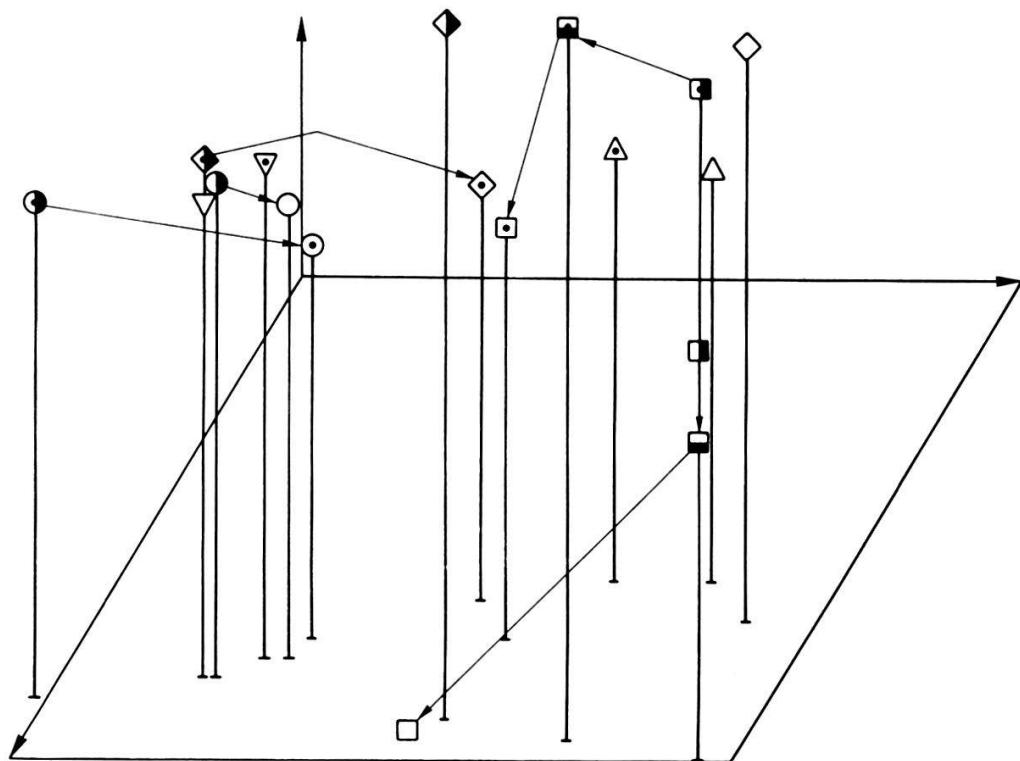


Abb. 25. Fläche 15: Diagramm 15-B

**Agrostis gigantea*, *Briza media*, * *Calamagrostis epigeios*, *Molinia coerulea*; *Centaurea angustifolia*, *Cirsium palustre*, *Galium uliginosum* + *lustre*, **Inula salicina*, **Mentha aquatica*, **Pulicaria dysenterica*, **Solidago serotina*, *Succisa pratensis*
x: 58.7%, y: 29.7%, z: 8.4%; Total: 96.8%

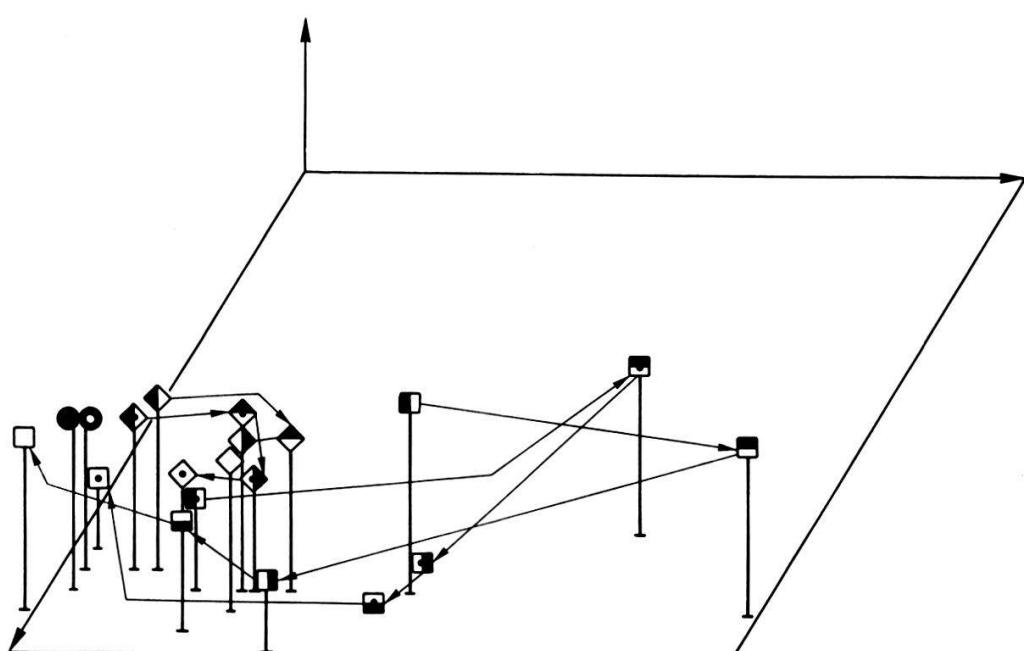


Abb. 26. Fläche 18: Diagramm 18-A

Agrostis gigantea, *Calamagrostis epigeios*, *Molinia coerulea*;
Centaurea angustifolia, *Cirsium palustre*, *Inula salicina*, *Lysimachia vulgaris*, *Mentha aquatica*, *Pulicaria dysenterica*, *Succisa pratensis*
x: 82.5%, y: 7.6%, z: 3.9%; Total: 94.0%

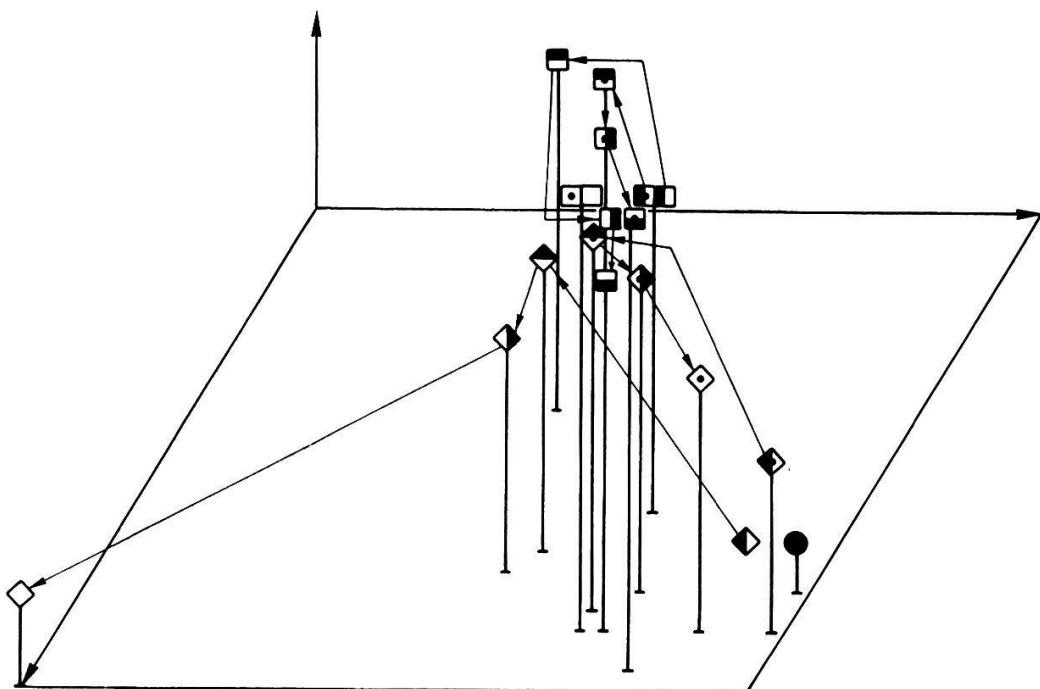
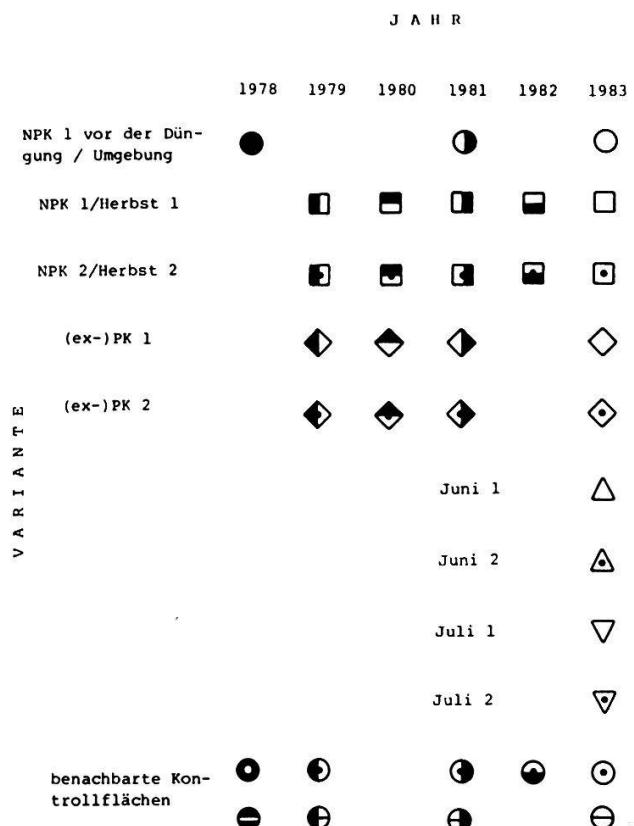


Abb. 27. Fläche 20: Diagramm 20-A
Agrostis gigantea, Calamagrostis epigeios, Molinia coerulea, Angelica silvestris, Centaurea angustifolia, Cirsium oleraceum, Cirsium palustre, Eupatorium cannabinum, Inula salicina, Lythrum salicaria, Mentha aquatica, Pulicaria dysenterica, Solidago serotina, Stachys palustris, Symphytum officinale
x: 34.4%, y: 27.6%, z: 16.1%; Total: 78.1%



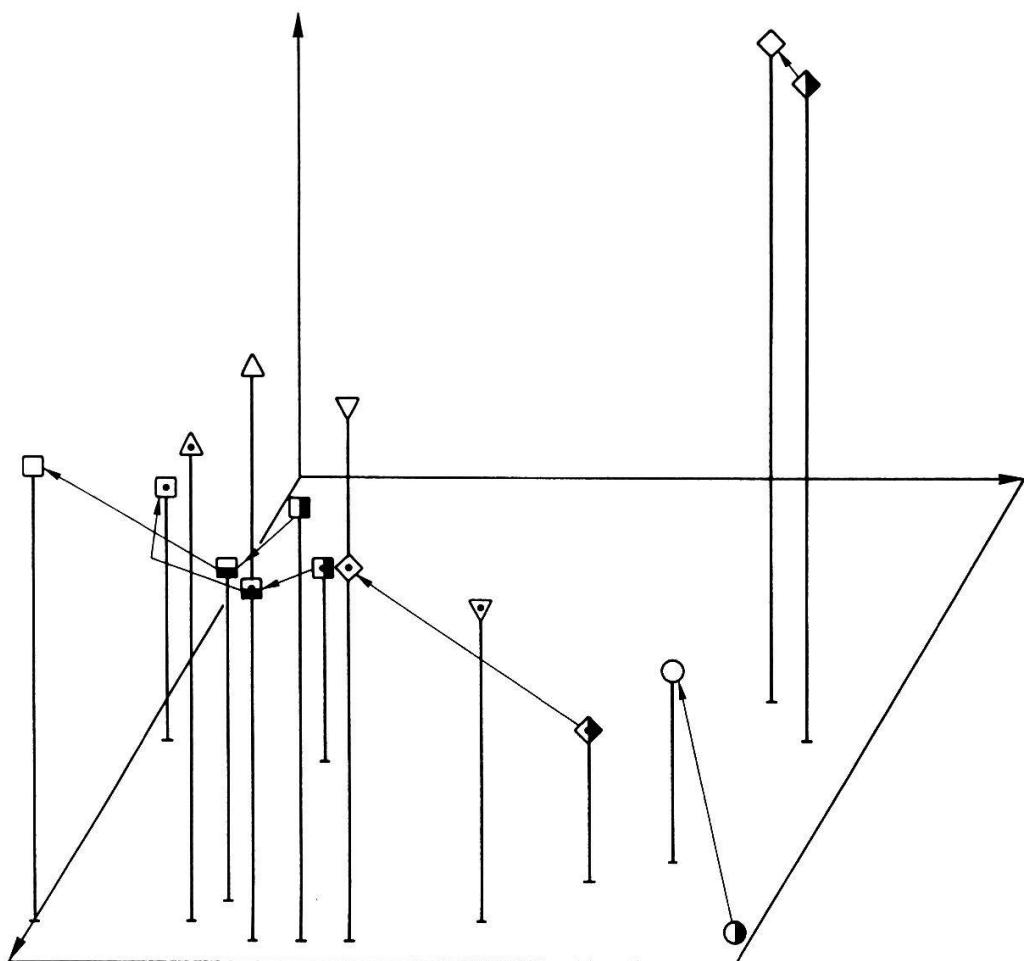


Abb. 28. Fläche 20: Diagramm 20-B

**Agrostis gigantea*, **Calamagrostis epigeios*, *Carex acutiformis*, **Molinia coerulea*; **Centaurea angustifolia*, *Cirsium oleraceum*, *Cirsium palustre*, *Eupatorium cannabinum*, **Inula salicina*, **Lythrum salicaria*, **Mentha aquatica*, **Pulicaria dysenterica*, *Solidago serotina*, *Stachys palustris*, *Sympyrum officinale*

x: 38.8%, y: 28.2%, z: 14.2%; Total: 81.2%

4.2.2. Die PK-Parzellen im Vergleich zu den NPK-Parzellen

Grundlage für die folgenden Aussagen sind wie in Kapitel 4.2.1. die ordinierten Resultate der Korrespondenzanalysen.

4.2.2.1. Besprechung der einzelnen Versuchsflächen

a) Fläche 3 (Abb. 8, 17, 18)

Auf beiden Diagrammen (Abb. 17 u. 18) fällt die deutliche Trennung zwischen den ungedüngten Flächen und den P-Parzellen einerseits und den N-Parzellen andererseits auf, was auch Abbildung 8 dokumentiert. Solidago serotina hatte auf den N-Parzellen bereits 1979 einen hohen Dekkungsanteil. Die Trennung von P1 und P2 ab 1981 (Abb. 17) ist auf die stärkere Verbreitung von Molinia und das geringere Vorkommen von Inula auf P1 zurückzuführen.

b) Fläche 6 (Abb. 9, 19)

Einer anfänglichen Annäherung an die N-Parzellen im zweiten Düngungsjahr (1980) folgte eine klare Eigenentwicklung (s. Abb. 19). Hervorgehoben sei Pulicaria, die zur häufigsten Art wurde (Abb. 9). (Leider fehlt für diese Fläche eine Vegetationsaufnahme des Ausgangszustandes.)

c) Fläche 13 (Abb. 10, 20, 21)

Die ebenfalls in die Auswertung einbezogene Kontrollfläche 12 ist der Fläche 13 benachbart und repräsentiert zusammen mit der Aufnahme von 1978 den Ausgangszustand vor der Düngung. 1979 glichen die P-Parzellen noch stark der Fläche 12 (Abb. 20), doch 1980 nähern sie sich den 1979er Aufnahmen der N-Parzellen (s. dazu auch EGLOFF 1983). Für den Alleingang von P1 im Sommer 1983 ist Calamagrostis verantwortlich. Auf Diagramm 13-B (Abb. 21) kommt dies nicht zum Ausdruck, weil Calamagrostis nicht Bestandteil der ihm zugrunde liegenden Datenmatrix ist.

d) Fläche 14 (Abb. 11, 22, 23)

Die P-Parzellen gehen schon 1979 eigene Wege (Abb. 22), was auch die Abbildung 11 zeigt; das liegt hauptsächlich am hohen Anteil von Inula. Ab 1980 sind die N- und P-Parzellen klar voneinander getrennt, mit einer Ausnahme: Das Ausscheren von P1 im Sommer 1983 ist mit der starken Ausbreitung von Calamagrostis zu erklären. Bei Berücksichtigung der Zähldaten (Abb. 23) wird die Weiterentwicklung zwischen 1981 und 1983 deutlicher (s. auch Abb. 11): Stehen die P-Parzellen 1981 noch in der Nähe der ungedüngten Umgebung, nehmen sie 1983 eine eigene Position ein: Dies liegt hauptsächlich am Rückgang von Molinia und an der gleichzeitigen Zunahme von Cirsium palustre und Calamagrostis.

e) Fläche 15 (Abb. 12, 24, 25)

Im ersten Düngungsjahr glich die Vegetation noch sehr stark derjenigen der benachbarten Kontrollfläche 17. Während P2 im Bereich der ungedüngten Vegetation blieb, scherte P1 aus (Abb. 24): 1980 wies sie einen hohen Anteil an Agrostis auf, 1983 steht sie wegen der Häufigkeit von Mentha in der Nähe der N-Parzellen. Diagramm 15-B (Abb. 25) zeigt auch ein Ausscheren von P2, wofür die geringe Zahl von Molinia-Halmen verantwortlich gemacht werden kann. Die etwas isolierte Stellung der 1978er Aufnahme lässt sich mit der höchstwahrscheinlich zu tiefen Schätzung der Deckung von Molinia erklären.

f) Fläche 18 (Abb. 14, 26)

Für die Jahre 1979 und 1980 kann dasselbe wie für Fläche 13 festgestellt werden. In den folgenden Jahren finden keine bedeutenden Bestandesveränderungen mehr statt (Abb. 26), ganz im Gegensatz zu den N-Parzellen, auf denen eine Rückentwicklung in Gang ist, die auf den P-Parzellen aber viel weniger "notwendig" ist. Letztere sind etwas Molinia-ärmer (vgl. Abschnitt f) in Kap. 4.1.2.) und Agrostis-reicher als die Stickstoffparzellen, doch frei von Calamagrostis. Diagramm 18-A (Abb. 26) täuscht, wenn sie die P- gegenüber den N-Parzellen in einem schlechteren Zustand erscheinen lässt.

g) Fläche 20 (Abb. 16, 27, 28)

Die Entwicklung ist ebenfalls derjenigen auf Fläche 13 vergleichbar: 1979 glich die Vegetation noch recht stark derjenigen des Ausgangszustandes, während sie 1980 in der Nachbarschaft der N-Parzellen liegt (Abb. 27). Für die Rückentwicklungstendenz im Sommer 1983 von P2 ist der hohe Anteil von Molinia verantwortlich, schuldig am Ausscheren von P1 ist Solidago serotina (vgl. Abb. 16).

Diagramm 20-B (Abb. 28) vermittelt ein etwas anderes Bild: Hier ist P1 bereits 1981 isoliert, was auf die hohe Individuenzahl von Pulicaria zurückzuführen ist. P2 steht auf Abbildung 28 1981 besser und 1983 schlechter da als auf Abbildung 27, was sich mit der 1983 erhöhten Individuenzahl von Calamagrostis und Mentha (Deckungsgrade 1981 und 1983 identisch) sowie der 1983 geringeren Anzahl von Molinia-Blütenständen (Deckungsgrad 1983 höher als 1981) erklären lässt. Es war deshalb etwas voreilig, von Rückentwicklungstendenz zu sprechen.

4.2.2.2. Zusammenfassung

1. Die wichtigste Feststellung: Auch ohne N-Düngung wurden starke Verschiebungen in der Vegetationszusammensetzung ausgelöst.
2. Fünf der sieben besprochenen Versuchsflächen zeigten in der Entwicklung ihrer PK-Parzellen Gemeinsamkeiten und lassen sich in zwei Gruppen einteilen:
 - a) Auf drei Flächen (13, 18, 20) glichen die P-Parzellen im zweiten Düngungsjahr (1980) stark dem Zustand der N-Parzellen im ersten, nachdem sie sich im ersten Jahr nur wenig verändert hatten. In den folgenden Jahren konnte jedoch keine Parallelentwicklung mehr beobachtet werden. (Auf Fläche 6 kam es im zweiten Jahr zu einer Annäherung der N- und P-Parzellen.)
 - b) Auf zwei Flächen (3, 14) gingen die N- und P-Parzellen von Anfang an getrennte Wege, was aber gut am unterschiedlichen Ausgangspflanzenbestand liegen könnte, denn 1978, vor der Düngung, waren nur die späteren N1-Parzellen aufgenommen worden.
- (Auf die Annäherung der Vegetation der PK- an die NPK-Parzellen wurde bereits bei EGLOFF 1983 eingegangen: Am Beispiel des Verhaltens der Gräser Agrostis gigantea und Calamagrostis epigeios auf den Flächen 13, 14 und 15.)
3. Die P-Parzellen der nassen Fläche 15 veränderten sich auch ab 1980 nur relativ gering, diejenigen der anderen nassen Fläche (18) zeigten von allen besprochenen Düngungsflächen die geringsten Bestandesveränderungen.
4. Auf den meisten Flächen veränderten sich die P2-Parzellen (s. Abb. 5 in Kap. 3.1.) weniger stark als die P1-Parzellen (s. dazu auch Kap. 4.2.3.4.).

5. Nur in einem Fall führte die PK-Düngung zu einer klar feststellbaren Förderung von Leguminosen: Vicia cracca auf 13Pl (mehr dazu bei EGLOFF 1983, S. 129; Auswertung bis 1981). Vicia hatte 1983 weiter zugenommen. (Auch auf 14N2 konnte 1983 eine Ausbreitung beobachtet werden.)

4.2.3. Ertragsentwicklung

4.2.3.1. Vergleich der Ertragsentwicklung der NPK- und PK-Parzellen (Abb. 29 - 34)

Auf die von Jahr zu Jahr unterschiedliche Produktion der unmittelbaren Umgebung der Düngungsflächen wurde bereits in Kapitel 4.1.2. eingegangen, weshalb hier nur die Ertragsentwicklung der Düngungsparzellen zur Diskussion steht. Mit dem Mehrertrag gegenüber der Umgebung sowie mit den Unterschieden zwischen den N- bzw. den P-Parzellen befassen sich die folgenden Abschnitte. Deren Produktion in den Jahren 1979 und 1981 wurde bereits bei EGLOFF 1983 (S. 130) verglichen.

Bei den drei Versuchsflächen 13, 14 und 15, die ursprünglich kopfbinsenreiche Pfeifengraswiesen waren, steht bei 13 und 14 (ab 1981) einer Produktionsabnahme auf den N-Parzellen eine Zunahme auf den P-Parzellen gegenüber. Deshalb drängt sich die Vermutung auf, dass die P-Parzellen 1983 sogar produktiver als die N-Parzellen waren (s. auch 4.2.3.4.). Auf der nassen Fläche 15 wies lediglich die Parzelle N2 eine Zunahme auf; auf dieser Parzelle nahm auch als einziger der Gräser-Anteil zu.

Anders ist das Bild bei den trockeneren und produktiveren Flächen 3, 6 und 20: Nach einer starken anfänglichen Einbusse (Flächen 3 und 20) blieb die Produktion auf den Volldüngungsparzellen im Herbst 1982 konstant (3, 6) oder nahm sogar zu (20); die PK-Parzellen sind mit einer Ausnahme (20Pl) klar distanziert. Auffällig sind die im Vergleich zur Umgebung nur sehr geringen Ertragsschwankungen auf den Flächen 3 und 6 (s. aber dazu auch Kap. 4.1.2.b), Punkt 5).

4.2.3.2. Zum Rückgang des Nettoertrags im Herbst 1982 auf den ehemaligen Volldüngungsparzellen (Tab. 17):

Unter "Nettoertrag" wird der Mehrertrag gegenüber der ungedüngten Umgebung verstanden.

Mit Ausnahme der Fläche 20N1, wo schon 1981 ein Ertragsrückgang zu verzeichnen war, zeigten alle N-Parzellen im Herbst 1982 deutliche Produktionsabnahmen. Doch fielen unsere Biomassewerte für 1982 zu tief aus: Die Vegetation der Versuchsflächen hatte 1981 effektiv auch noch im Oktober Gelegenheit, Nährstoffe zu speichern, weil die Bauern nicht, wie ein Jahr später, schon in der zweiten Septemberhälfte mähen konnten. Doch die Biomasseproben waren auch 1981 bereits Mitte September genommen worden. 1982 wurde an denselben Orten geschnitten, an Stellen also, auf denen 1981 der Nährstoffrückzug nur bis Mitte September möglich war. Dies allein kann die grosse Differenz jedoch nicht erklären. Zwei Erklärungsmöglichkeiten fallen weg:

- Der Zeitpunkt der letzten Düngung lag zu weit zurück, als dass Verluste an gedüngtem Stickstoff durch Denitrifikation hätten von Bedeutung sein können.
- Eine Rolle hätte das unterschiedliche Frisch-/Trockenmassen-Verhältnis, der unterschiedliche Xeromorphiegrad spielen können, doch kam es nur auf der Fläche 13 zu einer deutlichen Verschiebung des Gräser-/Kräut-

ter-Verhältnisses (s. Abschnitt 4.2.3.5.): Inula und Mentha erhöhten ihren Ertragsanteil.

Möglicherweise war die Immobilisation des gedüngten Phosphors weiter fortgeschritten, worunter hauptsächlich die Arten ohne herbstlichen Nährstoffrückzug litten.

Der Hauptgrund für die geringen Mehrerträge im Herbst 1982 ist aber wohl beim Wetter zu suchen: Wie in Kapitel 4.1.2.b) gezeigt wurde, war der Sommer 1982 wärmer als 1981 und die Wasserversorgung 1982 günstiger (s. auch Tab. 16). Gerade die Vegetation der ungedüngten Umgebung profitierte wohl stärker von den günstigen Witterungsbedingungen (erhöhte Transpiration bedeutet besserer Mineralstoffnachschub), was sich in einer Verkleinerung der Produktionsdifferenz zu den Düngungsflächen und damit in deren geringeren (prozentualen) Mehrertragswerten (Tab. 17) niederschlägt. Auch beim Vergleich von Dias gewinnt man den Eindruck, die Vegetation der Umgebung sei 1982 üppiger.

Tab. 17. **Mehrproduktion** der Düngungsparzellen gegenüber ihrer ungedüngten unmittelbaren Umgebung; Zeitpunkt: Mitte September

Table 17. Additional production of the fertilized plots compared to their unfertilized immediate environments in the middle of September

Die Flächen wurden 1979 und 1980 je 1x gedüngt

Ausnahmen: * 1979 2x gedüngt, 1980 nicht gedüngt

** 1979 2x gedüngt, 1980 1x gedüngt

The plots were fertilized once in 1979 and 1980

Exceptions: * fertilized twice in 1979, not fertilized in 1980

** fertilized twice in 1979, fertilized once in 1980

(Weitere Erklärungen s. Abb. 5 - for further information see fig. 5)

| Fläche | Jahr | Mehrproduktion in % auf den Parzellen | | | |
|--------|------|---------------------------------------|-------|-----|-------|
| | | N1 | N2 | P1 | P2 |
| 13 | 1979 | 23 | 25 | -7 | 3 |
| | 1981 | 104 | 52 | 39 | 24 |
| | 1982 | 52 | -16 | - | - |
| | 1983 | - | - | 52 | 26 |
| 14 | 1981 | 60 | ** 80 | 38 | ** 32 |
| | 1982 | -5 | 3 | - | - |
| | 1983 | - | - | 63 | 77 |
| 15 | 1981 | 74 | * 45 | 41 | * -6 |
| | 1982 | 2 | 11 | - | - |
| | 1983 | - | - | 94 | 7 |
| 20 | 1979 | 72 | * - | 21 | * - |
| | 1981 | 40 | 38 | 63 | 35 |
| | 1982 | 37 | 16 | - | - |
| | 1983 | - | - | 130 | 30 |

Abb. 29-34 (S. 62-64). Ertragsentwicklung auf den Düngungsflächen (1979-1983)

Figs. 29-34 (p. 62-64). Yields of the fertilized plots (1979-1983)

TS = Trockensubstanz - dry matter; U = Umgebung - environment
N1, N2, P1, P2: s. Abb. 5 in Kap. 3.1.2.

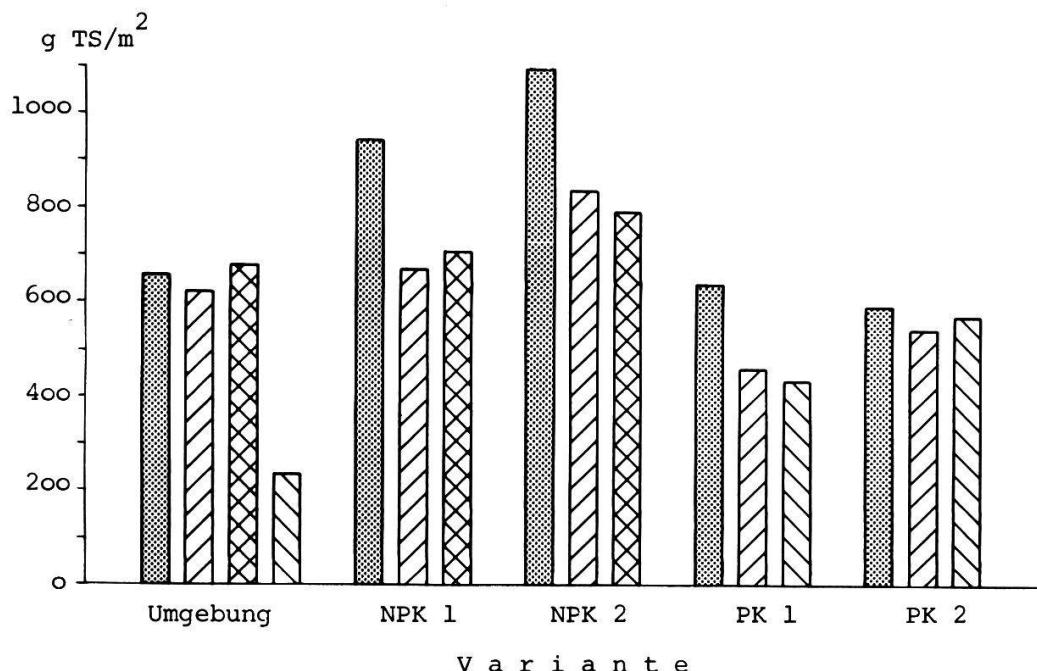


Abb. 29. Fläche 3 (plot 3)

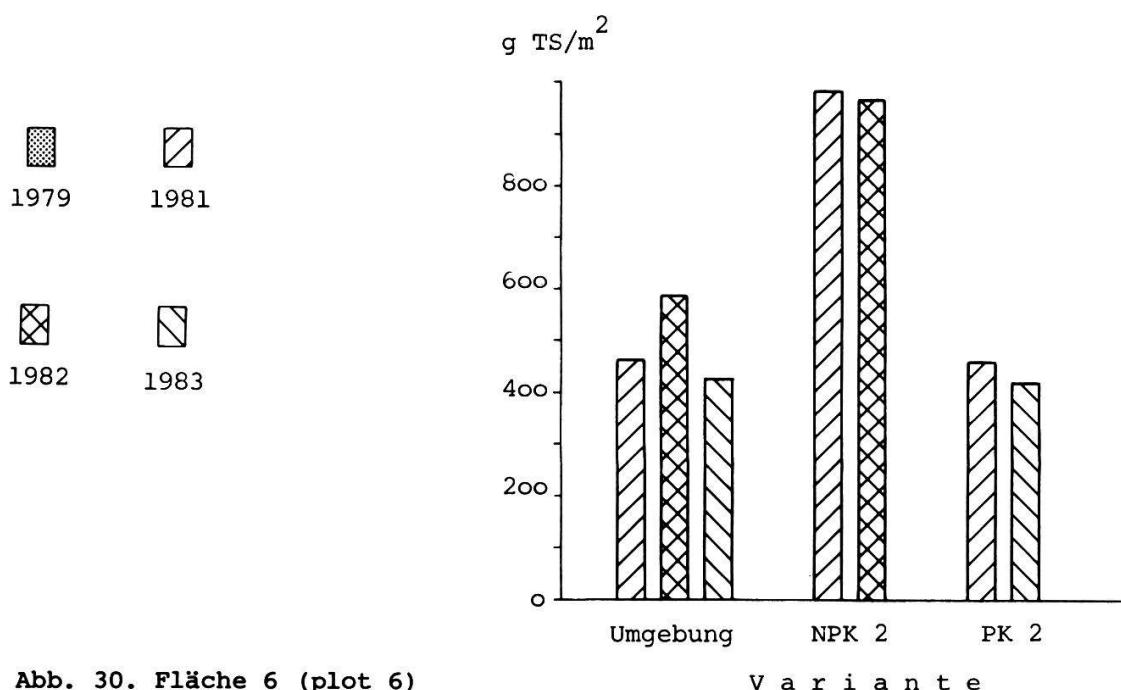


Abb. 30. Fläche 6 (plot 6)

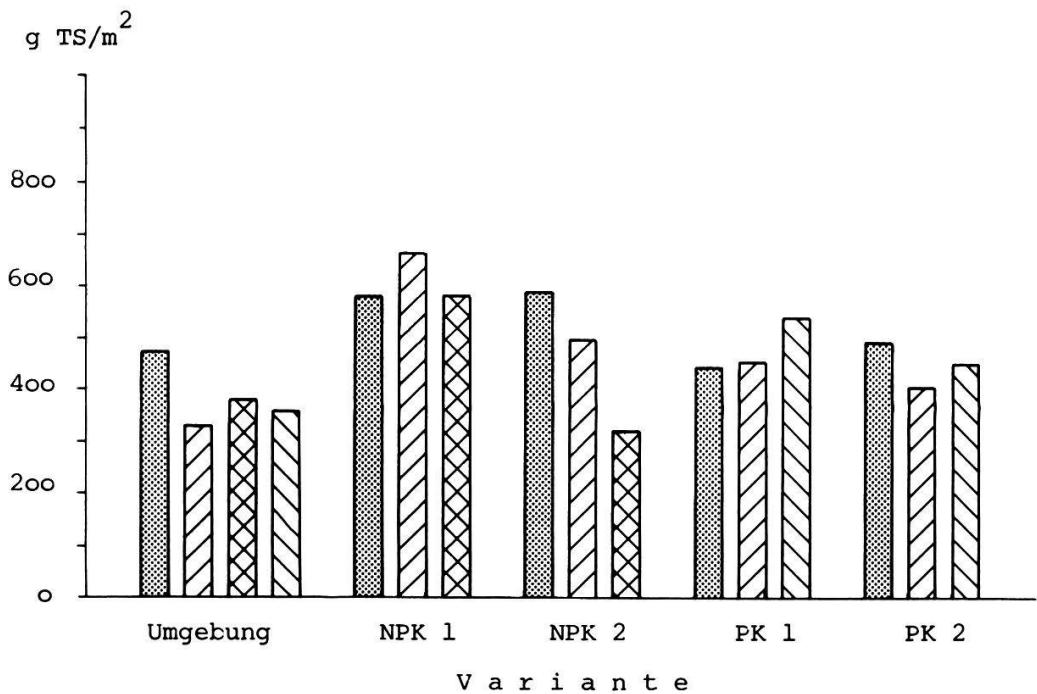


Abb. 31. Fläche 13 (plot 13)

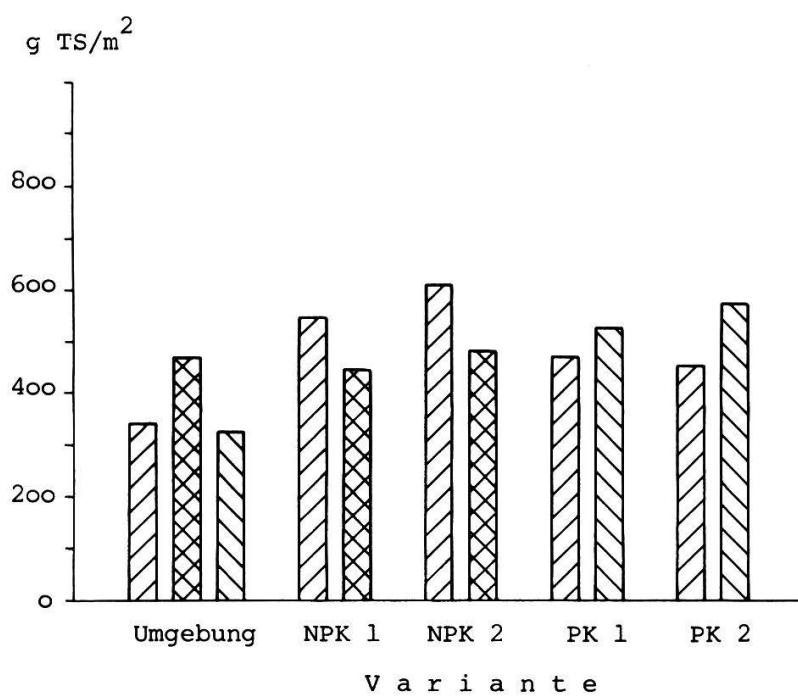


Abb. 32. Fläche 14 (plot 14)

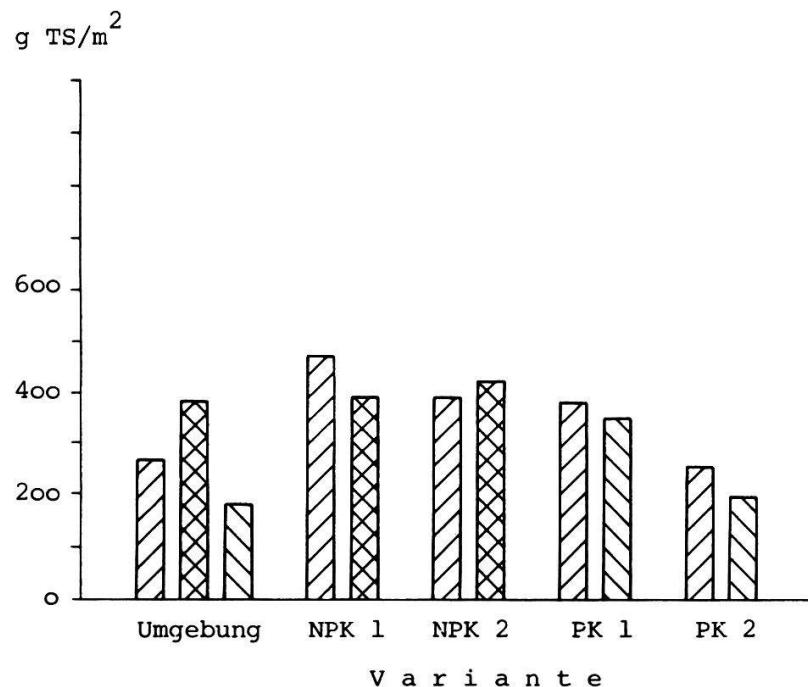


Abb. 33. Fläche 15 (plot 15)

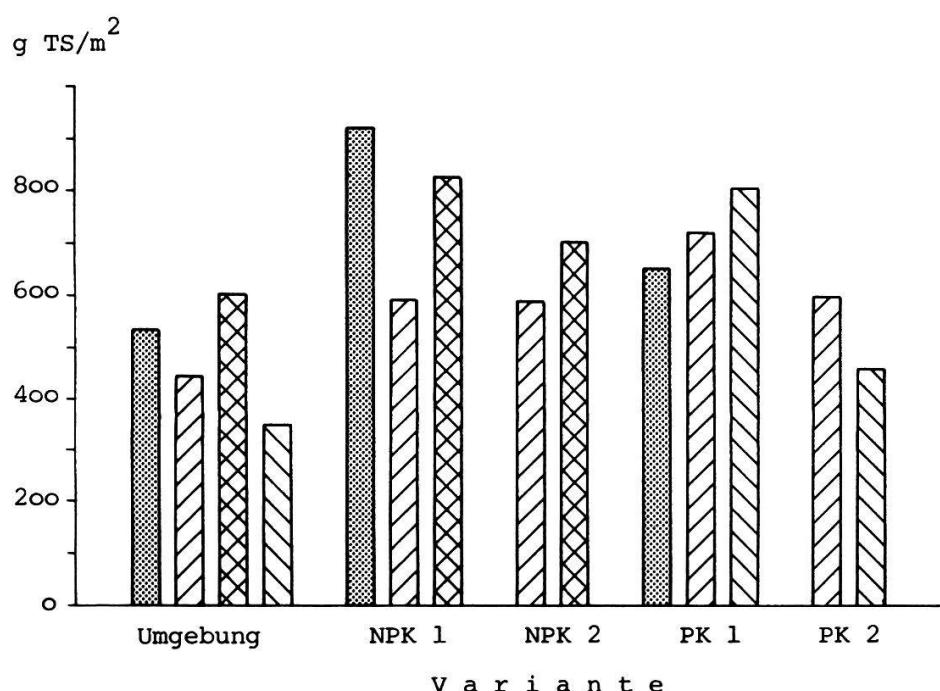


Abb. 34. Fläche 20 (plot 20)

4.2.3.3. Gegenüberstellung der N1- und N2- bzw. P1- und P2-Parzellen bezüglich ihres Nettoertrags (Tab. 17):

Alle vier Parzellen der Flächen 13, 15 und 20 erhielten insgesamt dieselben Düngermengen, doch waren deren N2- und P2-Parzellen 1979 zweimal, 1980 aber nicht mehr gedüngt worden (s. Tab. 2). Auf den Parzellen N2 und P2 der Flächen 3, 6 und 14 wurde hingegen 50% mehr Dünger ausgetragen.

1981 konnten auf den 1979 und 1980 je einmal gedüngten N1- und P1-Parzellen der Flächen 13, 15 und 20 in fünf von sechs Fällen deutlich höhere Erträge als auf den 1979 zweimal gedüngten N2- und P2-Parzellen gemessen werden. Bei diesen schienen die Mineralstoffe der zweiten Düngung von 1979 nur noch beschränkt zur Verfügung gestanden zu haben (P-Immobilisation, Denitrifikation, ev. Auswaschung von N; s. auch Abschnitt 4.2.3.2.). 1982 kann für die Flächen 13 und 20 dieselbe Feststellung gemacht werden.

Bei Fläche 14 ist N2 (3x gedüngt) N1 (2x gedüngt) erwartungsgemäß überlegen. Für die P-Parzellen kann die entsprechende Aussage erst 1983 gemacht werden (Tab. 17). N2 liegt 1982 bereits nicht mehr, P2 erst 1983 an der Spitze sämtlicher N- bzw. P-Parzellen-

4.2.3.4. Ertragsentwicklung auf den ehemaligen PK-Parzellen (Tab. 17):

Die Mehrproduktion der P-Parzellen der Flächen 13 und 20 im Herbst 1981 lässt sich mit der entsprechenden N-Parzellen im Herbst 1979 vergleichen. (Sie liegt aber, bis auf Parzelle 20P1, unter derjenigen der zugehörigen N-Parzellen vom Herbst 1981.) Diese Beobachtung wurde bereits in einer früheren Arbeit diskutiert (EGLOFF 1983). Während P1 (1979 und 1980 je einmal gedüngt, s. Tab. 2) 1983 auf allen Flächen eine weitere starke Produktionssteigerung zeigte, war dies auf P2 nur bei Fläche 14 der Fall. (P2 war 1979 generell zweimal gedüngt worden, 1980 erhielt aber nur noch P2 von Fläche 14 Dünger (s. dazu auch den vorangehenden Abschnitt)). Diese Entwicklung deckt sich mit dem, was im vorangehenden Abschnitt auch für die N-Parzellen sowie bei der Besprechung der Bestandesumschichtungen festgehalten werden können: P1 hatte sich stärker verändert als P2 (Kap. 4.2.2.2., Punkt 3).

1983 liegen die Mehrerträge von sechs der acht P-Parzellen höher als die Erträge der entsprechenden N-Parzellen im Herbst 1982. Trotz "fehlender" Stickstoffdüngung scheinen die PK-Parzellen den NPK-Parzellen drei Jahre nach der Düngung ertragmäßig überlegen zu sein (s. dazu auch Kap. 4.2.3.1.).

Nebst den Witterungsbedingungen (s. Kap. 4.2.3.2.) übt sicher auch die Artenzusammensetzung einen wesentlichen Einfluss auf die Trockenmassenerträge aus (s. 4.1.2.b), Punkt 5). An dieser Stelle muss auch daran erinnert werden, dass jeweils nur drei Parallelproben geschnitten wurden, was die Höhe der Werte ebenfalls beeinflusst.

4.2.3.5. Vergleich der Ertragsanteile in den Jahren 1981 und 1982 auf den N- bzw. 1981 und 1983 auf den P-Parzellen (Abb. 35 - 40):

Da 1979 die Biomasseproben nicht fraktioniert wurden und 1980 keine Probenahme erfolgte, dokumentieren die Stabdiagramme lediglich die "Nachwirkungen" der Düngung.

Abb. 35-40 (S. 66-69). Biomasse-Fraktionen (in % des Gesamtertrags) der ehemaligen Düngungsparzellen und der unmittelbaren Umgebung der Versuchsflächen

Figs. 35-40 (S. 66-69). Standing crop, in % of total yield, of the former fertilized plots and of the immediate environments of the experimental plots

TS = Trockensubstanz - dry matter; U = Umgebung - environment
N1, N2, P1, P2: s. Abb. 5 in Kap. 3.1.2.

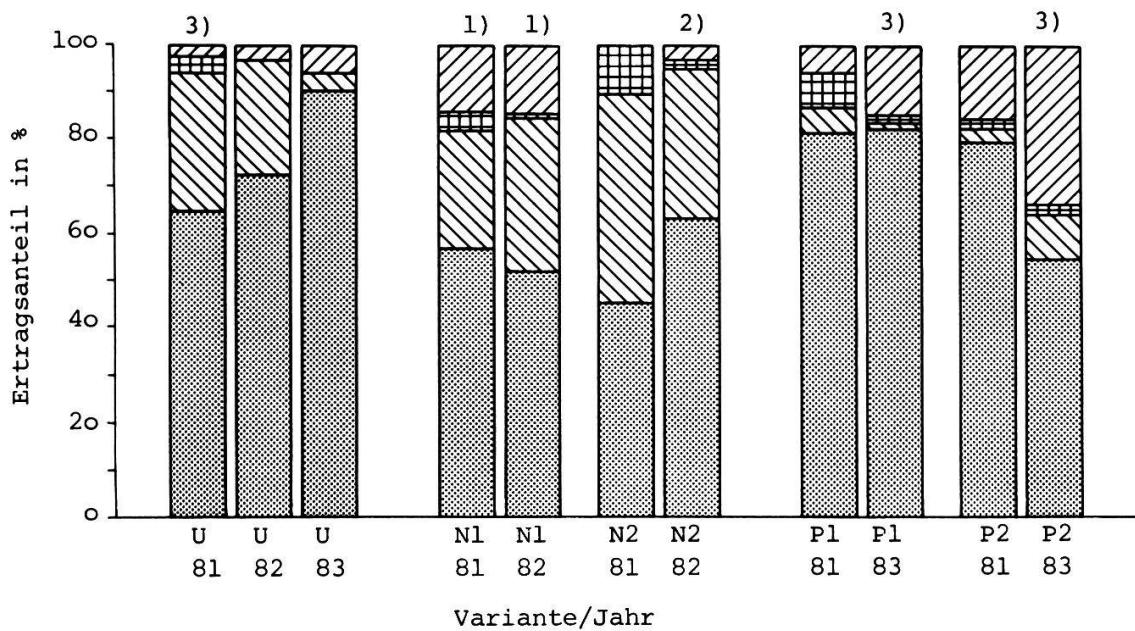
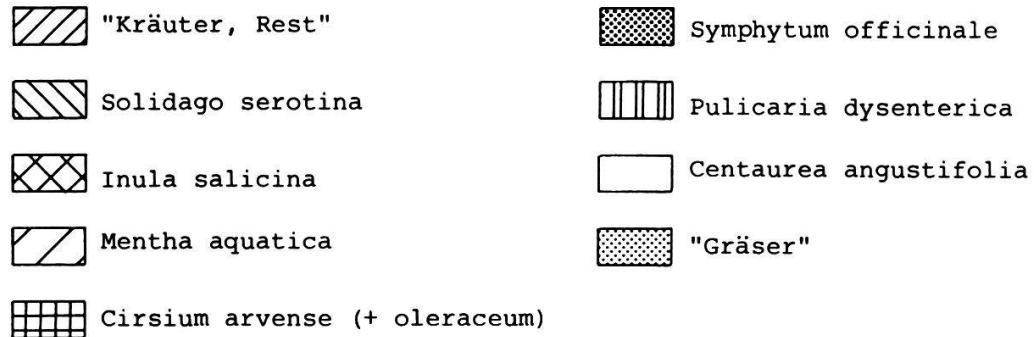


Abb. 35. Fläche 3. 1) viel Serratula tinctoria, 2) vor allem Stachys palustris, 3) vor allem Inula salicina

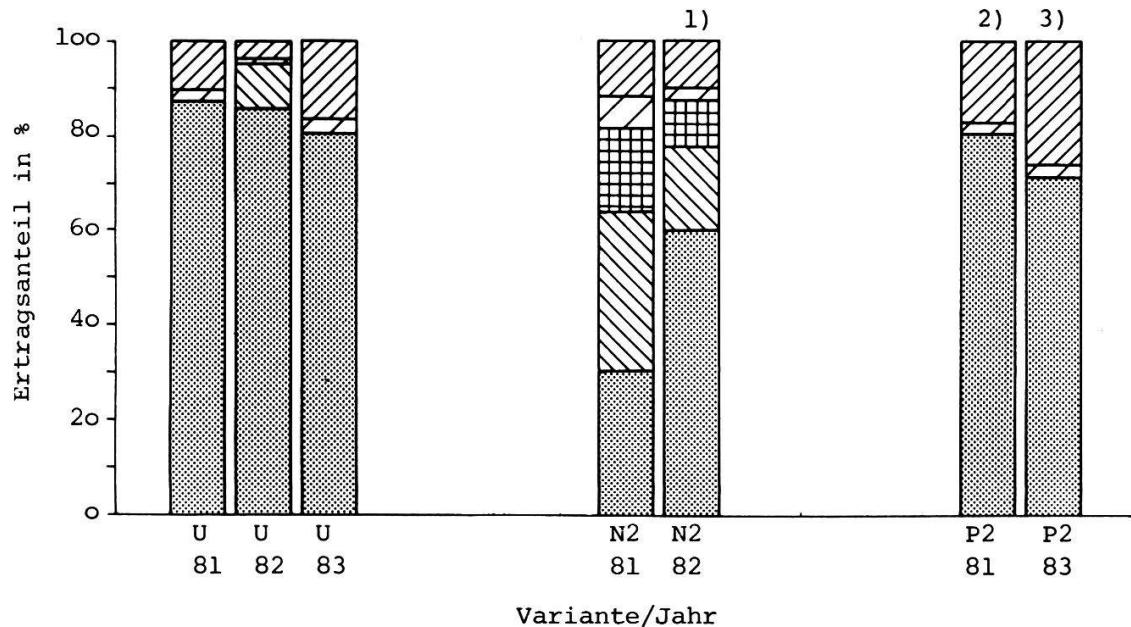


Abb. 36. Fläche 6. 1) Lysimachia vulgaris mit 4.3%, Pulicaria dysenterica mit 2.9%, Eupatorium cannabinum mit 2.3%, 2) viel Eupatorium, 3) Pulicaria mit 18.4%

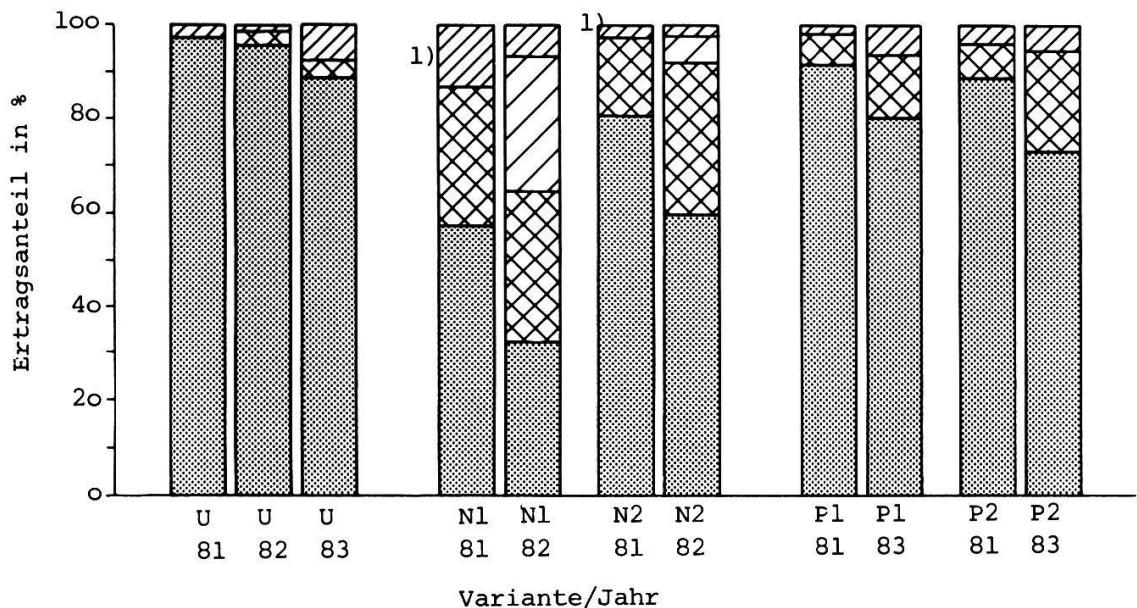


Abb. 37. Fläche 13. 1) vor allem Mentha aquatica

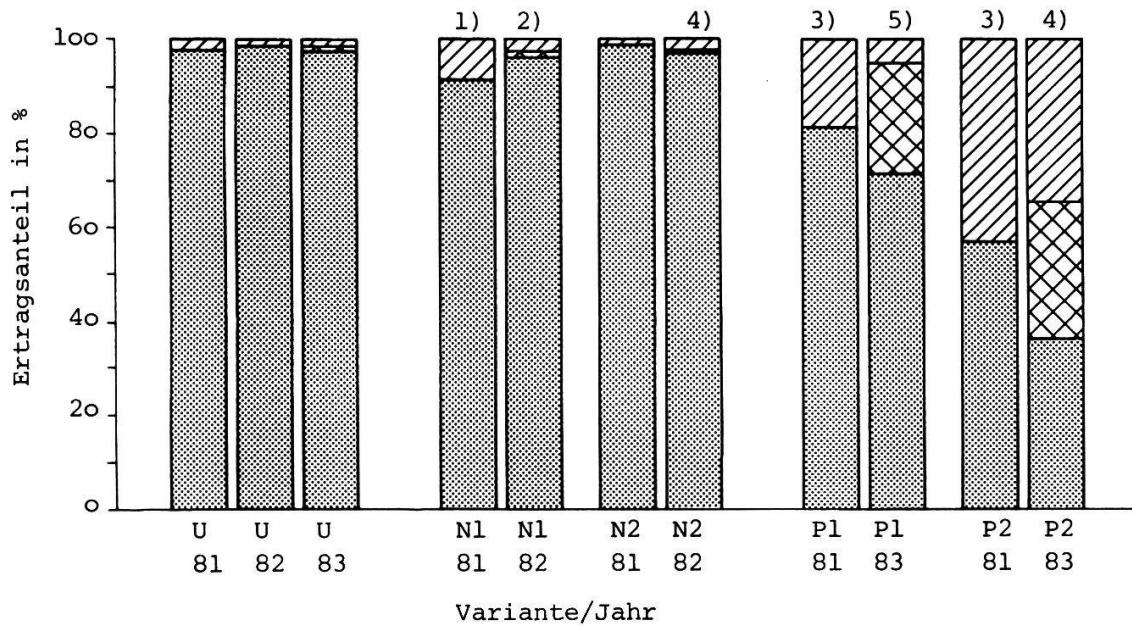


Abb. 38. Fläche 14. 1) Cirsium palustre mit 6%, 2) Cirsium mit 0.2%, 3) vor allem Inula salicina, 4) vor allem Galium album, 5) vor allem Cirsium palustre

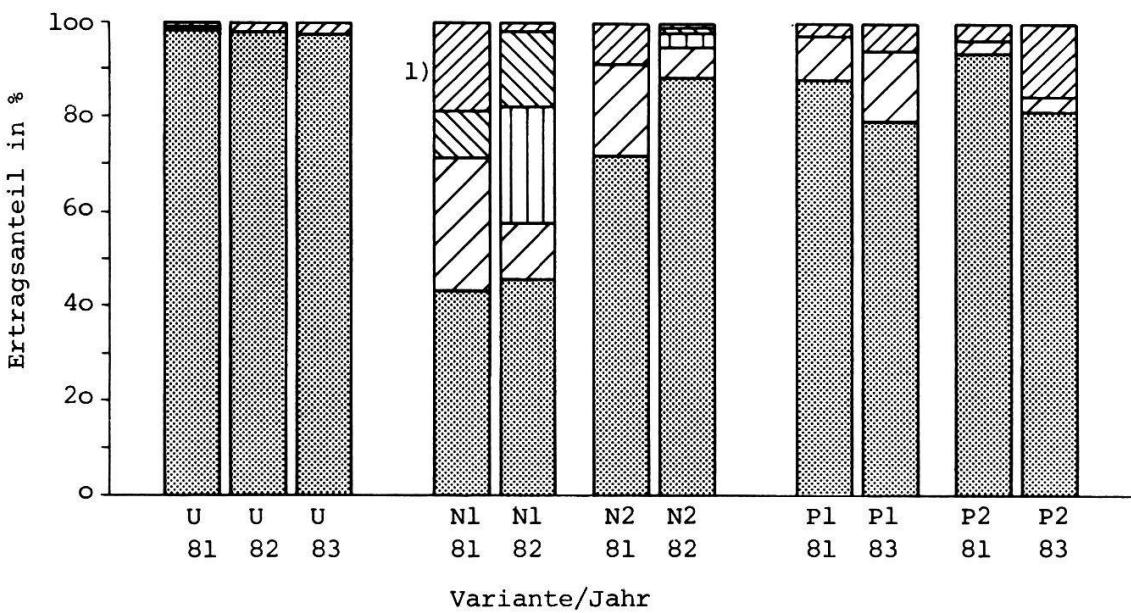


Abb. 39. Fläche 15. 1) vor allem Pulicaria dysenterica

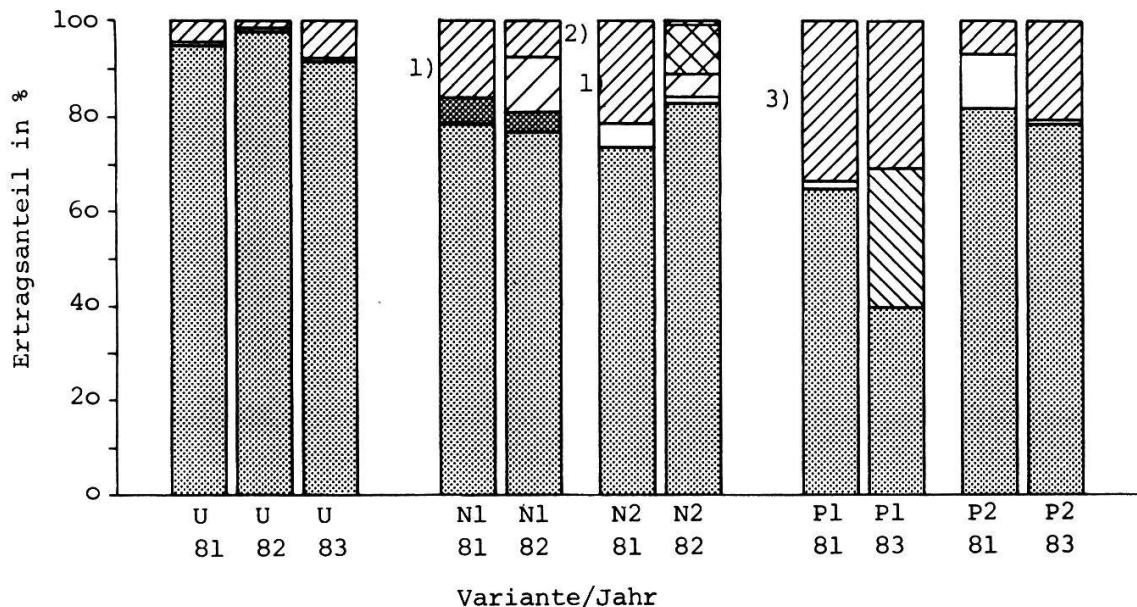


Abb. 40. Fläche 20. 1) vor allem *Mentha aquatica*, 2) vor allem *Stachys palustris*, 3) viel *Solidago serotina*

1. Umgebung (Abb. 35-40): Von der Umgebung der Flächen 13, 14, 15 und 20 liegen je drei sortierte Biomasse-Proben vor (1981-1983, jeweils Mitte September). 2/3 der Proben wiesen einen Grasanteil von 97% und mehr auf. Nur einmal lag der Wert mit 88.6% unter 90%.

Etwas grasärmer ist die Umgebung der trockeneren Flächen 6 und vor allem 3 (Abb. 35); bei 3 ist dies auf die Häufigkeit von *Solidago serotina* zurückzuführen.

2. Fläche 3 (Abb. 35): *Solidago serotina* konnte ihren Anteil auf N1, nicht aber auf N2 vergrössern. Auf den P-Parzellen ist das Bild ebenfalls uneinheitlich: Abnahme auf P1, Zunahme auf P2. *Cirsium spec.* zeigt auf den N-Parzellen rückläufige Tendenz. Während die Gräser ihren Anteil auf P1 halten konnten, wurden sie auf P2 vor allem von *Inula* zurückgedrängt.

3. Fläche 6 (Abb. 36): Im Sommer 1982 kam es auf der N-Parzelle zu einer Wiedererstarkung der Gräser (nämlich von *Agrostis*, *Calamagrostis*, *Molinia* und *Phragmites*) auf Kosten von *Solidago*, *Cirsium arvense* und *Mentha* (s. aber auch Kap. 4.2.1.2., Abschnitt b)). Auf der P-Parzelle drängte sich *Pulicaria* in den Mittelpunkt, was bereits in Kapitel 4.2.2.1., Abschnitt b) gezeigt werden konnte.

4. Fläche 13 (Abb. 37): Auf N1 breitete sich *Mentha* auf Kosten der Gräser aus, auf N2 wurden diese von der gleichen Art und vor allem von *Inula* zurückgedrängt. *Inula* bildete 1982 auf beiden Parzellen ziemlich genau einen Drittel des Ertrags. Auf den P-Parzellen nahm gegenüber der Umgebung der Kräuter-Anteil ebenfalls stark zu. Hauptprofiteur war *Inula*, auch in der Umgebung von 13 die dominierende Dikotyledone.

5. Fläche 14 (Abb. 38): Auf den N-Parzellen blieb der Anteil der Kräuter

fast unverändert klein. Lediglich Cirsium palustre auf N1 konnte sich vorübergehend etwas ausbreiten (Abb. 38). Auf den P-Parzellen konnte sich Calamagrostis weniger durchsetzen; vor allem auf P2 nahmen die Kräuter deutlich zu, wobei auch hier Inula dominiert.

6. Fläche 15 (Abb. 39): Auf N1 blieb der Gräseranteil 1982 gleich, doch breiteten sich Solidago serotina und vor allem Pulicaria auf Kosten von Mentha und der "Übrigen Kräuter" aus. Auf N2 nahmen 1982 die Gräser auf Kosten von Mentha wieder zu, während auf den P-Parzellen die Kräuter ihren Anteil weiter vergrösserten. Dominierende Dikotyledone ist wie auf den N-Parzellen Mentha.

7. Fläche 20 (Abb. 40): Während N1 einen gleichbleibenden Gräser-Anteil von ca. 78% besass, zeigte N2 eine Zunahme von rund 10%. Centaurea angustifolia und Mentha gingen zurück. Auf P1 breitete sich Solidago serotina auf Kosten der Gräser stark aus, während Centaurea 1983 auf P2, bei einem unveränderten Kräuter-Anteil von ca. 20%, wie auf den N-Parzellen abnahm.

Zusammenfassung:

1. Alle Parzellen bis auf die N-Parzellen der Fläche 14, auf denen Calamagrostis epigeios dominierte, wiesen gegenüber der ungedüngten Umgebung einen bedeutend höheren Kräuter-Anteil auf.
2. Auf vielen N-Parzellen, nicht aber auf P-Parzellen hatte der Gräser-Anteil 1982 bzw. 1983 gegenüber 1981 zugenommen.
3. Auf etwas mehr als 2/3 aller Parzellen besassen 1982 bzw. 1983 die N1- und P1-Parzellen einen höheren Kräuter-Anteil als die N2- und P2-Parzellen (Ausnahmen sind 3P, 13P und 14(P); s. auch Abschnitt 4.2.3.3., was die die Gegenüberstellung N1/P1 ↔ N2/P2 angeht).
4. Wo Mentha aquatica nicht schon am Anfang profitiert hatte, breitete sie sich aus (13N, 15P, (20N)); auf 15N, wo sie im ersten Düngungsjahr die Profiteurin gewesen war, nahm ihr Anteil hingegen ab.
5. Inula salicina profitierte mit Verzögerung, doch sehr erfolgreich von der Düngung.
6. Solidago serotina konnte ihren Anteil sogar auf der nassen Fläche 15 erhöhen.
7. Die Fraktionierung bestätigt die Resultate der Vegetationsanalyse, z.B. die Zunahme von Pulicaria dysenterica oder den Rückgang von Centaurea angustifolia.

4.2.4. Zusammenfassung der Düngungseffekte

4.2.4.1. Geförderte Arten

Im folgenden soll versucht werden, die Arten, die von der Düngung profitierten, zu gruppieren. "Förderung" schliesst auch eine eventuelle Neuansiedlung mit ein, was z.B. für Solidago serotina zutrifft.

1. Typische Arten der Streuwiesen, bei denen eine starke Zunahme oder sogar eine Herdenbildung beobachtet werden konnte:
Centaurea angustifolia, Cirsium palustre, Inula salicina, Mentha aquatica, Pulicaria dysenterica.
(Inula trifft man auch in ungestörtem Streuland häufig in Herden.)

Auch Mentha und Pulicaria kommen nach KLÖTZLI (mündl.) oft in Herden vor.)

Auf den P-Parzellen der nassen, niederwüchsigen Flächen 15 und 18 wurde eine Förderung von Succisa pratensis und auf 15P2 von Selinum carvifolia beobachtet. Auch auf 14N1 und 18N2 profitierte Succisa deutlich.

18P1 stach wegen der üppiger wachsenden Molinia aus ihrer Umgebung heraus.

2. Arten, die in ungestörten Streuwiesen nur sporadisch anzutreffen sind, in gedüngten Feuchtwiesen (Calthion/Bromion racemosi) jedoch häufig auftreten:

Agrostis gigantea, Carex acutiformis (s. auch unter 5.); Angelica silvestris (nur Fläche 20N), Cirsium oleraceum, Lotus uliginosus (nur auf 13P beobachtet).

3. Arten mit breitem Verbreitungsspektrum, die in ungestörten Streuwiesen nur sporadisch anzutreffen sind:

Calamagrostis epigeios (s. aber auch Punkt 3 in Kap. 4.2.1.3.); Symphytum officinale.

4. Arten mit breitem Verbreitungsspektrum, die in trockeneren Riedern (trockeneren Pfeifengraswiesen und Hochstaudenstaudenriedern) häufig sein können, aber auch in feuchteren angetroffenen werden (KLÖTZLI 1969, s. Tab. im Anhang):

Festuca arundinacea; Galium verum (auf 13P und 16P2 gefördert), Vicia cracca (nur auf 13P deutlich gefördert).

5. Arten, die als typische Vertreter der Hochstaudenfluren (Filipendulion) zu bezeichnen sind:

Carex acutiformis; Eupatorium cannabinum, Filipendula ulmaria (nur Fläche 3), Lysimachia vulgaris, Stachys palustris, Valeriana officinalis (nur Fläche 13).

6. Ruderalpflanzen, die in gut gepflegten Riedern meist nur gestörte, offene Stellen, z.B. um Pfosten herum, besetzen:

Cirsium arvense, Solidago serotina, Solidago canadensis.

Unter den geförderten Arten wird man jetzt eine Gruppe vermissen, nämlich die der Fettwiesenarten und darunter vor allem die Futtergräser. Galium album ist die einzige Art, die erwähnt werden kann. Gräser wie Dactylis glomerata und Poa pratensis, die ihren Schwerpunkt in fetten Wiesen haben, sowie typische Futterwiesengräser wie Lolium multiflorum, Phleum pratense und Poa trivialis wurden (als fertile Individuen) nur in geringer Zahl angetroffen. Galium album, Dactylis glomerata und Poa pratensis sind Arten, die auch in Riedern vorkommen, von KLÖTZLI (1969) aber fast nur in Hochstaudenriedern und trockeneren Pfeifengraswiesen angetroffen wurden, meistens mit einer Deckung von wenigen Prozenten. Auf der Lunnerallmend (ohne trockene Pfeifengraswiesen) wachsen sie nur in der verhochstaudeten Randzone. Auch Anthoxanthum odoratum, Festuca rubra und Poa palustris wurden nur mit geringer Häufigkeit festgestellt. Fünf dieser acht Gräser fanden sich jeweils nur auf einer der insgesamt acht hier besprochenen Düngungsflächen. Rund ein Drittel der Angaben datiert aus dem Sommer 1983, mehr als die Hälfte stammt von der bereits vor der Düngung leicht verhochstaudeten Fläche 3.

4.2.4.2. Benachteiligte Arten

Beinahe unerwähnt blieben bis jetzt die Arten, die infolge der Düngung stark zurückgingen oder sogar ganz verschwanden. Zu nennen sind (nebst der schon mehrmals erwähnten Molinia) hauptsächlich die vorher dominierenden niederwüchsigen Sauergräser Carex hostiana, Carex panicea und

Schoenus nigricans, die hauptsächlich auf den Volldüngungsparzellen in der Konkurrenz um das Licht unterlagen. Ausnahmen bilden auch hier die nassen Flächen 15 und 18 (s. Abb. 12, 14). Vom Ausfall dieser Sauergräser profitierten z.T. andere Riedpflanzen (s. Punkt 1 im vorangehenden Kapitel).

4.2.4.3. Veränderungen in Kleinseggenriedbeständen

Abschliessend einige Bemerkungen zu den im Kleinseggenriedbereich liegenden, lediglich extensiv bearbeiteten Düngungsflächen 6 (N1, P1) und 23 (s. Tab. 2 in Kap. 3.1.2.): Im Sommer 1979 fielen auf 23 (nur auf N1) lediglich ein paar üppige Individuen von Sympytum officinale auf. Auf 6 N1 etablierte sich Agrostis gigantea bereits 1979, breitete sich aber 1980 nicht aus. Als ich die Fläche 1983 mit ihrer unmittelbaren Umgebung verglich, erschienen mir mehrere Arten vitaler (d.h. häufiger, üppiger, mit mehr fertilen Individuen), auf P1 weniger ausgeprägt als auf N1. Es waren dies Agrostis gigantea, Carex elata, Lythrum salicaria, Mentha aquatica, Pedicularis palustris, Senecio paludosus und Stachys palustris.

4.2.5. Photographische Dokumentation der Düngungseffekte

Die folgenden drei Abbildungen dokumentieren die Auswirkungen der Düngung in den beiden Düngungsjahren. Einen Eindruck von der mittelfristigen Wirkung bzw. der Nachwirkung der Düngung vermitteln die Aufnahmen in Kapitel 4.4.8. (s. Mittelstreifen, = Herbstvarianten).



Abb. 40a. Düngungsfläche 13N im ersten Jahr (15. Juli 1979).
(Auffallende Häufigkeit von Agrostis gigantea.)

Fig. 40a. Fertilized plot 13N in the first year (July 15, 1979).
(Agrostis gigantea very frequent).



Abb. 40b. Düngungsfläche 20N im ersten Jahr (15. Juli 1979).

(Die auffälligste Pflanze ist Angelica silvestris.)

Fig. 40b. Fertilized plot 20N in the first year (July 15, 1979).

(The most conspicuous plant is Angelica silvestris.)



Abb. 40c. Düngungsfläche 14 Nl im zweiten Jahr (23. Juli 1980).

(Dominierende Pflanzen: Cirsium palustre und Calamagrostis epigeios.)

Fig. 40c. Fertilized plot 14 Nl in the second year (July 23, 1980).

(Dominating plant species: Cirsium palustre and Calamagrostis epigeios.)

4.3. DUENGUNGSVERSUCH KLOTEN

4.3.1. Zum Ausgangspflanzenbestand

Die Riedparzelle, auf der dieser Düngungsversuch durchgeführt wurde, war offenbar früher zeitweise nicht mehr geschnitten worden, was sich in der Häufigkeit der typischen Hochstaudenriedarten (und somit Eutrophierungszeiger) Filipendula ulmaria und Lysimachia vulgaris und vor allem dem häufigen Auftreten von Gehölzsanflügen zeigt: Neben Frangula alnus und Rhamnus cathartica, die sehr zahlreich sind, konnten auch Crataegus monogyna und Viburnum opulus beobachtet werden. Die starke Präsenz der beiden erwähnten Hochstauden sowie das stellenweise häufige Vorkommen von Cirsium palustre können aber auch mit der durch den nahen Himmelbachgraben bedingten Entwässerung in Verbindung gebracht werden, die sich in einer verstärkten Mineralisation und damit in einer Auteutrophierung äussert. Auch die starke Präsenz von Juncus subnodulosus auf dieser Riedfläche weist in diese Richtung.

4.3.2. Die Düngungseffekte (Abb. 41)

Da die beiden Konzentrationsstufen (s. Abb. 7 in Kap. 3.3.2.) nicht unterschieden werden können, wird in der Folge nicht auf sie eingegangen. Ausser den 4 Volldüngungsparzellen machen auf Abbildung 41 fünf weitere Flächen 1983 einen grossen Sprung. In drei Fällen (N-Parzelle 1, NK-Parzellen 6 und 7) ist dies auf den starken Rückgang der Halmzahl von Festuca rubra zurückzuführen. Auf der NK-Parzelle 10 steht der Abnahme von Lysimachia die Zunahme von Phragmites gegenüber, während für den Sprung der N-Parzelle 4 die Erklärung unbefriedigend bleibt: Festuca rubra, auf keinem Zählquadrat angetroffen, figuriert 1983 nicht mehr in der Vegetationsaufnahme; die einzige weitere deutliche Verschiebung ist der Rückgang von Phragmites.

1983 nimmt ausser drei (der vier) NPK-Parzellen und der soeben erwähnten Teilfläche 4 nur die 0-Parzelle 2 eine isolierte Stellung ein, was an der Häufigkeit von Festuca rubra liegt. Die vier Volldüngungs-Parzellen, die einzigen, auf denen auch Phosphor ausgebracht wurde, heben sich ferner durch folgendes ab:

1. Auf allen NPK-Parzellen und sonst auf keiner anderen hatte die Zahl der Blütenstände von Festuca rubra sehr stark zugenommen.
2. Holcus lanatus-Halme wurden 1982 nur in den Zählquadraten von 3 NPK-Parzellen angetroffen; auf zwei Parzellen stagnierte die Zahl 1983, auf der dritten verdoppelte sie sich beinahe. Die Aufnahmen hingegen halten 1983 auf allen vier NPK-Parzellen eine Zunahme bzw. eine Neuansiedlung fest. Holcus wurde sonst nur noch auf der N-Parzelle 4 notiert; gemäss dem Protokollblatt vom September 1981 bereits 1981, vor der Düngung, und in den Jahren 1982 und 1983 mit 1% Deckung.
Die 0-Parzelle 13 liegt "eingeklemmt" zwischen zwei NPK-Parzellen (s. Abb. 7 in Kap. 3.3.2.) und ist frei von Holcus. Weil vor der Düngung keine Vegetationserhebungen durchgeführt werden konnten (s. Kap. 3.4.1.), kann nicht mit Sicherheit gesagt werden, dass Holcus erst mit der Düngung (fertil) auftrat. Jedenfalls figuriert sie auf den Protokollblättern vom September 1981 nur bei Fläche 4. - Holcus hat nach KLAPP (1974) in unserer Höhenlage seinen Schwerpunkt im Calthion, kommt jedoch auch im Molinion und im Filipendulion vor. Aufgrund der Aufnahmen von KLÖTZLI (1969, s. Tab. im Anhang) ist er vor allem in den sauren Pfeifengraswiesen anzutreffen.

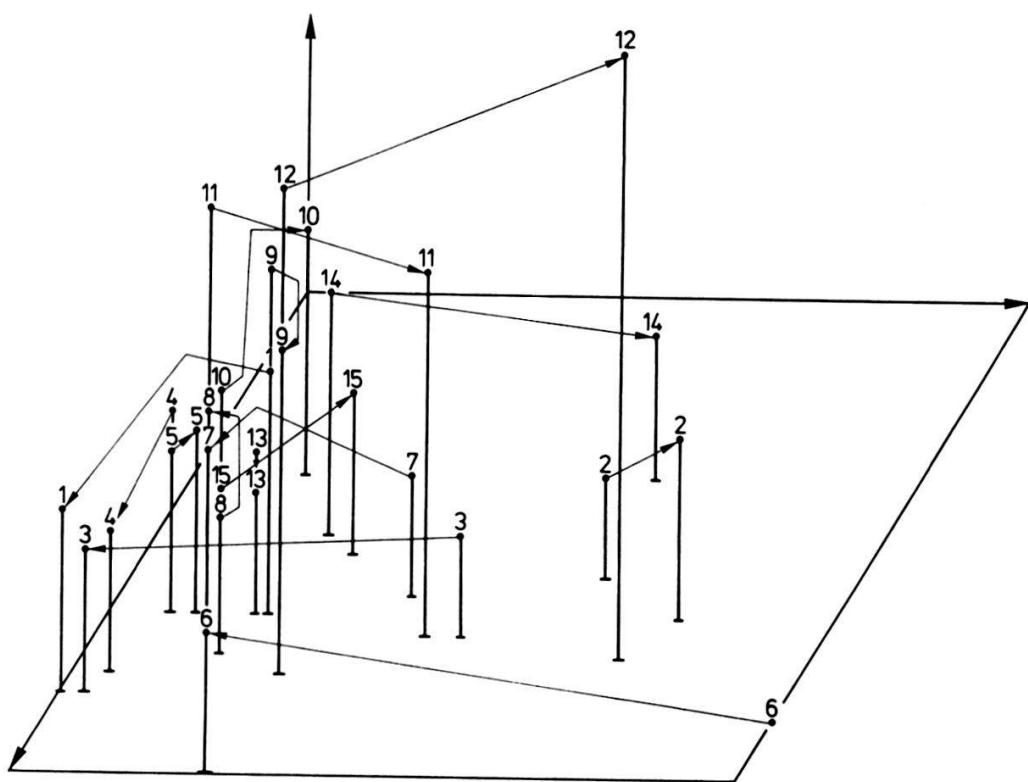


Abb. 41. Ordination der Vegetation der Klotener Düngungsparzellen mittels einer Korrespondenzanalyse
(Angaben zur Datenmatrix s. Kap. 3.7.1.2.)

Fig. 41. Ordination of the vegetation of the fertilized plots near Kloten by correspondence analysis
(For data matrix see chap. 3.7.1.2.)

Die Nummern entsprechen den Nummern der Düngungsparzellen (s. Abb. 7 in Kap. 3.3.2.). Die Pfeile verbinden die "Aufnahme" von 1982 mit der von 1983.

Numbers correspond to the numbers of test plots (see fig. 7). The arrows link 'relevé 1982' with 'relevé 1983'.

Beiträge der Achsen zur Erklärung der Gesamtvarianz; in Klammern die Arten mit dem grössten Beitrag:

Contributions of the axes to the explanation of the total variance; in brackets the species with the greatest contribution:

x: 45.6% (Zähldaten Festuca rubra und Lysimachia vulgaris)

y: 20.7% (Zähldaten von Holcus lanatus, Lysimachia und Festuca)

z: 13.2% (Zähldaten von Phragmites communis und Lysimachia)

3. Auf allen vier Volldüngungs-Parzellen besass Filipendula ulmaria eine Deckung von ca. 10% und mehr, auf zweien nahm sie deutlich zu. Ähnlich viel Filipendula, die auf dieser Riedwiese generell recht häufig ist (s. Kap. 4.3.1.), trugen sonst nur noch die N-Parzelle 1 (1982 wurden sogar 15% notiert) und die NK-Parzelle 6, hier aber erst 1983.
4. Nur auf den 1983er-Aufnahmen von drei Volldüngungs-Parzellen erhielt Lysimachia vulgaris gegenüber 1982 höhere Werte.
5. Bei der Vegetationsaufnahme war auch die Gesamtzahl der Stengel von Cirsium palustre notiert worden. Nebst gleichbleibender Anzahl und Abnahmen wurden 1983 auf einer O- und zwei N-Parzellen Zunahmen festgestellt (1982 \rightarrow 1983: 0 \rightarrow 1 bzw. 0 \rightarrow 2 und 2 \rightarrow 4). Um einiges deutlicher ist jedoch der Anstieg der Zahl fertiler Individuen auf drei von vier Volldüngungsparzellen: 0 \rightarrow 1, 0 \rightarrow 3, 0 \rightarrow 4, 1 \rightarrow 6.
6. Die NPK-Parzellen sind auch die einzigen, die sich optisch abheben (Abb. 41a).

Dass die Düngungseffekte nicht deutlicher sind, liegt zum einen an den geringen Düngermengen (s. Kap. 3.3.2.), zum andern an der bereits anfangs gestörten Vegetation (Kap. 4.3.1.).



Abb. 41a. Düngungsversuch Kloten im zweiten Jahr (4. Juli 1983)

Fig. 41a. Fertilizer test near Kloten in the second year (July 4, 1983)

4.4. REGENERATIONSEXPERIMENT LUNNERALLMEND

4.4.1. Produktionsvergleich der Bewirtschaftungsvarianten

4.4.1.1. Einleitung

Mit dem zusätzlichen Schnitt im Frühsommer sollte der Standort dazu angeregt werden, mehr Biomasse als bei einschüriger Nutzung im Herbst zu produzieren, um die Mineralstoffwegfuhr und damit die Verarmung zu beschleunigen. Nach dem folgenden Vergleich der Bewirtschaftungsvarianten bezüglich ihrer Produktion wird im nächsten Kapitel (4.4.2.) nach dem am besten oligotrophierenden Schnittregime gefragt.

4.4.1.2. Besprechung der einzelnen Versuchsflächen

a) Fläche 3 (Abb. 42, 43):

In beiden Jahren produzierte die Herbstvariante am meisten Biomasse. Auffällig ist zudem die Produktionsabnahme der Frühschnittvarianten im zweiten Jahr.

b) Fläche 6 (Abb. 44):

Hier ist der Produktionsvorsprung der Herbstvariante noch viel ausgeprägter. Die Frühschnittvarianten zeigten 1982 keine Einbusse.

c) Fläche 13 (Abb. 45, 46):

1982 brachten sämtliche Varianten weniger Ertrag. Auf N1 erreichte die Juli-Variante die Totalwerte der Herbstvariante knapp (Abb. 45), auf N2 übertraf sie diese (Abb. 46). Auf N2 produzierte auch die Juni-Variante insgesamt mehr als die Herbstvariante.

d) Fläche 14 (Abb. 47, 48):

Auf 5 der 6 Varianten nahm 1982 die Wegfuhr an pflanzlicher Biomasse ab. In der Gesamtbilanz steht einmal die Juli- und einmal die Herbstvariante an der Spitze.

e) Fläche 15 (Abb. 49, 50):

Keine klare Aussagen ermöglichen die Werte dieser Fläche. Die Gesamtbilanz entspricht der von Fläche 14.

f) Fläche 20 (Abb. 51, 52):

Auch hier stehen sich Varianten mit Zu- und Abnahmen gegenüber. Am produktivsten ist auf beiden Teilstücken die Juli-Variante.

4.4.1.3. Zusammenfassung und Diskussion

Auf 6 der insgesamt 11 Teilstücken bringt die Herbstvariante in der zweijährigen Versuchsperiode den grössten Ertrag, auf 5 die Variante mit zusätzlichem Frühschnitt im Juli. Der Schnitt Mitte September ist sicher für die Juli-, aber eigentlich auch für die Juni-Variante ein zweiter Frühschnitt. Bei einem späteren herbstlichen Schnittzeitpunkt würde die Juli-Variante gegenüber der Herbst-Variante also bestimmt noch besser dastehen.

Auf gestörten Streuwiesen scheint Mehrschnittnutzung also nicht in jedem

Fall auch zu höheren Erträgen zu führen. In einem angedüngten Gentiano - Molinetum nördlich des Bodensees brachte die einschürige, im Oktober gemähte Variante im ersten Versuchsjahr mehr Ertrag als eine der beiden dreischürigen Varianten (KAPFER 1983). (Das unterschiedliche Verhalten der beiden dreischürigen Varianten sowie die hohe Produktion auf der zweischürigen Variante ist sehr wahrscheinlich auf die unterschiedliche Phosphorversorgung zurückzuführen).

Ertragsmäßig schnitt die Juni-Variante am schlechtesten ab, doch darf daraus nicht auf eine ungenügende oligotrophierende Wirkung, d.h. auf einen geringen Entzug an Mineralstoffen geschlossen werden. "Höhere Gesamtproduktion" braucht nicht "grösserer Nährstoffentzug" zu bedeuten; zu berücksichtigen sind die Schnittzeitpunkte bzw. der jeweilige Entwicklungsstand der Vegetation. Ueber die Nährstoffentzüge gibt das folgende Kapitel Auskunft.

Abb. 42-52 (S. 78-83). Vergleich der Bewirtschaftungsvarianten bezüglich der weggeföhrten Biomasse

Fig. 42-52 (p. 78-83). Comparison of management treatments relative to their harvested crop

TS = Trockensubstanz - dry matter, U = Umgebung - environment

Juni = im Juni und im September geschnitten - mown in June and September

Juli = im Juli und im September geschnitten - mown in July and September

Herbst = nur im September geschnitten - only mown in autumn

Herstschnitt bzw. Total der Jahre 1981 und 1982 Frühschnitt

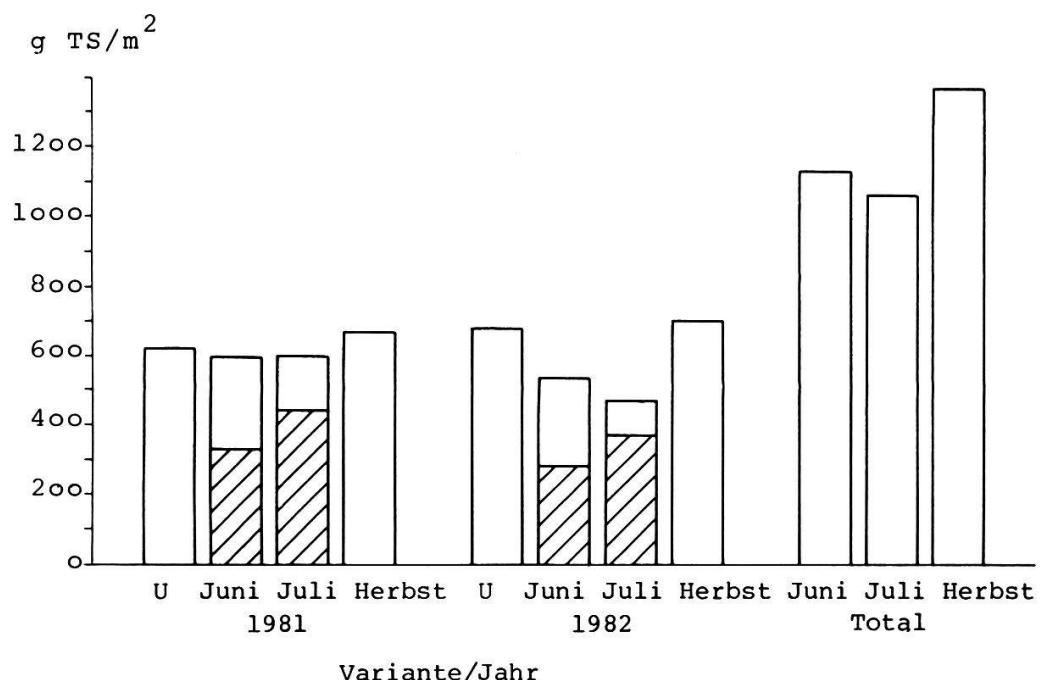


Abb. 42. Fläche 3 N1

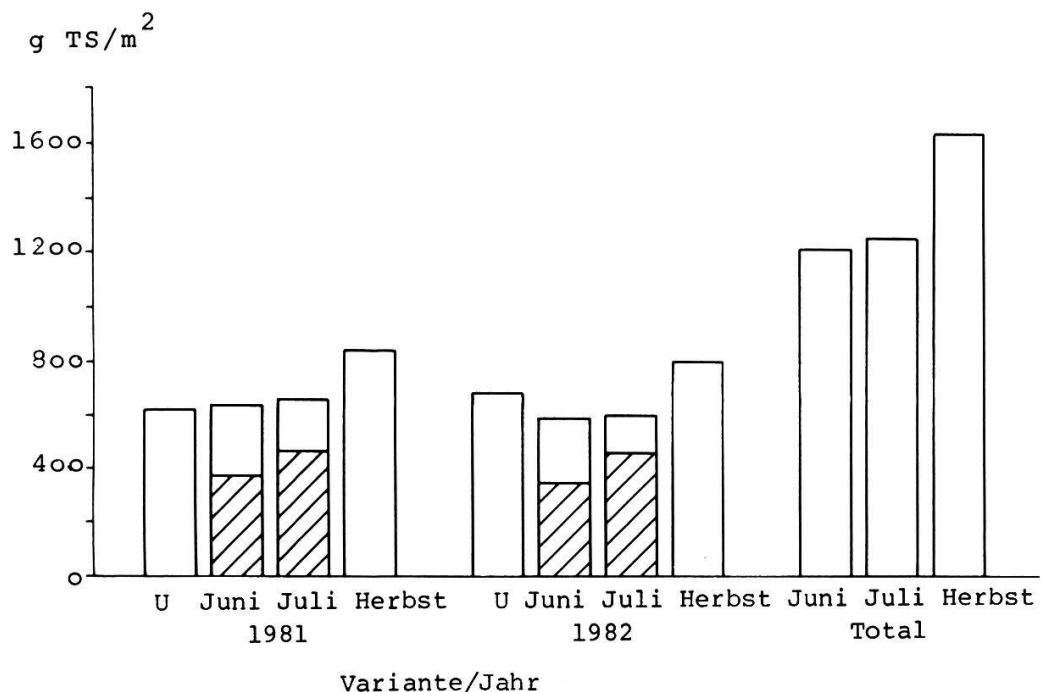


Abb. 43. Fläche 3 N2

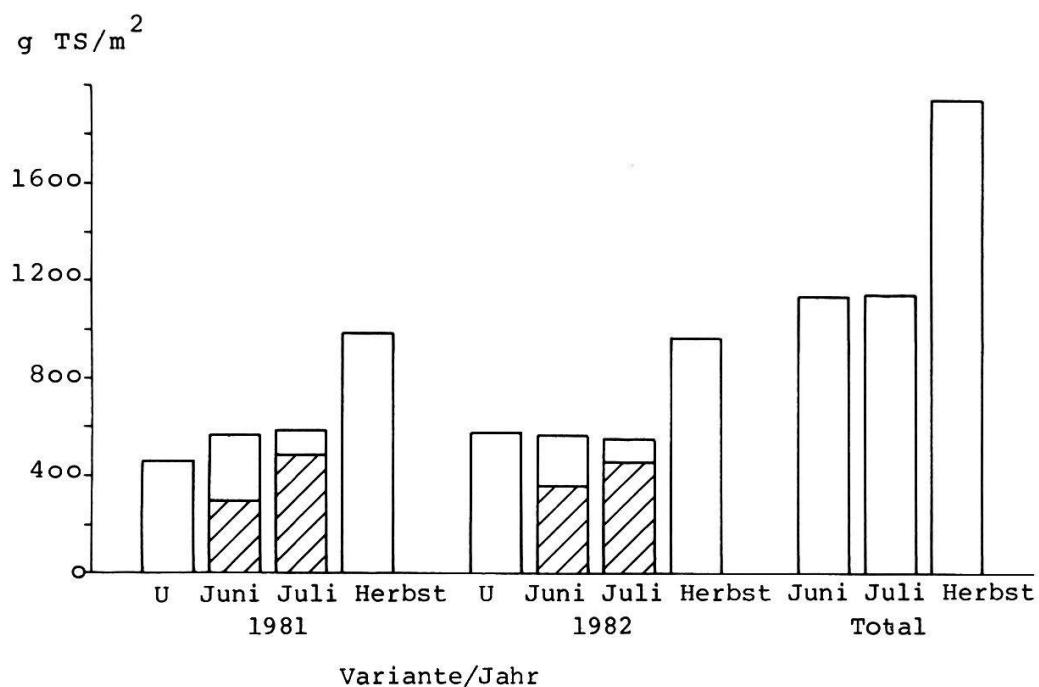


Abb. 44. Fläche 6 N2

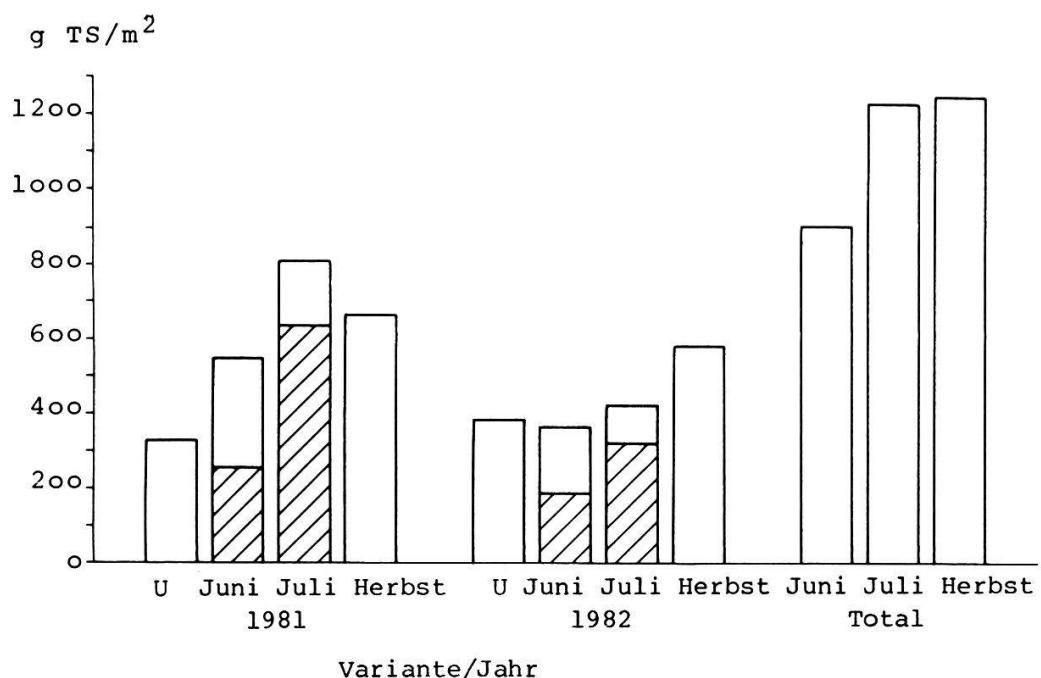


Abb. 45. Fläche 13 N1

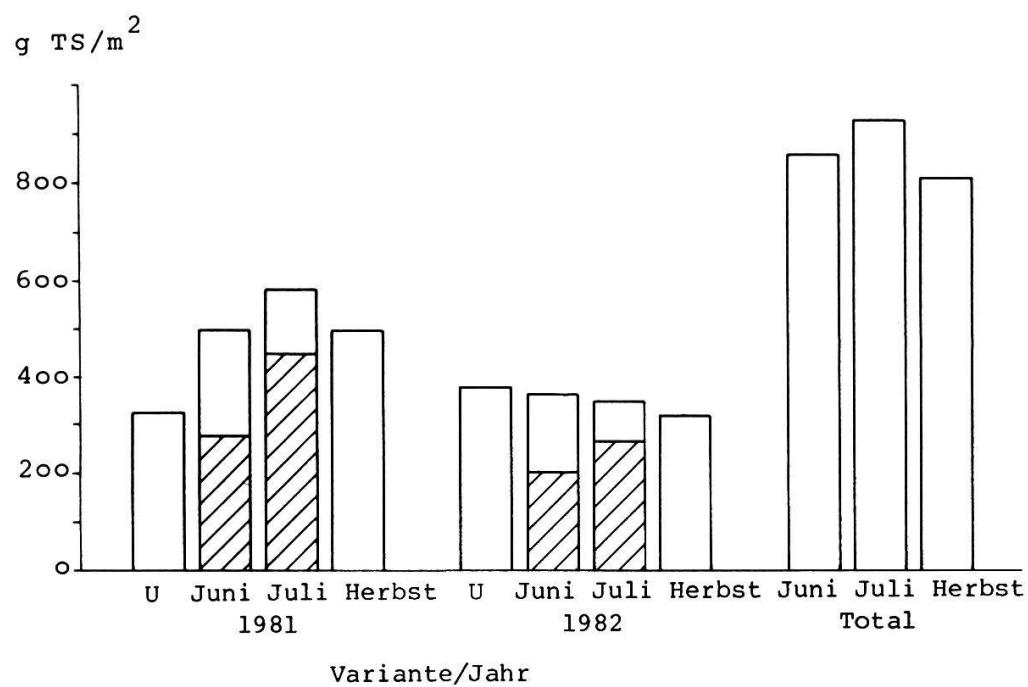


Abb. 46. Fläche 13 N2

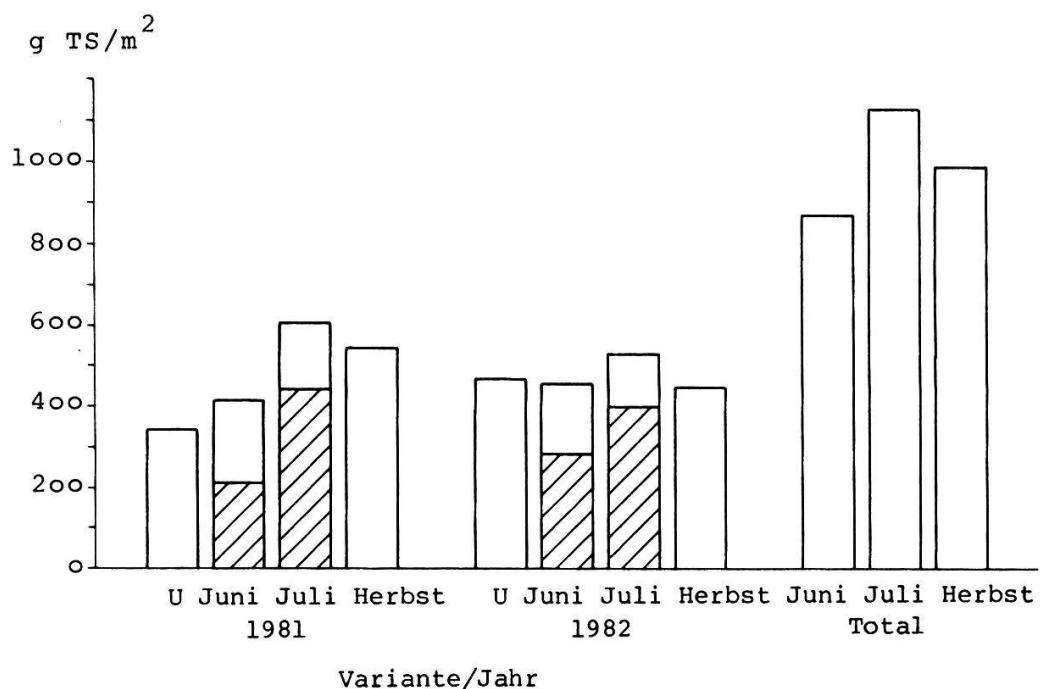


Abb. 47. Fläche 14 N1

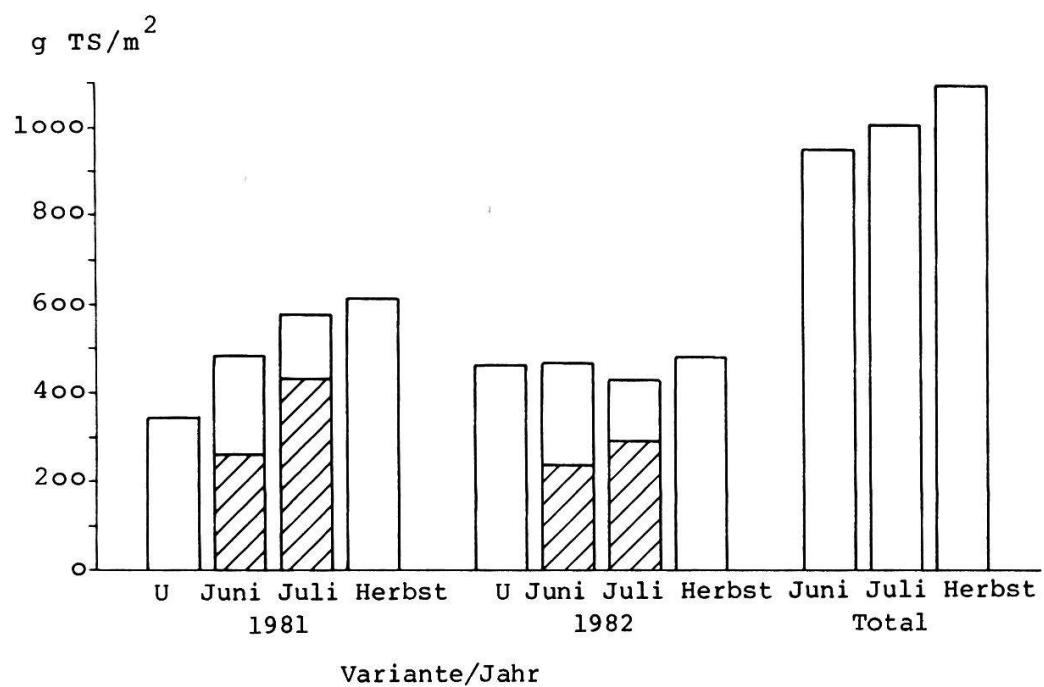


Abb. 48. Fläche 14 N2



Abb. 49. Fläche 15 N1

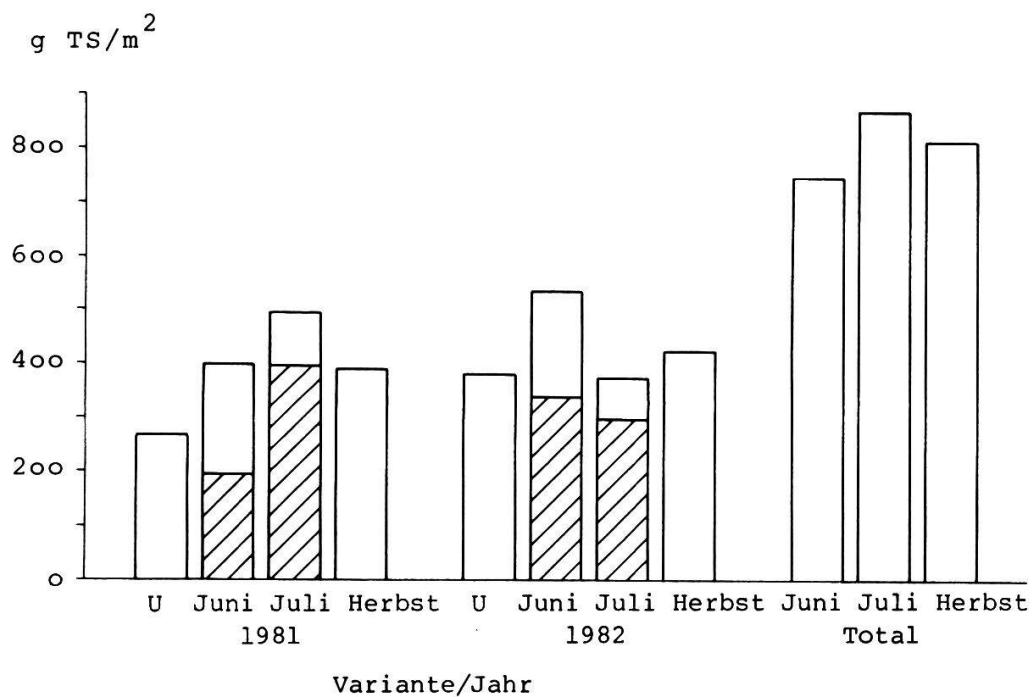


Abb. 50. Fläche 15 N2

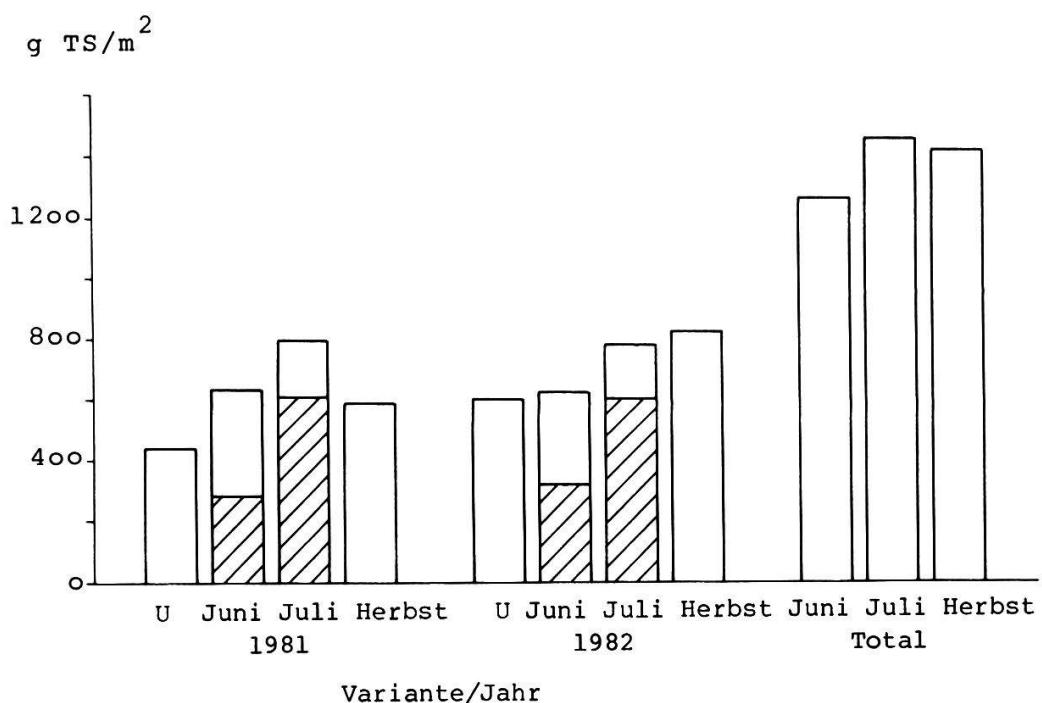


Abb. 51. Fläche 20 N1

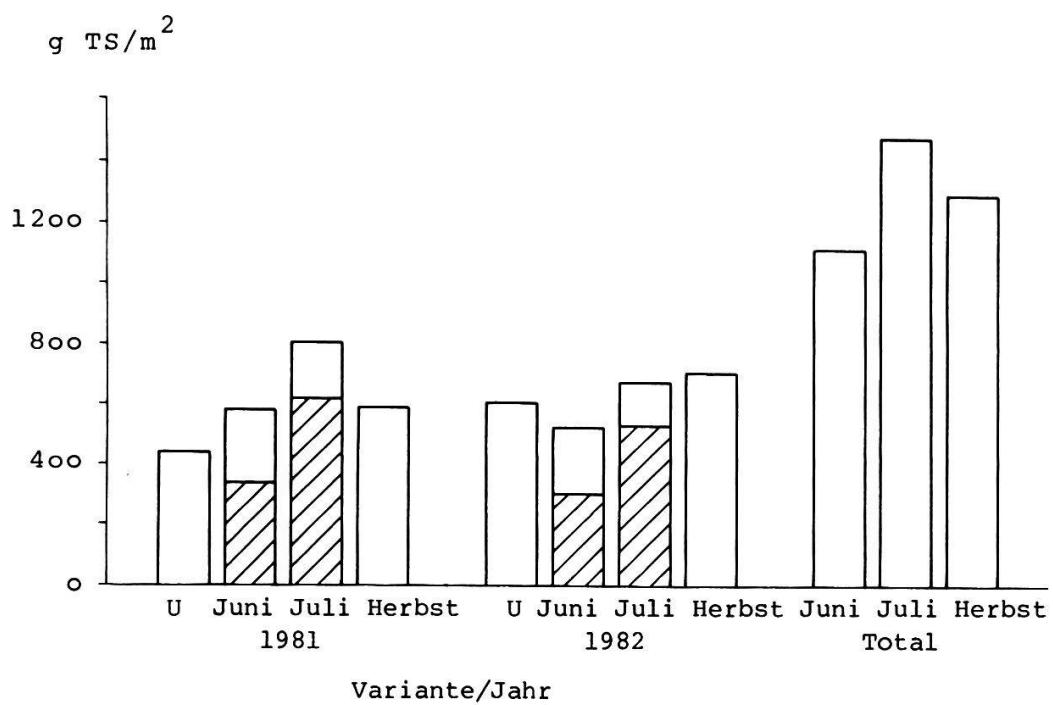


Abb. 52. Fläche 20 N2

4.4.2. Zwei Jahre Oligotrophierung durch Schnitt

4.4.2.1. Einleitung

Mit dem Zweischnittregime sollten dem Standort Nährstoffe entzogen werden. Es interessiert nun erstens, wie sich die Bewirtschaftungsvarianten bezüglich ihrer oligotrophierenden Wirkung unterscheiden und zweitens, welcher Anteil der durch die Düngung eingebrachten Mineralstoffe in den zwei Jahren mit Frühschnitt entfernt werden konnten. Wenn die Biomasse-Proben von den Frühschnittvarianten nicht bereits Mitte September hätten genommen werden müssen (s. Kap. 2.1.3.), wären auf ihnen Ertrag und Nährstoffentzug bestimmt höher ausgefallen. Zumindest für die Juli-Variante war der Schnitt Mitte September auf jeden Fall ein zweiter Frühschnitt.

Die Flächen 13 und 14 wurden bereits früher verglichen (EGLOFF 1985; dort mit Fläche A bzw. B bezeichnet).

4.4.2.2. Stickstoffentzug (Tab. 18)

Nachdem der Nettoentzug (= Mehrentzug gegenüber der ungedüngten Umgebung) 1981 recht hoch gewesen war, erreichte er 1982 lediglich auf der Fläche 2o Werte von über 2o kg/ha. In drei Fällen sind die Werte sogar negativ. Am wenigsten wurde auf der nassen Fläche 15 entzogen. - Es darf angenommen werden, dass, bereits vor 1981, auch Denitrifikation und Auswaschung zur Stickstoffverarmung beitrugen.

Während mit dem Herbstschnitt 1982 gesamthaft betrachtet nicht viel weniger Stickstoff als 1981 entfernt wurde, sank der Entzug durch den Frühschnitt in den meisten Fällen deutlich. Tabelle 22 dokumentiert die relative Stickstoffarmut des Erstaufwuchses der Frühschnittvarianten im Sommer 1982. Verantwortlich für die gegenüber 1981 schlechtere Bilanz ist sicher auch die höhere Biomasse-Produktion und damit der erhöhte Nährstoffexport aus der ungedüngten Umgebung im Sommer 1982 (s. Tab. 1o-14 in Kap. 4.1.2. sowie Kap. 4.2.3.2.). Doch weisen die 1982er Werte der Tabelle 22 auch darauf hin, dass die ungedüngte Umgebung nicht als stickstoffarm bezeichnet werden kann (s. auch EGLOFF 1983, Kap. 3.3.2.), und dass vom gedüngten Stickstoff offenbar nicht mehr viel vorhanden ist (vgl. Kap. 4.2.3.). Bereits die prozentualen Stickstoffgehalte der Trockensubstanz (Tab. 5 bei EGLOFF 1983) hatten gezeigt, dass der Stickstoff (im Sommer) nicht als Mangelnährstoff zu bezeichnen ist. Und noch Mitte September enthält die Trockensubstanz der ungedüngten Umgebung 1.05 % N (Mittel der Umgebung von 5 Versuchsflächen für die Jahre 1981 und 1982; s. Tab. 1o-14). Zum Vergleich: In der Gesamtrockensubstanz von Mais fand man 1.1 % N (FINK 1976).

In der Gesamtbilanz ist in drei Fällen die Juli-, in zwei die Juni-Variante diejenige mit dem grössten Entzug (Tab. 18 und 21). Auffällig hoch sind die auf die ausgebrachten Düngermengen bezogenen Entzugswerte der Juli-Variante 13 und beider Frühschnittvarianten von 2o (Tab. 21). Die Herbst-Varianten folgen klar distanziert, am deutlichsten auf der von Calamagrostis dominierten Fläche 14.

4.4.2.3. Phosphorentzug (Tab. 19)

Der Vergleich der P-Gehalte (in Prozenten der Trockensubstanz) zeigt für 1982 eine überaus starke Abnahme (EGLOFF 1983: Tab. 5; EGLOFF 1985: Tab. 4). Es ist daher verständlich, dass 1982 sowohl mit dem Früh- wie auch mit dem Herbstschnitt weniger Phosphor weggeführt wurde (Tab. 22). Es

liegt nahe, die (noch weiter fortgeschrittene) Immobilisierung des gedüngten Phosphors als Teil-Erklärung heranzuziehen. Am meisten Phosphor konnte, von der Fläche 15 abgesehen, auf den Juli-Varianten entfernt werden, doch sind die Juni-Varianten nur gering distanziert (Tab. 19, 21). Die Herbst-Varianten von drei der fünf Flächen folgen klar abgeschlagen (3, 14, 20). Wenn der Herbstschnitt nicht schon Mitte September hätte durchgeführt werden müssen, sähe die Gesamtbilanz (Tab. 21) für die Juni- und vor allem für die Juli-Variante bestimmt noch besser aus.

Am erfolgreichsten war die P-Oligotrophierung auf den beiden trockensten und produktivsten Flächen 3 und 20 (Tab. 21), auf denjenigen Flächen also, auf denen sich die Eutrophierung am stärksten bemerkbar gemacht hatte (s. Kap. 4.2.1.3., Punkt 1).

4.4.2.4. Kalumentzug (Tab. 20)

Der sommerliche Kalium-Entzug lag 1982 fast durchwegs, der herbstliche nur auf Fläche 13 stark unter dem von 1981 (Tab. 20). (Für Fläche 13 siehe EGLOFF 1985, Kap. 3.1., Fläche A.) Auch die K-Gehalte (in Prozentsätzen der Trockensubstanz) sind 1982 auffällig niedriger (EGLOFF 1983, Tab. 5), was nicht allein dem Verdünnungseffekt infolge des späteren Schnittzeitpunkts zugeschrieben werden kann (s. auch Tab. 22). Für den gesunkenen Nettoentzugswert (Tab. 21) kann wie beim Stickstoff (Abschnitt 4.4.2.2.) die Biomasse-Mehrproduktion der Umgebung bzw. der geringe Ertrag der Regenerationsschnittflächen verantwortlich gemacht werden.

Bis auf Fläche 3 erwies sich das Juli+Herbst-Schnittregime als die beste Möglichkeit, Kalium zu entziehen (Tab. 20 und 21). Die Juni- und Herbstwerte (Tab. 20) können ihrer Heterogenität wegen nicht weiter diskutiert werden. Dass der Mineralstoffentzug auch stark von der Zusammensetzung der Vegetation abhängt, zeigt Fläche 14, die "standörtliche Schwester" von 13 (Tab. 21): Auf beiden Frühschnittvarianten ist Calamagrostis der Alleinherrscher, auf beiden ist, nebst dem Stickstoff- und (etwas weniger deutlich) dem Phosphor-, der Kalium-Nettoentzug viel geringer als auf Fläche 13.

4.4.2.5. Zusammenfassung

Obwohl das Zahlenmaterial recht heterogen wirkt, kann zusammenfassend trotzdem folgendes festgehalten werden:

1. Die Juli+Herbst-Variante kann als bestes der drei hier getesteten Schnittregime bezeichnet werden, obwohl ihr Vorsprung nicht immer deutlich ist und die Juni-Variante in einzelnen Fällen besser dasteht (s. auch Bemerkung in Kap. 4.4.2.1.).
2. Dass der Mineralstoffentzug parallel zur Bodenfeuchtigkeitsskala (nass → trocken) ansteigt, darf nicht überraschen, denn er ist direkt von der Biomasse-Produktion abhängig. (Der Gradient ist jedoch nur beim Phosphor klar ersichtlich; Tab. 21.).
3. Weiter wird der Nettoentzug von der Zusammensetzung der eutrophierten Riedvegetation sowie von den sommerlichen Wetterbedingungen, die die Ertragsdifferenz zur ungedüngten Umgebung verringern können, beeinflusst.
4. Bereits im Frühsommer 1981 und verstärkt 1982 lag der prozentuale Stickstoffgehalt der Vegetation der Bewirtschaftungsvarianten fast durchwegs tiefer als in der ungedüngten Umgebung (s. EGLOFF 1983). So ergab der Frühschnitt 1982 gegenüber der Umgebung auf keiner Fläche

Tab. 18-20. Nährstoffentzüge und -mehrentzüge gegenüber der ungedüngten Umgebung (in kg/ha) auf den drei Bewirtschaftungsvarianten in den Jahren 1981 und 1982; Mehrentzugstotal 1981 und 1982

Tables 18-20. Nutrient deprivation and additional deprivation compared to the unfertilized environment on the three management plots in the years 1981 and 1982; total additional mowing 1981 and 1982

* = Summe der 1. + 2. Kolonne minus herbstlicher Entzug in der ungedüngten Umgebung. (Die Herbstwerte der Umgebung sind in den Tabellen 10-14 zusammengestellt.)

Unterstrichen ist jeweils die "beste Variante"

Schnittpunkte: s. Tab. 4 (Kap. 3.1.2.) und Tab. 10-14 (Kap. 4.1.2.)

* = Sum of the 1st and 2nd column minus deprivation in autumn from the unfertilized environment. (See tables 10-14 for autumn values of environment.)

The value of the 'best treatment' is underlined

Dates of mowing: see table 4 and tables 10-14.

Tab. 18. Stickstoff (nitrogen)

| Fläche Nr. / Bewirtschaftungsvariante | N-Entzug 1981 (kg/ha) | | | N-Entzug 1982 (kg/ha) | | | Mehrentzugstotal 1981+1982 (kg/ha) | |
|--|-----------------------|------------------|---|-----------------------|------------------|---|--|-------------|
| | Entzug Sommer | Entzug Herbst | Mehr- entzug gegenüber Umgebung* | Entzug Sommer | Entzug Herbst | Mehr- entzug gegenüber Umgebung* | | |
| 3 | Juni | 57.3 | 35.3 | <u>34.1</u> | 41.6 | 34.6 | <u>17.0</u> | <u>51.1</u> |
| | Juli | 53.8 | 25.8 | <u>20.6</u> | 40.9 | 16.9 | <u>-1.4</u> | <u>19.2</u> |
| | Herbst | - | 60.4 | <u>1.4</u> | - | 66.8 | <u>7.6</u> | <u>9.0</u> |
| 13 | Juni | 50.0 | 34.5 | <u>44.4</u> | 27.8 | 22.5 | <u>10.6</u> | <u>55.0</u> |
| | Juli | 84.4 | 26.8 | <u>71.5</u> | 35.6 | 12.3 | <u>8.2</u> | <u>79.7</u> |
| | Herbst | - | 63.1 | <u>23.0</u> | - | 57.0 | <u>17.3</u> | <u>40.3</u> |
| 14 | Juni | 36.4 | 25.5 | <u>22.2</u> | 39.2 | 22.9 | <u>10.4</u> | <u>32.6</u> |
| | Juli | 50.6 | 22.8 | <u>33.7</u> | 36.7 | 22.0 | <u>7.0</u> | <u>40.7</u> |
| | Herbst | - | 51.8 | <u>12.1</u> | - | 40.1 | <u>-11.6</u> | <u>0.5</u> |
| 15 | Juni | 32.9 | 20.1 | <u>25.9</u> | 22.0 | 21.1 | <u>6.5</u> | <u>32.4</u> |
| | Juli | 38.4 | 11.5 | <u>22.8</u> | 29.8 | 11.5 | <u>4.7</u> | <u>27.5</u> |
| | Herbst | - | 44.0 | <u>16.9</u> | - | 34.0 | <u>-2.6</u> | <u>14.3</u> |
| 20 | Juni | 57.3 | 47.2 | <u>52.2</u> | 53.0 | 42.3 | <u>33.8</u> | <u>86.0</u> |
| | Juli | 83.7 | 30.2 | <u>61.6</u> | 69.1 | 29.9 | <u>37.5</u> | <u>99.1</u> |
| | Herbst | - | 66.5 | <u>14.2</u> | - | 91.4 | <u>29.9</u> | <u>44.1</u> |

Tab. 19. Phosphor (phosphorus)

| Fläche Nr. / Bewirtschaftungsvariante | P-Entzug 1981 (kg/ha) | | | P-Entzug 1982 (kg/ha) | | | Mehrentzugstotal 1981+1982 (kg/ha) | |
|--|-----------------------|------------------|---|-----------------------|------------------|---|--|------|
| | Entzug Sommer | Entzug Herbst | Mehr- entzug gegenüber Umgebung* | Entzug Sommer | Entzug Herbst | Mehr- entzug gegenüber Umgebung* | | |
| 3 | Juni | 5.8 | 3.1 | 5.4 | 3.8 | 2.8 | 8.6 | |
| | Juli | 6.4 | 3.2 | 6.1 | 4.4 | 1.8 | 8.9 | |
| | Herbst | - | 6.3 | 2.8 | - | 5.8 | 5.2 | |
| 13 | Juni | 5.3 | 3.6 | 7.3 | 2.6 | 1.9 | 2.8 | 10.1 |
| | Juli | 8.1 | 2.5 | 9.0 | 2.9 | 1.0 | 2.2 | 11.2 |
| | Herbst | - | 7.1 | 5.5 | - | 6.0 | 4.3 | 9.8 |
| 14 | Juni | 3.6 | 2.5 | 4.5 | 3.6 | 1.8 | 3.1 | 7.6 |
| | Juli | 5.1 | 2.4 | 5.9 | 3.6 | 1.8 | 3.1 | 9.0 |
| | Herbst | - | 5.3 | 3.7 | - | 2.8 | 0.5 | 4.2 |
| 15 | Juni | 2.9 | 1.8 | 3.3 | 1.8 | 1.7 | 1.4 | 4.7 |
| | Juli | 3.4 | 0.9 | 2.9 | 2.4 | 0.8 | 1.1 | 4.0 |
| | Herbst | - | 4.1 | 2.7 | - | 2.8 | 0.7 | 3.4 |
| 20 | Juni | 5.3 | 4.4 | 7.2 | 4.1 | 3.7 | 4.4 | 11.6 |
| | Juli | 8.2 | 2.9 | 8.6 | 5.7 | 2.5 | 4.8 | 13.4 |
| | Herbst | - | 5.9 | 3.4 | - | 7.3 | 3.9 | 7.3 |

Tab. 20. Kalium (potassium)

| Fläche Nr. / Bewirtschaftungsvariante | K-Entzug 1981 (kg/ha) | | | K-Entzug 1982 (kg/ha) | | | Mehrentzugstotal 1981+1982 (kg/ha) | |
|--|-----------------------|------------------|---|-----------------------|------------------|---|--|-------|
| | Entzug Sommer | Entzug Herbst | Mehr- entzug gegenüber Umgebung* | Entzug Sommer | Entzug Herbst | Mehr- entzug gegenüber Umgebung* | | |
| 3 | Juni | 82.6 | 43.1 | 60.0 | 55.0 | 41.9 | 27.0 | 87.0 |
| | Juli | 82.1 | 28.7 | 45.1 | 58.2 | 19.1 | 7.4 | 52.5 |
| | Herbst | - | 90.9 | 25.2 | - | 93.0 | 23.1 | 48.3 |
| 13 | Juni | 82.2 | 43.7 | 97.9 | 41.2 | 26.3 | 29.0 | 126.9 |
| | Juli | 129.8 | 34.0 | 135.8 | 50.5 | 17.5 | 29.5 | 165.3 |
| | Herbst | - | 99.7 | 71.7 | - | 91.8 | 53.3 | 125.0 |
| 14 | Juni | 42.9 | 29.9 | 43.8 | 52.1 | 25.7 | 30.8 | 74.6 |
| | Juli | 64.0 | 23.6 | 58.6 | 50.0 | 19.8 | 22.8 | 81.4 |
| | Herbst | - | 53.7 | 24.7 | - | 35.9 | -11.1 | 13.6 |
| 15 | Juni | 38.4 | 23.3 | 37.5 | 25.1 | 23.1 | 11.4 | 48.9 |
| | Juli | 73.2 | 12.4 | 61.4 | 40.7 | 10.7 | 14.6 | 76.0 |
| | Herbst | - | 64.8 | 40.6 | - | 57.0 | 20.2 | 60.8 |
| 20 | Juni | 67.0 | 61.8 | 77.0 | 68.7 | 64.7 | 67.6 | 144.6 |
| | Juli | 136.7 | 44.1 | 129.0 | 105.4 | 38.0 | 77.6 | 206.6 |
| | Herbst | - | 88.8 | 37.0 | - | 121.3 | 55.8 | 92.8 |

Tab. 21. Vergleich der drei Bewirtschaftungsvarianten bezüglich der Nährstoffmehrrentzüge gegenüber der ungedüngten Umgebung, in Prozenten der Düngermenge (= 100%)

Table 21. Comparison of the three management regimes relative to the additional deprivation of nutrients compared to the unfertilized environment, in percentages of the quantity of fertilizer (= 100%)

| Fläche Nr. / Bewirtschaftungsvariante | Nährstoffmehrrentzug gegenüber der ungedüngten Umgebung, in % der Düngermenge 1) | | | | | | | | | |
|--|--|--------------------|--------------------|-----------------|---------------------|--------------------|----------------------|---------------------|-------------------|--------------------|
| | Stickstoff | | | Phosphor | | | Kalium | | | |
| | 1981 ^a | 1982A ^a | 1982B ^a | 1981+1982 | 1981 ^a | 1982A ^a | 1982B ^a | 1981+1982 | 1981 ^a | 1982A ^a |
| 3 | Juni 14 9 | 7 -1 3 | 8 -1 3 | 21 8 4 | 7.7 8.7 4.0 | 4.6 4.0 3.4 | 5.0 4.4 3.6 | 12.3 12.8 7.4 | 14 11 6 | 6 2 6 |
| | Juli 1 1 | | | | | | | | | |
| | Herbst 1 1 | | | | | | | | | |
| 13 | Juni 19 30 10 | 4 3 7 | 5 5 8 | 23 33 17 | 6.9 8.6 5.3 | 2.7 2.1 4.1 | 2.9 2.3 4.3 | 9.6 10.7 9.4 | 16 22 11 | 5 5 9 |
| | Juli 10 10 | | | | | | | | | |
| | Herbst 10 10 | | | | | | | | | |
| 14 | Juni 9 14 5 | 4 3 -5 | 5 3 -5 | 14 17 0.2 | 4.3 5.6 3.5 | 2.9 2.9 0.5 | 3.1 3.1 0.5 | 7.3 8.6 4.1 | 7 9 4 | 5 4 -2 |
| | Juli 10 5 | | | | | | | | | |
| | Herbst 7 7 | | | | | | | | | |
| 15 | Juni 11 10 7 | 3 2 -1 | 3 2 -1 | 14 11 6 | 4.7 4.2 3.9 | 2.0 1.6 1.0 | 6.6 5.7 4.9 | 9 15 10 | 3 3 5 | 3 4 5 |
| | Juli 10 7 | | | | | | | | | |
| | Herbst 7 7 | | | | | | | | | |
| 20 | Juni 22 26 6 | 14 16 12 | 18 21 13 | 36 41 18 | 10.3 12.3 4.9 | 7.0 7.8 5.6 | 16.6 19.2 10.5 | 18 31 9 | 16 19 13 | 20 27 15 |
| | Juli 10 12 | | | | | | | | | |
| | Herbst 6 6 | | | | | | | | | |

1) Ausgebrachte Düngermengen 1979+1980 - Amounts of fertilizers in 1979+1980: Total in kg/ha

N: 240, P: 70 bzw. 105 auf Flächen 13 und 14, K: 418 bzw. 627.

2) 100% = ausgebrachte Düngermenge - total quantity of fertilizer

3) 100% = Düngermenge minus Entzug 1981 - quantity of fertilizer minus deprivation in 1981
(Dass die Werte der 4. Kolonne nicht immer der Summe der ersten beiden Kolonnen entsprechen, ist auf Rundungen zurückzuführen.)

- einen Mehrentzug an Stickstoff und in weniger als der Hälfte aller Varianten einen Nettoentzug an Kalium (Tab. 22). Doch darf daraus nicht geschlossen werden, dass die zweite Regenerationssaison (Sommer 1982) demnach lediglich hinsichtlich der Phosphorverarmung erfolgreich war (Tab. 22), denn bei der Berechnung der Nettoentzüge werden ja nur die Herbstwerte der ungedüngten Umgebung subtrahiert.
5. Tabelle 23 zeigt, dass mit der zwei Jahre dauernden Zweischnittnutzung im Mittel mehr als ein Fünftel der gedüngten N- und K-Mengen entzogen werden konnte. Bezuglich ihres N-Mehrentzugs sind die Herbstvarianten klar distanziert.

Tab. 22. Prozentualer Nährstoffmehrentzug gegenüber der ungedüngten Umgebung zum Zeitpunkt des Juni-, Juli- und Septemberschnitts. (Die Werte basieren auf den flächenbezogenen Entzugswerten.) Vergleich der Jahre 1981 und 1982.

Table 22. Percentual additional deprivation of nutrients compared to the unfertilized environments at the times of June, July, and September mowing. (The values are based upon the deprival values per unit area.) Comparison of the years 1981 and 1982.

| Fläche Nr. / 1) Bewirtschaftungsvariante | Mehrentzug in % gegenüber der ungedüngten Umgebung | | | | | |
|--|--|------------------|------------------|------|-----------|------------------|
| | an Stickstoff | | an Phosphor | | an Kalium | |
| | 1981 | 1982 | 1981 | 1982 | 1981 | 1982 |
| 3 | Juni | 36 | -35* | 120 | -14* | 80 |
| | Juli | -10 ^x | -20* | 65 | 8 | -11 ^x |
| | Herbst | 2 | 13 | 81 | 71 | 38 |
| 13 | Juni | 54 | -34 ^x | 236 | 36 | 170 |
| | Juli | 87 | -34 ^x | 291 | 22 | 162 |
| | Herbst | 57 | 44 | 352 | 260 | 256 |
| 14 | Juni | 2 | -20 ^x | 108 | 58 | 51 |
| | Juli | -5 ^x | -25 ^x | 119 | 69 | 30 |
| | Herbst | 30 | -22 ^x | 235 | 25 | 85 |
| 15 | Juni | 17 | -32 ^x | 83 | -18* | 58 |
| | Juli | 9 | -27 ^x | 81 | 3 | 97 |
| | Herbst | 62 | -7 ^x | 185 | 36 | 168 |
| 20 | Juni | 31 | -23 ^x | 111 | 12 | 61 |
| | Juli | 52 | -4 ^x | 180 | 39 | 103 |
| | Herbst | 27 | 49 | 135 | 114 | 71 |

1) Die Juni- und Juli-Werte beziehen sich auf den Frühschnittzeitpunkt.

Kommentar zu den negativen Werten:

* bedeutet: Bewirtschaftungsvariante wohl mit höherem Mineralstoffgehalt (in % der Trockensubstanz), doch mit geringerem Ertrag als ungedüngte Umgebung.

^x bedeutet: Bewirtschaftungsvariante mit geringerem Mineralstoffgehalt als Umgebung (s. auch EGLOFF 1983, S. 133).

Tab. 23. Vergleich der drei Bewirtschaftungsvarianten bezüglich ihres mittleren Nettonährstoffentzugs

Table 23. Comparison of the three mowing treatments relative to their mean net deprival of nutrients

| Nährstoff | N | | | P | | | K | | |
|--|----------------|----------------|--------|--------------|--------------|--------|---------------|----------------|--------|
| Variante | Juni | Juli | Herbst | Juni | Juli | Herbst | Juni | Juli | Herbst |
| Nettoentzug in kg* | 51.4 (138%) | 53.2 (146%) | 21.6 | 8.5 (41%) | 9.3 (77%) | 6.0 | 96.4 (42%) | 116.4 (71%) | 68.1 |
| Nettoentzug in % der Düngermenge | 22 | 22 | 8 | 10 | 22 | 7 | 20 | 24 | 14 |

* In Klammern der prozentuale Mehrentzug der Frühschnittvarianten gegenüber der Herbst-Variante.

In brackets the additional deprivation (in %) of the treatments with early mowing compared to the 'autumn-treatment'.

Tab. 24 (S. 91). Resultate der Diskriminanzanalysen (s. Kap. 3.7.4.1.).
 Table 24 (p. 91). Results of discriminant analyses

Erläuterungen:

- 1) a) Diskriminanzanalyse 1 (DA 1), vorgegebene Gruppen: Gruppe 1: Umgebung, Gruppe 2: Herbst-Varianten 1983

b) Wenn dem Artnamen ein • vorangestellt ist, wurden nicht die Deckungsprozentwerte sondern die Individuenzählwerte berücksichtigt.

c) Zur Verdeutlichung der Rangabstände werden die F-Werte angegeben. Der hinter dem 3. Rang in Klammern aufgeführte F-Wert gehört der viert-rangigen Art.

d) Die Sterne hinter den F-Werten kennzeichnen das Signifikanzniveau:

***: $P \leq 0.001$ ($\alpha = 0.1\%$)

** : $0.005 \geq P > 0.001$ ($\alpha = 0.5\%$)

* : $0.01 \geq P > 0.005$ ($\alpha = \text{?}$)

(*) : $0.025 \geq P > 0.01$ ($\alpha = 2.5\%$)

ohne Symbol: $P > 0.025$

e) Quelle für Arten-Rangliste und F-Werte ist der "Step 0" der Diskriminanzanalyse.

2) f) "ohne Carex acutiformis"acet: C . . . utiformis ist nicht Bestandteil der Datenmatrix. (DA 2 vor Säche 20 wurde ohne C. acutiformis durchgeführt.)

| Fläche Nr. | Resultate der Diskriminanzanalysen | |
|---------------|---|--|
| | DA 1 | DA 2 |
| | <p>A: Die drei Arten, die die beiden vorgegebenen Gruppen(1) am besten trennen (diskriminieren)</p> <p>B: Zuordnung der Frühschnitt-varianten zu einer der beiden vorgegebenen Gruppen</p> | <p>Diejenigen drei Arten, die die drei Bewirtschaftungsvarianten nach Beendigung des Experiments am besten trennen</p> |
| 3 | <p>A: 1. <i>Solidago ser.</i> 164.2*** 2. <i>Molinia coerulea</i> 42.7** 3. <i>•Solidago ser.</i> 28.5** (21.8)</p> <p>B: Juni + Juli --> Gruppe 1</p> | <p>1. <i>Cirsium oleraceum</i> 14.6** 2. <i>•Calamagrostis epig.</i> 11.2* 3. <i>Poa spec.(v.a. prat.)</i> 8.7(*) (4.2)</p> |
| 13 | <p>A: 1. <i>•Cirsium pal.</i> 101.4*** 2. <i>Inula salicina</i> 49.2*** 3. <i>Mentha aquatica</i> 29.4** (9.0)</p> <p>B: N1 --> Gruppe 2 N2 --> Gruppe 1</p> | <p>1. <i>Inula salicina</i> 22.5(*) 2. <i>•Inula salicina</i> 3.2 (1.7)</p> |
| 14 | <p>A: 1. <i>•Cirsium pal.</i> 227.6*** 2. <i>Calamagrostis</i> 162.0*** 3. <i>Cirsium pal.</i> 147.0*** (55.1)</p> <p>B: Juni + Juli --> Gruppe 2</p> | <p>1. <i>Inula salicina</i> 12.5 2. <i>•Inula salicina</i> 6.6 3. <i>Pulicaria dysenterica</i> 6.0 (3.0)</p> |
| 15 | <p>A: 1. <i>•Mentha aquat.</i> 156.2*** 2. <i>Mentha aquatica</i> 51.6*** 3. <i>Centaurea ang./ Cirsium pal.</i> 33.3** (21.8)</p> <p>B: Juni --> Gruppe 2 Juli --> Gruppe 1</p> | <p>1. <i>•Mentha aquatica</i> 18.9(*) 2. <i>Mentha aquatica</i> 15.1(*) 3. <i>•Molinia coerulea</i> 4.6 (4.0)</p> |
| 18 | <p>A: 1. <i>Molinia coer.</i> 225.0** 2. <i>•Agrostis gig.</i> 49.0(*) (4.0)</p> <p>B: Juni + Juli --> Gruppe 1</p> | <p>1. <i>Molinia coerulea</i> 27.9(*) 2. <i>•Lythrum salicaria</i> 3.3 3. <i>Lysimachia vulgaris</i> 3.0 (2.6)</p> |
| 20 | <p>A: 1. <i>Carex acutif.</i> 26.8 2. <i>•Calamagrostis</i> 23.7 3. <i>•Mentha aquat.</i> 20.4 4. <i>Sympytum off.</i> 16.0 (10.0)</p> <p>B: ohne <i>Carex acutiformis</i> (2): N1 --> Grp.1, N2 --> Grp.2 mit <i>Carex acutiformis</i>: Jun.-->Grp.2, Jul.-->Grp.1</p> | <p>1. <i>•Mentha aquatica</i> 8.9 2. <i>•Lythrum salicaria</i> 6.7 3. <i>Mentha aquatica</i> 5.6 4. <i>Pulicaria dysenterica</i> 5.4 (3.9)</p> |

6. Wie die in Prozenten der ausgebrachten Düngermenge ausgedrückten Entzugswerte (Tab. 21 und 23) zeigen, ist von den drei Makronährstoffen Stickstoff, Phosphor und Kalium der Phosphor am schwierigsten zu entfernen.

Berücksichtigt man die bei den vorliegenden Bodenverhältnissen starke Immobilisation des Phosphors, dann ist das Ziel, das ursprüngliche Phosphor-Niveau wiederherzustellen, als (nur beinahe?) illusorisch, die Massnahme, durch mehrmalige Mahd kurzfristig (und sogar mittelfristig) eine P-Oligotrophierung zu erreichen, als unwirksam zu bezeichnen. Aber gerade die Immobilisation wirkt auch oligotrophierend, indem die pflanzenverfügbare P-Menge dadurch (zumindest vorübergehend) abnimmt. (Die ausführliche Kommentierung des P-Entzugs ist angesichts seiner Bedeutung als primär limitierendem Nährstoff gerechtfertigt; s. EGLOFF 1983 und Kap. 5.3.)

7. Es ist nicht möglich, eine generelle Aussage zur notwendigen Dauer der Oligotrophierungsmassnahme bis zur Erreichung des ursprünglichen Nährstoffniveaus des Standorts zu machen (s. 2. und 3.). Doch muss mit einer zweistelligen Zahl von Jahren gerechnet werden, zumal das Frühschnittregime im Interesse der Streuwiesenpflanzen nicht ununterbrochen durchgeführt werden darf.
Beim Stickstoff wären zudem die Einträge durch Niederschläge und Wind ein gewichtiger Störfaktor.

4.4.3. Die Reaktion der Vegetation auf das Schnittregime

4.4.3.1. Einige wichtige Vorbemerkungen:

1. Der folgenden Besprechung liegen vier graphische Darstellungen und eine Tabelle zugrunde: Die ordinierten Resultate der Korrespondenzanalysen mit den Datenmatrizen 2 und 3 (s. Kap. 3.7.2.; Diagramme B bzw. C) sowie das auf der Datenmatrix 3 basierende Aufnahme-Clustering und schliesslich die beiden in Kapitel 3.7.4.1. beschriebenen Versionen der Diskriminanzanalyse, im folgenden DA 1 bzw. DA 2 genannt (Tab. 24).
2. - Die bereits in Kapitel 4.2. vorgestellten Diagramme B orientieren lediglich über die Stellung der Frühschnittvarianten nach dem zweijährigen Versuch.
- Diagramm C und das Dendrogramm umfassen den ganzen Versuch, basieren aber nur auf den Zähldaten, da vor dem Frühschnitt keine Aufnahmen gemacht worden waren (s. auch Kap. 3.7.2.).
- Auf Diagramm C repräsentieren sämtliche drei 1981er Zählungen der N1- bzw. N2-Parzellen den Ausgangszustand. Die drei Punkte liegen im Koordinatensystem unterschiedlich weit auseinander, wofür die kleinflächige Heterogenität der Vegetation verantwortlich ist, welche wiederum u.a. davon beeinflusst wurde, welche Menge der von Hand ausgestreuten Düngermenge auf den Zählquadraten gelandet war.

4.4.3.2. Besprechung der einzelnen Flächen

a) Fläche 3 (Abb. 18, 53)

1. Ausser der Juni-Variante 2 waren die Frühschnittvarianten schon zu Beginn des Versuchs Solidago-ärmer als die Herbst-Varianten. Auf Diagramm 3-C (Abb. 53) ist die Verarmung im Laufe der beiden Jahre gut zu erkennen. (Solidago "spannt" die x-Achse auf, d.h.: Die x-Achse ist vor allem ein Solidago-Gradient.) Deshalb werden die Frühschnitt-

- varianten bei der Diskriminanzanalyse auch der Umgebung zugeordnet (Tab. 24, DA 1).
2. Dass die Juni-Variante 1 regenerierte, trifft nur teilweise zu. Ihre Stellung auf Abbildung 53 verdankt sie der Zunahme von Molinia; die Häufigkeit von Festuca arundinacea kommt dabei nicht zum Ausdruck.
 3. Ebenfalls nicht zum Ausdruck kommt auf der Abbildung 53 die Zunahme von Calamagrostis auf N2, die sich aber nicht auf die Frühschnittvarianten beschränkte, sowie diejenige von Poa pratensis auf der Juli-Variante 1. (Die Zähldaten von Poa erfüllten die Aufnahmekriterien für die Datenmatrix nicht.)
 4. Cirsium oleraceum, das die drei Varianten am besten trennt (Tab. 24, DA 2), kommt 1983 auf den Juli-Varianten am häufigsten (jedoch nur mit ca. 7% Deckung), auf den Herbstvarianten aber überhaupt nicht vor.
 5. Auf den Frühschnittvarianten kam es gemäss den Zähldaten zu einer Ausbreitung von Lysimachia.
 6. Die Zähldaten zweier Frühschnittvarianten dokumentieren einen Rückgang von Eupatorium cannabinum.
 7. Eine Analyse des Verhaltens von Cirsium arvense und Phragmites communis folgt in Kapitel 4.4.5.
- b) Fläche 6 N2 (Abb. 19, 54)
1. Infolge einer starken Ausbreitung von Solidago entfernt sich die Juni-Variante vorübergehend noch weiter von der Umgebung (Abb. 54).
 2. Ein wesentliches Ereignis, das auf den Abbildungen nicht zum Ausdruck kommt betrifft Calamagrostis: Sie breitete sich ab 1982 stark aus, nachdem sie 1981 auf keinem Zählquadrat hatte festgestellt werden können.
 3. Nachdem Agrostis 1980 noch mit geringer Deckung vorgekommen war, konnte sie 1981 nicht mehr nachgewiesen werden. Zähldaten und Dekkungsgrade belegen, dass Agrostis am Schluss des Versuchs auf den Frühschnittvarianten klar häufiger als auf dem nur im Herbst geschnittenen Mittelstreifen auftrat.
 4. 1983 "fehlten" Cirsium arvense und Eupatorium cannabinum auf den Zählquadraten der Frühschnittstreifen; letztere figurierte nicht einmal mehr auf der Vegetationsaufnahme. 1982 waren auf der Juni-Variante immerhin noch 36 bzw. 40 Exemplare pro m² gezählt worden. Die Entwicklung von Cirsium sowie Solidago und Phragmites wird in Kapitel 4.4.5. weiter analysiert.
 5. Folgende weiteren Arten verhielten sich auf beiden Frühschnittvarianten gleich: Mentha ging zurück und Phragmites nahm zu, auf der Juni-Variante zwar nur vorübergehend.
 6. Mit zwei Ereignissen sticht die Juli-Variante heraus (Abb. 54): Erstens mit dem Verschwinden von Solidago und zweitens mit der ausserordentlich starken Zunahme von Molinia.
 7. Inula, Lysimachia und Pulicaria zeigten auf allen drei Varianten im Verlauf der Versuchsperiode zunehmende Tendenz.
- c) Fläche 13 (Abb. 21, 55, 56)
1. Weder die beiden Juni- noch die Juli-Varianten zeigen eine Parallelentwicklung.
 2. Ihre Eigenentwicklung - deutlich bei Juni 1 (Mentha) und Juli 2 (Molinia) - führt sie von der Vegetation der Umgebung weg.
 3. Diagramm B (Abb. 21) und vor allem das Dendrogramm (Abb. 56) zeigen jedoch, dass die Frühschnittvarianten von N2 der Umgebung näher stehen (s. dazu auch Kap. 4.2.3.3.).

4. Die Zusammensetzung der Vegetation zu Beginn des Bewirtschaftungsexperiments überlagert die Auswirkungen des Frühschnitts (s. Zuordnung durch DA 1, Tab. 24 und Abb. 56): Die beiden Frühschnittvarianten einer ehemaligen Düngungsparzelle (N1 bzw. N2) sind sich 1983 ähnlicher als die beiden gleich bewirtschafteten Varianten einer Versuchsfläche. Zwei Jahre mit zusätzlichem Frühschnitt konnten somit die zu Beginn des Bewirtschaftungsexperiments bestehenden Unterschiede in der Zusammensetzung der Vegetation nicht beseitigen.
5. Während die Agrostis-Population der Herbst-Varianten zusammenbrach (s. Kap. 4.2.1.2. und EGLOFF 1985, Abb. 5), scheint das Zweischnittregime bzw. der Frühschnitt, was bereits für Fläche 6 festgestellt werden konnte, dieses Untergras zu fördern. KLAPP (1974, S. 227) bestätigt dies.
6. Auf drei Frühschnittvarianten machte sich Festuca arundinacea breit.
7. Auf N1 profitierte auch Cirsium palustre vom Frühschnitt.
8. Inula salicina ist diejenige Art, die die Varianten aufgrund der Diskriminanzanalyse am besten trennt (Tab. 24, DA 2; s. dazu auch Abb. P4).

d) Fläche 14 (Abb. 23, 57)

1. Nicht nur die Herbst-, auch die Frühschnittvarianten entfernten sich noch weiter von der Umgebung (Abb. 57). Das spiegelt sich auch in der Zuordnung durch DA 1 (Tab. 24). Dem weiteren Rückgang von Molinia stehen, alle Varianten zusammen betrachtet, die Zunahme von Calamagrostis (s. EGLOFF 1985), Inula (vor allem Juni), Cirsium palustre (auf Herbst-Variante 1983 wieder Rückgang) und Mentha gegenüber. Doch müssten die Juni-Varianten auf Abbildung 57 bereits 1981 weiter links stehen, denn die Zählung erfolgte in diesem Jahr offenbar zu früh, als dass Calamagrostis-Halme hätten festgestellt werden können.
2. Wie auf Fläche 13 (s. Punkt 4) hob der Frühschnitt die anfänglichen Unterschiede zwischen den Varianten mit demselben Frühschnittzeitpunkt nicht auf (Abb. 23).
3. Bezuglich Agrostis kann die Aussage zu Fläche 13 übernommen werden.
4. Inula "diskriminiert" wie bei 13 die drei Varianten am besten (Tab. 24, DA 2).

e) Fläche 15 (Abb. 25, 58, 59)

1. Auf dem Dendrogramm (Abb. 59) wird die starke Annäherung der Juli-Varianten an die Umgebung ab Sommer 1982 deutlich, was auch aus Diagramm 15-C (Abb. 58) und Tabelle 24 (Zuordnung bei DA 1) hervorgeht. Dafür verantwortlich sind die Abnahme von Mentha und die Zunahme von Molinia.
2. Auf den Juni-Streifen hingegen nahm Mentha ebenso zu wie auf den Herbst-Varianten (Abb. 58).
3. Mentha ist aufgrund der Diskriminanzanalyse denn auch diejenige Art mit der grössten diskriminierenden Wirkung (Tab. 24, DA 2).
4. Auch auf dieser Fläche konnte sich Agrostis auf den Frühschnittvarianten halten bzw. wieder ausbreiten.
5. Dass sich die Herbst-Variante 1 auf den Abbildungen 25 und 58 absetzt, ist auf die starke Ausbreitung von Pulicaria zurückzuführen.
6. Calamagrostis verschwand 1983 lediglich von den Zählquadraten der Juli-Varianten.
7. Solidago wird in Kapitel 4.4.5. zur Sprache kommen.

f) Fläche 18 (Abb. 60)

1. Die beiden Herbst-Varianten stehen am Schluss des Experiments besser

- da als drei der vier Frühschnittvarianten (Abb. 60), was sie vor allem ihrer grossen Zahl von Molinia-Halmen zu verdanken haben.
2. Molinia weist auf den Herbst-Varianten sogar gegenüber der Umgebung eine höhere Deckung auf. Diese Beobachtung, die auch auf einzelnen Varianten der Flächen 13 und 15 gemacht werden konnte, lässt sich mit der düngungsbedingten Verdrängung niederwüchsiger Sauergräser (Carex, Schoenus) erklären (vgl. z.B. Kap. 4.2.1.2.e)).
 3. Molinia ist hier denn auch die am besten diskriminierende Art (Tab. 23, DA 2).
 4. Für die unterschiedlichen Ausgangspunkte der Varianten von N2 (Abb. 60) ist hauptsächlich Calamagrostis verantwortlich, welche 1981 nur auf den Zählquadraten der Juli-Variante beobachtet wurde. Ihre Zahl nahm auf dieser Variante jedoch in der Folge ab. (Im Juni 1981 waren noch keine Blütenstände sichtbar gewesen.) Auf der Teilfläche N1, die anfänglich von diesem Gras verschont geblieben war, kam es gemäss den Vegetationsaufnahmen nur auf der Juni-Variante zu einer Invasion.
 5. Agrostis verhielt sich gleich wie auf den vorher besprochenen Flächen.
 6. Dass die Juli-Variante 1 1983 bezüglich der Referenz besser dasteht als die anderen Frühschnittvarianten, liegt hauptsächlich an der grösseren Zahl von Molinia-Halmen, dem Fehlen von Calamagrostis (gegenüber N2) und der geringeren Zahl von Agrostis (gegenüber Juni 1).
 7. Auf den Frühschnittvarianten Juni 2, Juli 1 und vor allem Juli 2 breitete sich der bereits vor der Düngung vorkommende Ranunculus repens aus. (Auf Juni 1 kam er nicht vor.)
- g) Fläche 20 (Abb. 28, 61, 62)
1. Diagramm 20-B (Abb. 28), das Dendrogramm (Abb. 62) und Diagramm 20-C (Abb. 61) zeigen alle eines deutlich: Einzig die Juli-Variante 2 näherte sich der Umgebung, was auf die Zunahme von Molinia und den Rückgang von Inula zurückzuführen ist.
 2. Der Alleingang der Juni-Variante 2 (Abb. 61) lässt sich hauptsächlich mit der Ausbreitung von Calamagrostis erklären.
 3. Agrostis verhält sich gleich wie auf den anderen Flächen (s. z.B. c), Punkt 5).
 4. Während Mentha gemäss den Zähldaten auf den Juni- und Herbst-Streifen Terrain gewinnen konnte, stagnierte sie auf der Juli-Variante. (Vgl. das Verhalten von Mentha auf Fläche 15.)
 5. Wie bei Fläche 15 trennt Mentha die drei Varianten am besten (Tab. 24, DA 2).
 6. Centaurea verschwand vollständig von den Zählquadraten, aber nicht von der übrigen Fläche der Herbstvariante 2. Erwähnenswert ist ihr Verhalten auf der Variante Juli 2: 1981 wurde pro m² 20 fertile Individuen festgehalten, 1982 war sie nur im Zweitaufwuchs und 1983 konnten 13 Exemplare erfasst werden, wovon aber nur 1/5 Stengel ausgebildet hatte. Centaurea litt möglicherweise unter dem Frühschnitt (s. aber auch Kap. 4.1.1.). Bei der Besprechung der Artengruppe Centaurea jacea vermutet LANDOLT (1977) unter Berücksichtigung der Ergebnisse von GEBERT (1972), dass Centaurea angustifolia deshalb nicht auf Fettwiesen und Weiden vorkomme, weil sie den frühen Schnitt nicht vertrage.

Eine Zusammenfassung der Frühsnitteffekte folgt in Kapitel 4.4.6., unter Einbezug der Aussagen der Kapitel 4.4.4. und 4.4.5..

Abb. 53-55, 57, 58, 60, 61. Ordination der Vegetation der Regenerationsflächen mittels Korrespondenzanalysen aufgrund der Individuenzählungen

Figs. 53-55, 57, 58, 60, 61. Ordination of vegetation of the regeneration plots by correspondence analyses, based on countings of individuals

Aufgeführt sind jeweils sämtliche Arten, die für die Datenmatrix berücksichtigt wurden. Die unterstrichenen Arten liefern die grössten Beiträge zur Erklärung der Gesamtvarianz. Angegeben sind zudem die Beiträge der Achsen zur Erklärung der Gesamtvarianz. x:...%, y:...%, z:...%.

The listed species form the data matrix. A preceding * means, that the species appears twice in the matrix. 1st with its percentage of coverage and 2nd with its number of individuals per m^2 . The species which make the greatest contribution to the explanation of the total variance are underlined. Contributions to the explanation of the total variance of the axes are also named.

Erläuterungen s. Abb. 17-28 und S. 99
explanations see figs. 17-28 and p. 99

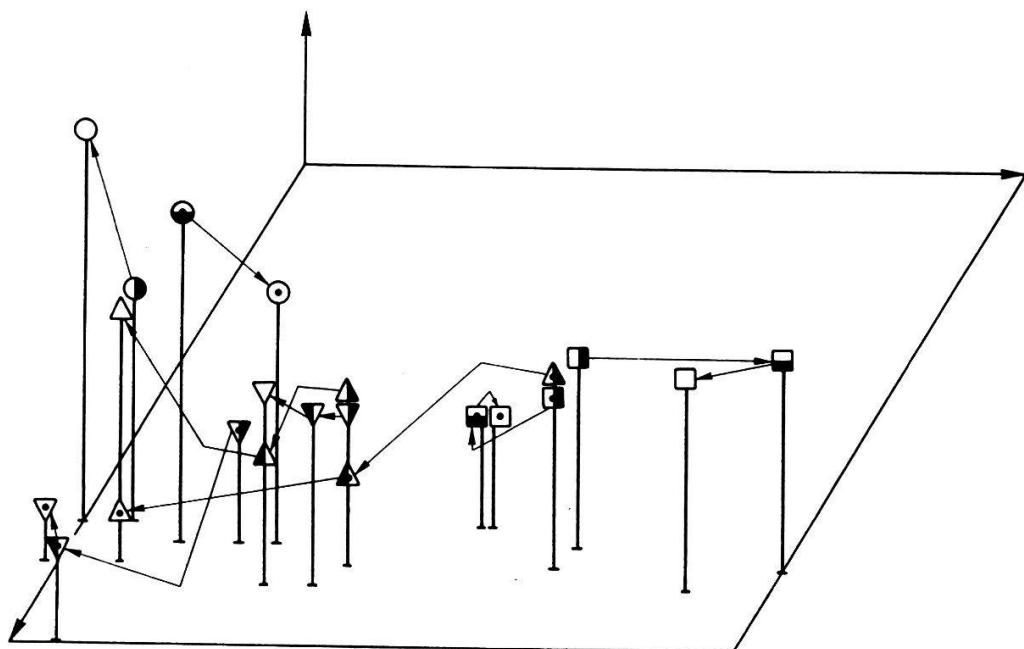


Abb. 53. Fläche 3: Diagramm 3-C

Calamagrostis epigeios, Festuca arundinacea, Molinia coerulea, Phragmites communis; Cirsium arvense, Lysimachia vulgaris, Solidago serotina
x: 79.1%, y: 15.1%, z: 3.5%; Total: 97.7%

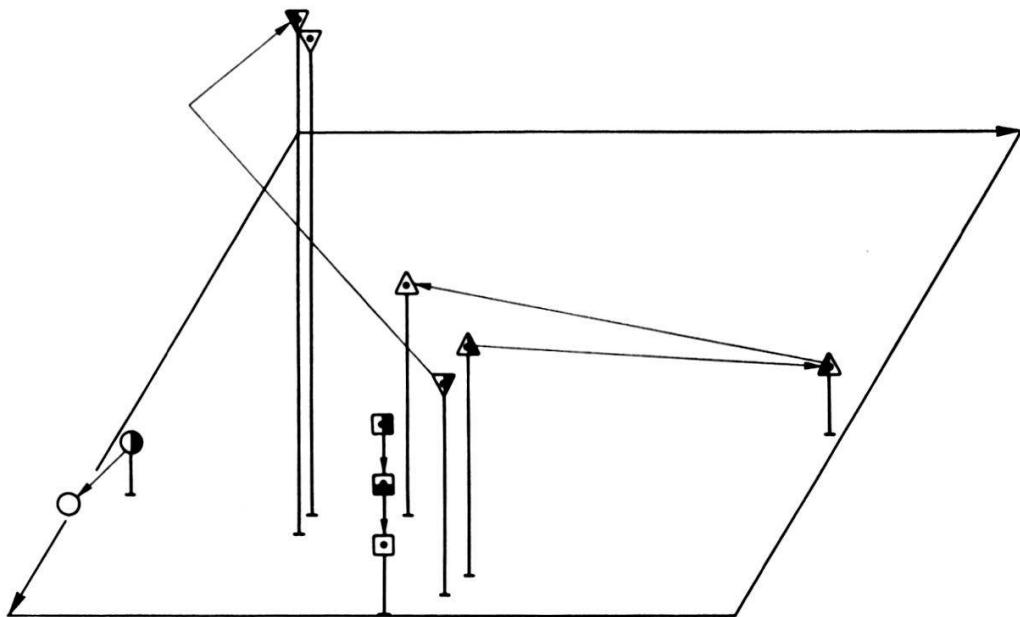


Abb. 54. Fläche 6: Diagramm 6-C

Calamagrostis epigeios, Molinia coerulea, Phragmites communis;
Cirsium arvense, Eupatorium cannabinum, Inula salicina, Lysimachia vulgaris,
Mentha aquatica, Pulicaria dysenterica, Solidago serotina
x: 46.5%, y: 35.2%, z: 8.4%; Total: 90.1%

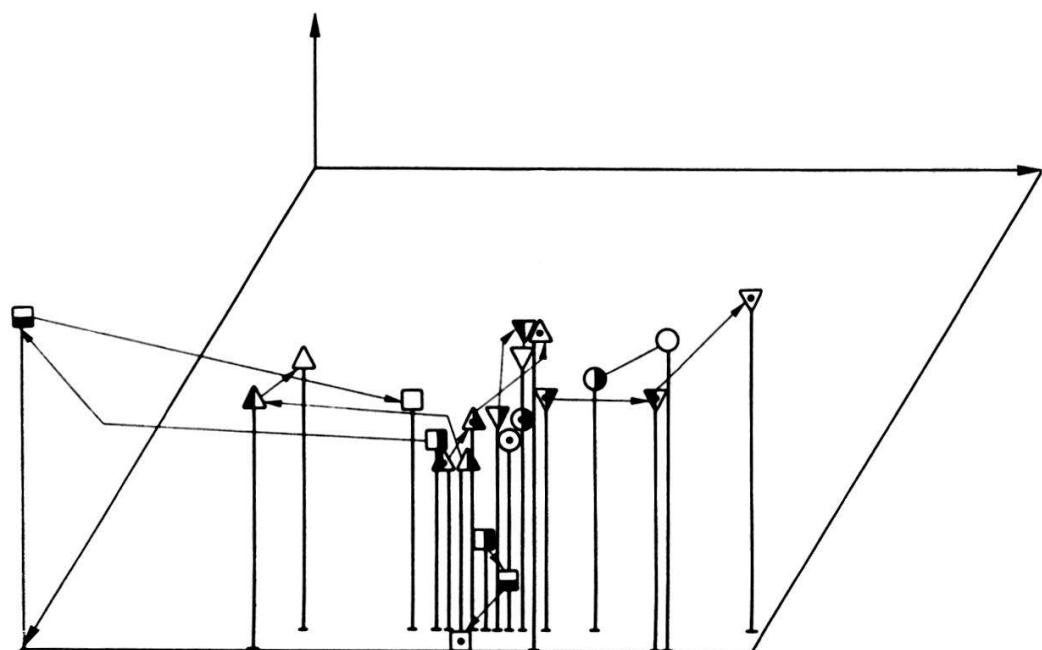


Abb. 55. Fläche 13: Diagramm 13-C

Festuca arundinacea, Molinia coerulea;
Cirsium palustre, Inula salicina, Mentha aquatica, Pulicaria dysenterica
x: 74.4%, y: 23.1%, z: 2.2%; Total: 99.7%

Abb. 56, 59, 62. Dendrogramme aufgrund der Individuenzählungen, hergestellt mit Clusteranalysen
Figs. 56, 59, 62. Dendograms by cluster analyses, based on counting of individuals

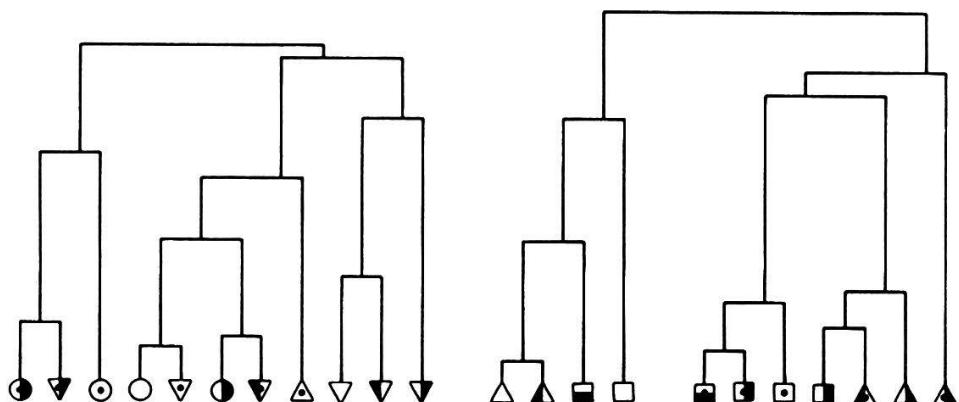


Abb. 56. Dendrogramm Fläche 13

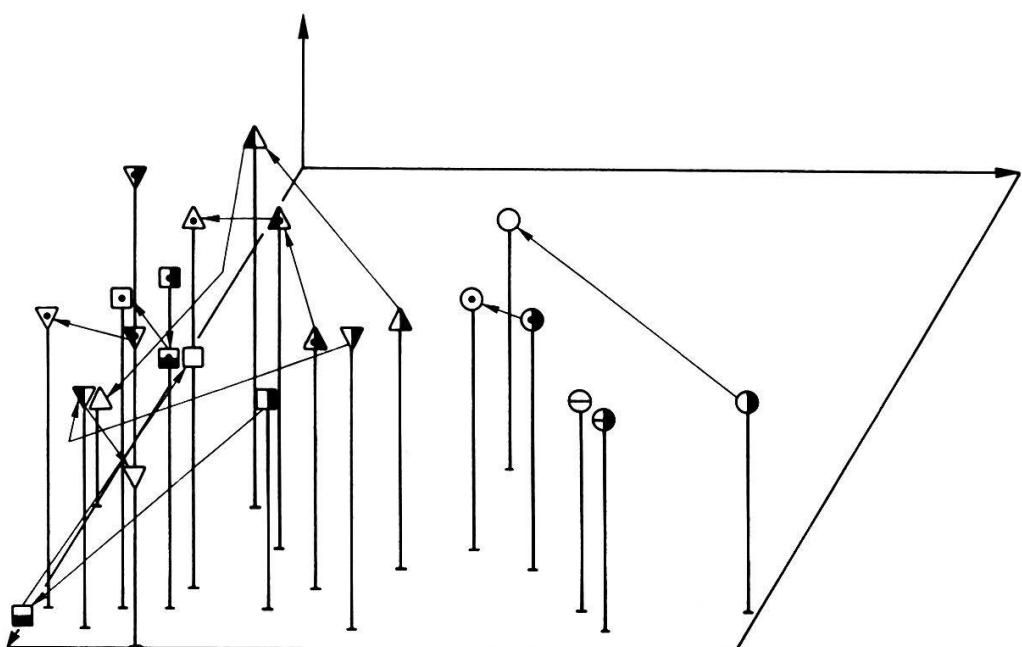


Abb. 57. Fläche 14: Diagramm 14-C
Calamagrostis epigeios, Molinia coerulea,
Cirsium palustre, Inula salicina, Mentha aquatica
x: 70.9%, y: 16.4%, z: 9.6%; Total: 96.9%

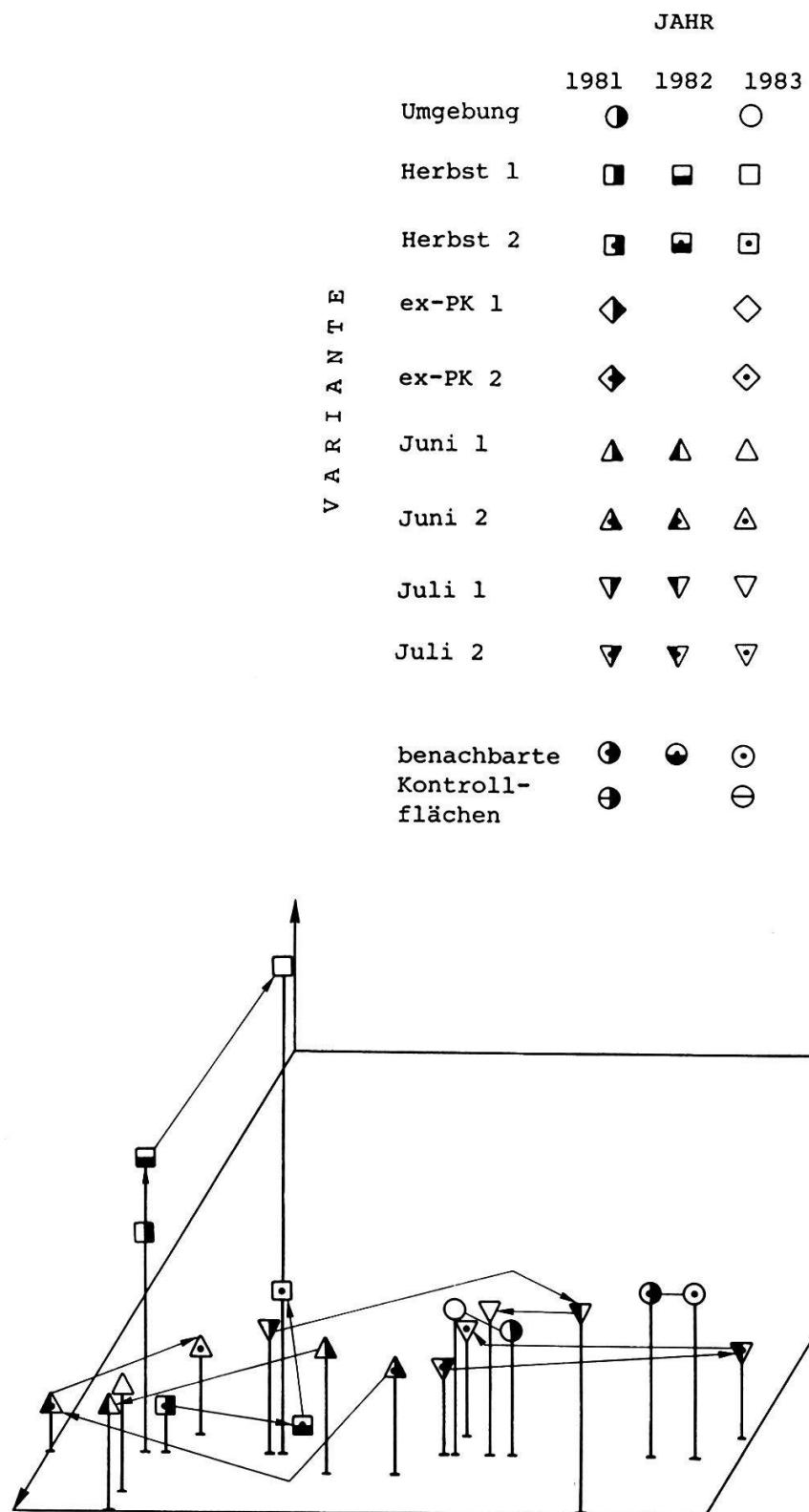


Abb. 58. Fläche 15: Diagramm 15-C
Calamagrostis epigeios, Molinia coerulea, Inula salicina, Mentha aquatica, Pulicaria dysenterica, Solidago serotina
 x: 78.6%, y: 18.7%, z: 2.0%; Total: 99.3%

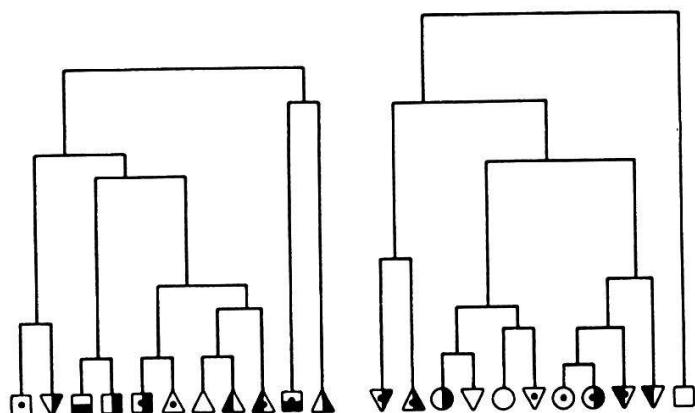


Abb. 59. Dendrogramm Fläche 15

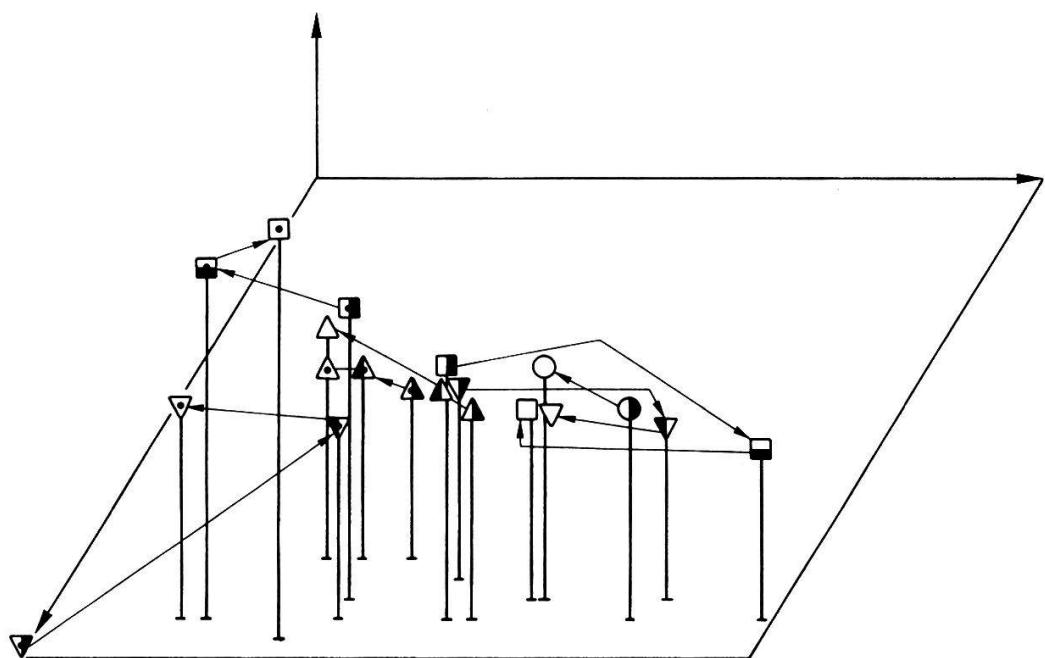


Abb. 60. Fläche 18: Diagramm 18-C
Agrostis gigantea, Calamagrostis epigeios, Molinia coerulea;
Inula salicina, Lythrum salicaria, Mentha aquatica
x: 76.1%, y: 15.7%, z: 6.0%; Total: 97.8%

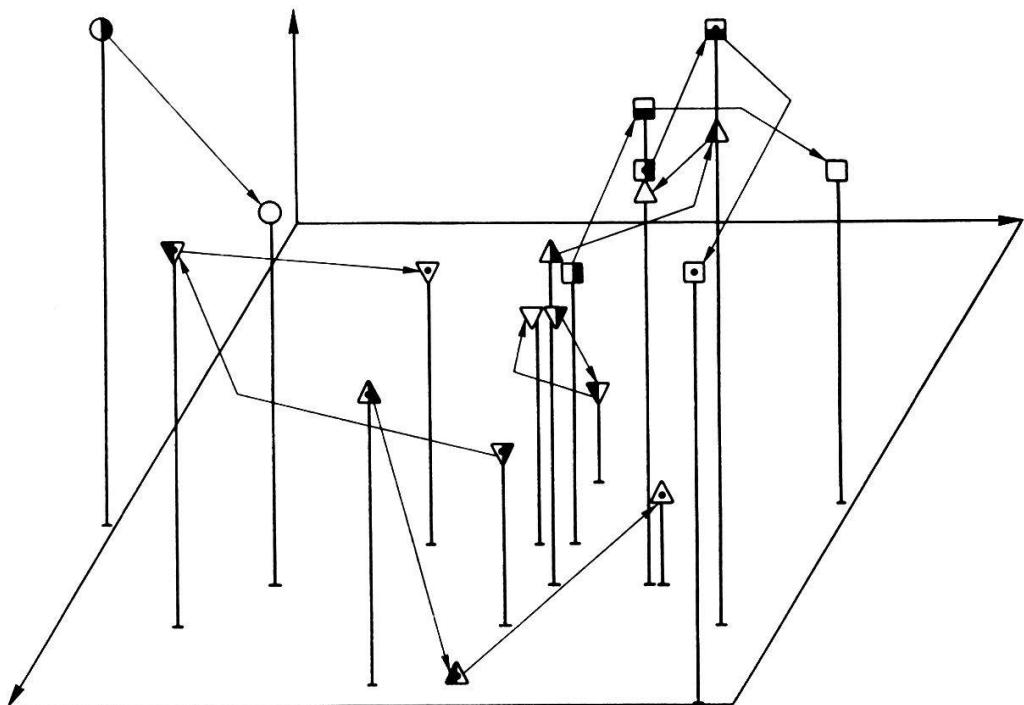


Abb. 61. Fläche 20: Diagramm 20-C

Calamagrostis epigeios, Molinia coerulea; Centaurea angustifolia, Inula salicina, Lythrum salicaria, Mentha aquatica, Pulicaria dysenterica

x: 50.1%, y: 31.0%, z: 11.3%; Total: 92.4%

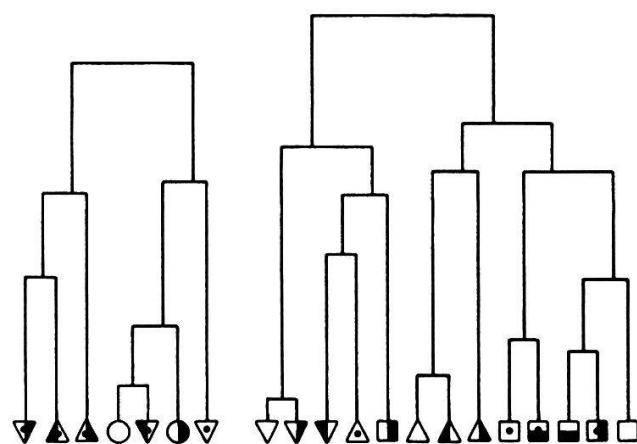


Abb. 62. Dendrogramm Fläche 20

4.4.4. Verschiebungen bei den Ertragsanteilen von 1981 zu 1982

4.4.4.1. Einleitung

Wesentliche Biomasse-Fraktionen der Flächen 3 und 6, die hier nicht besprochen werden, kommen in Kapitel 4.4.5. zur Sprache; es handelt sich um Cirsium arvense und Solidago serotina. Von den Frühschnittvarianten wird jeweils nur der Erstaufwuchs dargestellt. Die Anteile von 1981 repräsentieren die Ausgangssituation, die von 1982 dokumentieren die Veränderungen nach der ersten Regenerationssaison, eventuell überlagert von Nachwirkungen der Düngung.

4.4.4.2. Besprechung der einzelnen Versuchsflächen

a) Fläche 13 (Abb. 63, 64)

Während auf der Juni-Variante 1 der Kräuter-Anteil, vor allem der von Inula salicina, zunahm (Abb. 63), blieben die Verhältnisse auf der Juni-Variante 2 gleich (Abb. 64). Auf beiden Juli-Varianten erlitt die Gräser-Fraktion, ebenfalls auf Kosten von Inula, leichte Einbussen. Auf den Herbst-Varianten schliesslich war die starke Ausbreitung von Mentha aquatica das auffälligste Ereignis (s. auch Kap. 4.2.3.5., Abb. 37).

b) Fläche 14 (Abb. 65, 66)

Im Gegensatz zur stärker gedüngten Variante Juni 2, wo der Anteil der Kräuter 1982, obwohl er sich immerhin verdreifachte (Abb. 66), gering blieb, betrug er auf Juni 1 fast ein Viertel; dies lag aber nicht nur an Inula (Abb. 65). Die fast nur mit Rosetten vorkommenden Cirsium palustre und Succisa pratensis profitierten offensichtlich von den verbesserten Lichtverhältnissen. Auf den Juli-Varianten blieb die Gräser-Dominanz beinahe unverändert, was bereits für die Herbst-Varianten hatte festgestellt werden können (s. auch Kap. 4.2.3.5., Abb. 38).

c) Fläche 15 (Abb. 67, 68)

Nahezu gleich blieben die Verhältnisse auf Juni 1 (Abb. 67); lediglich Solidago erreichte neu Fraktionsstärke. Dem steht auf Juni 2 ein Rückgang der Kräuter gegenüber (Abb. 68); auffällig ist die Halbierung des Anteils von Mentha. Die Entwicklung der Juli-Varianten ist der von Juni 2 vergleichbar, wobei die auf Juli 1 viel deutlicher ist: Erwähnenswert ist neben Mentha die Verkleinerung des Anteils von Solidago (Abb. 67).

Abb. 63-70 (S. 103-106). Biomasse-Fraktionen (in % des Gesamtertrags) der Bewirtschaftungsvarianten, Vergleich der Jahre 1981 und 1982

Figs. 63-70 (p. 103-106). Standing crop, in % of total yield, of the management treatments, comparison of the years 1981 and 1982

| | |
|---|--|
|  "Kräuter, Rest" |  Symphytum officinale |
|  Solidago serotina |  Pulicaria dysenterica |
|  Inula salicina |  Centaurea angustifolia |
|  Mentha aquatica |  "Gräser" |
|  Cirsium arvense (+ oleraceum) | |

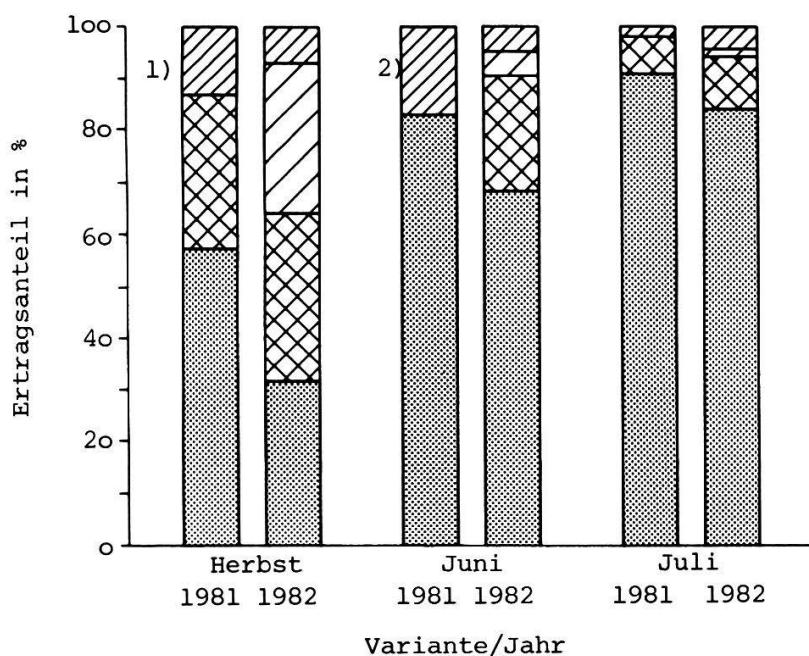


Abb. 63. Fläche 13 N1

1) vor allem Mentha aquatica, 2) vor allem Inula salicina

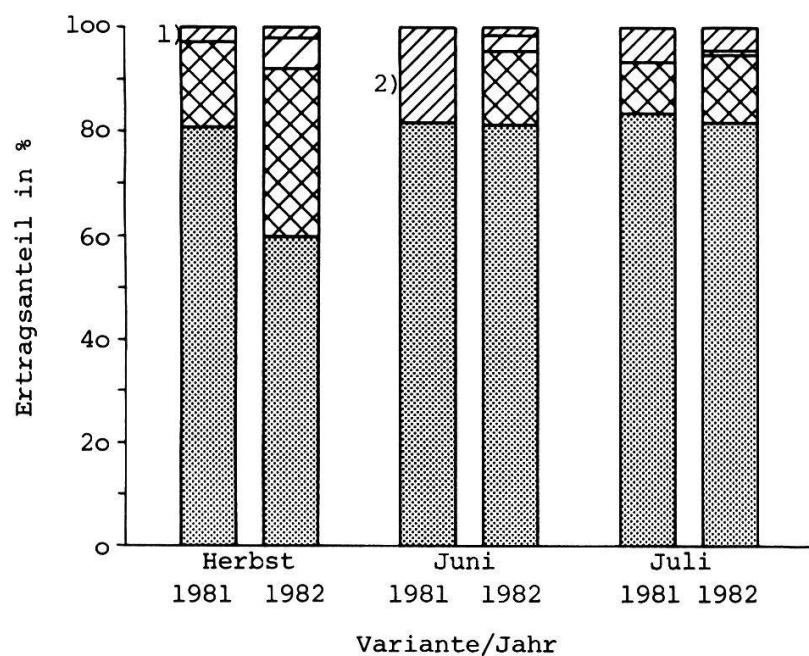


Abb. 64. Fläche 13 N2

1) vor allem Mentha aquatica, 2) vor allem Inula salicina

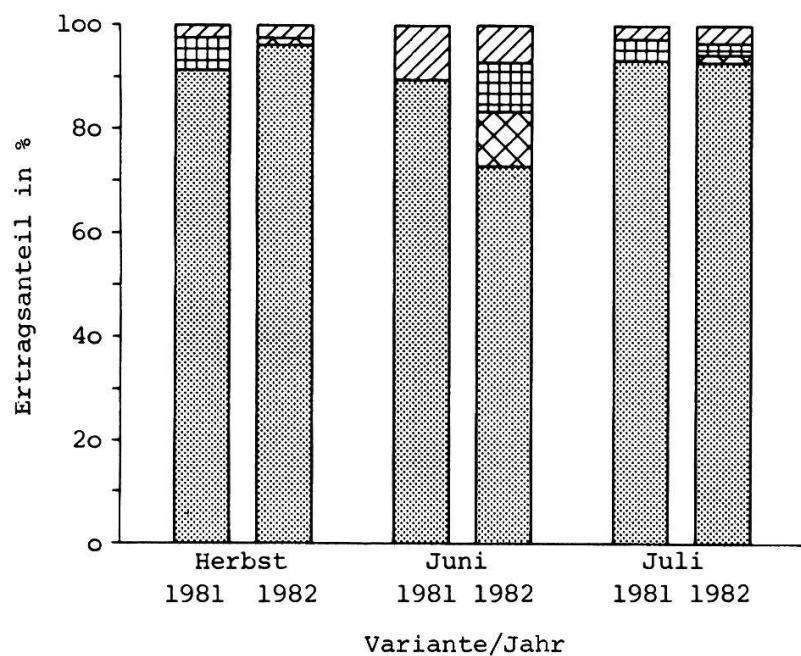


Abb. 65. Fläche 14 N1

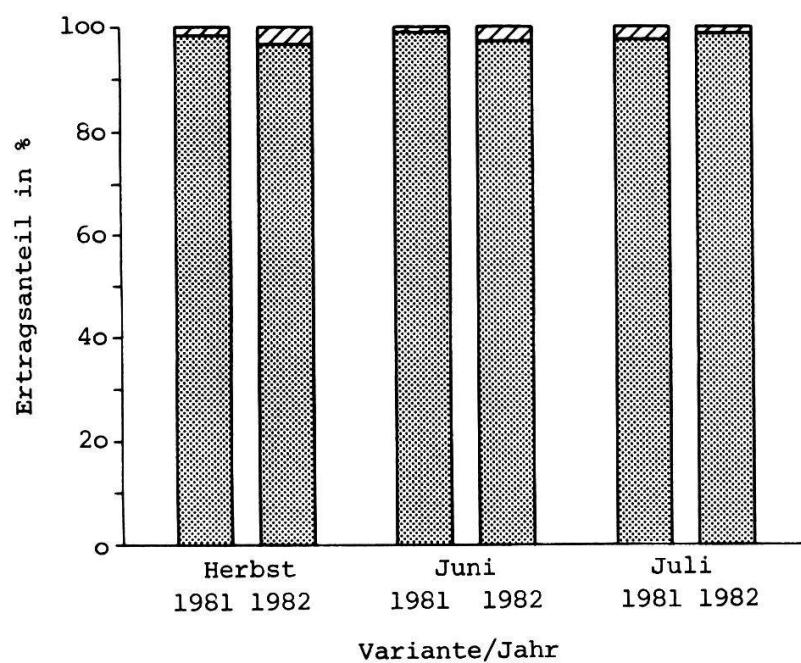


Abb. 66. Fläche 14 N2

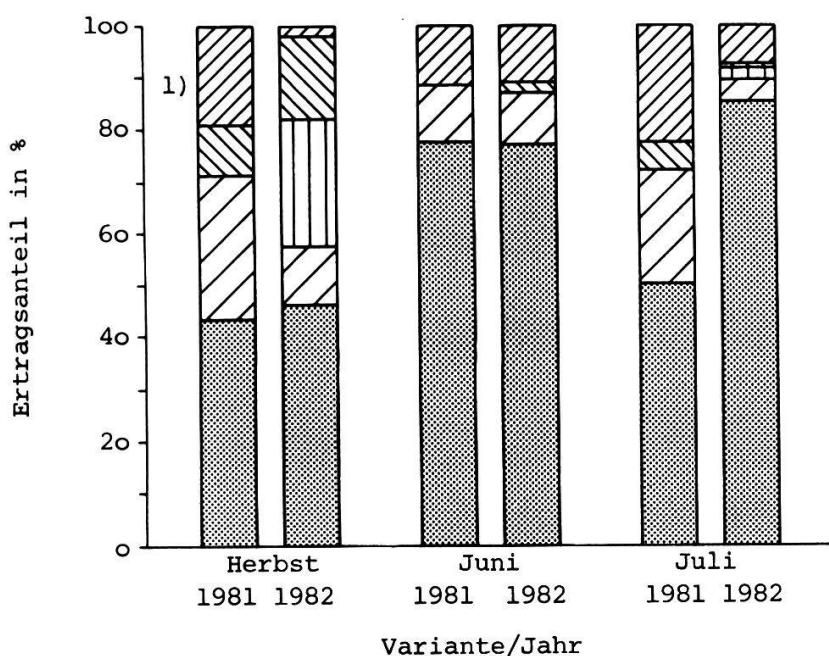


Abb. 67. Fläche 15 N1

1) vor allem Pulicaria dysenterica

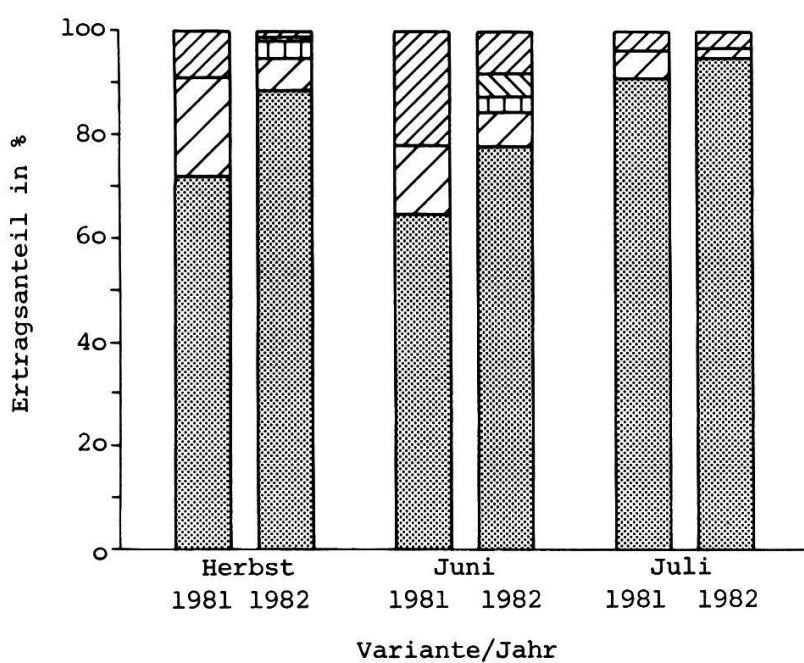


Abb. 68. Fläche 15 N2

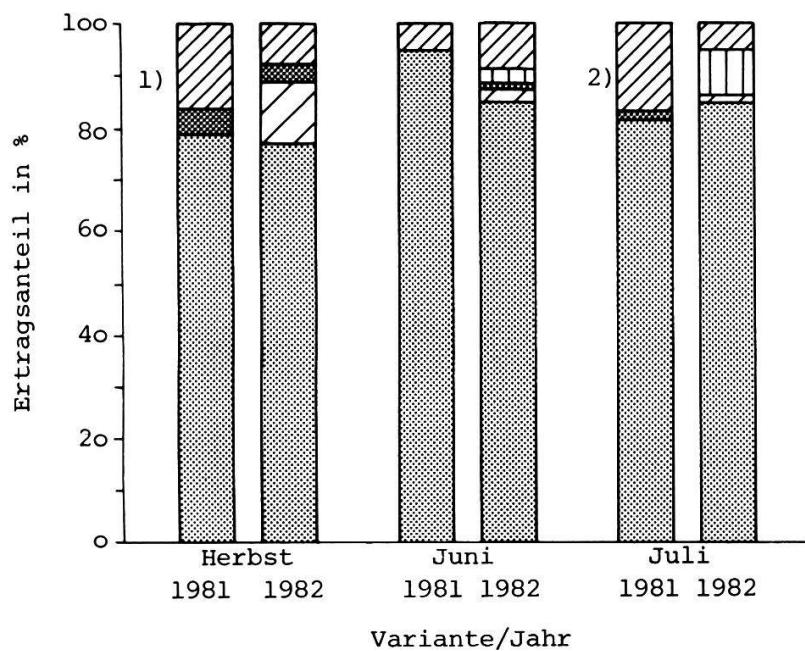


Abb. 69. Fläche 20 N1

1) vor allem Mentha aquatica, 2) vor allem Pulicaria dysenterica

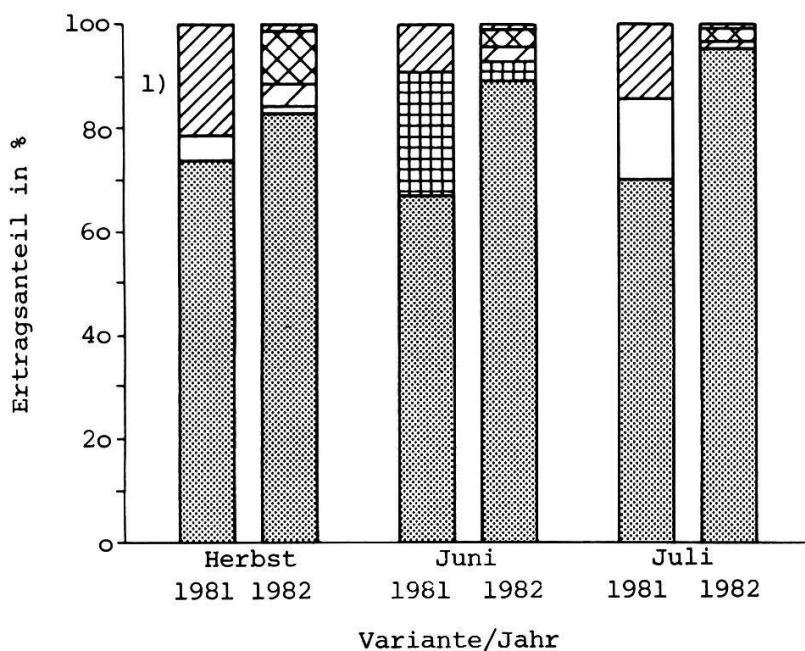


Abb. 70. Fläche 20 N2

1) vor allem Mentha aquatica

Auch auf den Herbst-Varianten hatte ein Rückgang der Wassermelze konstatiert werden können (s. Kap. 4.2.3.5., Abb. 39); zugenommen hatten dort Pulicaria dysenterica und Solidago. - Die Zählungen hingegen hatten für Mentha lediglich einen Rückgang auf den Juli-Varianten festgehalten (s. Kap. 4.4.3.).

d) Fläche 20 (Abb. 69,70)

Während auf Juni 1 mehrere Kräuter ihren Anteil erhöhten (Abb. 69), vergrösserte sich auf Juni 2 die Gräser-Fraktion auf Kosten von Cirsium oleraceum (Abb. 70). Bei den Juli-Varianten stehen gleichbleibenden Gräser- und Kräutertotal-Anteilen auf Juli 1 eine noch stärkere Dominanz der Gräser und hauptsächlich ein Rückgang von Centaurea angustifolia gegenüber (Abb. 70). Auf den Herbst-Varianten (s. auch Kap. 4.2.3., Abb. 40) war u.a. ebenfalls der Rückgang von Centaurea aufgefallen.

4.4.4.3. Zusammenfassung

1. Die Anteilverschiebungen der Gräserfraktion und des Kräutertotals lassen sich jeweils mit wenigen Arten weitgehend erklären (z.B. Cirsium oleraceum und Centaurea angustifolia auf Fläche 20).
2. Während sich die beiden Juli-Varianten bezüglich dieser Anteilverschiebungen auf drei der vier Flächen gleich verhalten, ist dies bei den Juni-Varianten nur einmal der Fall (Fläche 14).
3. Mehrere dominante Arten verhalten sich auf den Frühschnitt- und Herbst-Varianten sehr ähnlich. So können die Zunahme von Inula salicina auf Fläche 13, die Abnahme von Mentha aquatica auf 15 (s. dazu aber auch Punkt 6) oder die Abnahme von Centaurea auf 20 nicht als reine Frühschnitteffekte bezeichnet werden (s. dazu aber auch Kapitel 4.4.6.2.).
4. Eine Zunahme der Gräser auf Kosten gewisser Kräuter (z.B. Mentha auf Fläche 15) ist bei Rückführungsmassnahmen nur dann als positiv zu bezeichnen, wenn nicht beispielsweise Calamagrostis epigeios an ihre Stelle tritt. Obwohl das ungedüngte Ried äusserst kräuterarm ist (s. z.B. Abb. 37 in Kap. 4.2.3.), ist eine Zunahme der Kräuter dann annehmbar, wenn gleichzeitig z.B. der Anteil an Calamagrostis sinkt (Fläche 14, Juni 1) und sich gleichzeitig keine fremden Kräuter wie Solidago serotina auszubreiten oder gar anzusiedeln vermögen.
5. Vergleich Frühschnittvarianten ↔ Herbstvariante: Auf Fläche 13 schränkte der Frühschnitt die Ausbreitung von Mentha und Inula ein. Auf Fläche 14 sprach nur die Juni-Variante 1 auf den Frühschnitt an. (Zum Verhalten von Calamagrostis s. auch EGLOFF 1985.)
(Da die Vegetation der Fläche 20 bereits 1981 heterogen war, lassen sich die Varianten nicht vergleichen.)
6. Vergleich der beiden Frühschnittvarianten: Die Gräser-Fraktion umfasst sowohl Arten, die im Rahmen einer Streuwiesenregeneration gefördert werden sollen, wie auch solche, deren Rückgang angestrebt wird; deshalb ist nur eine reduzierte vergleichende Beurteilung der beiden Frühschnittvarianten möglich (s. aber auch Kap. 4.4.5.) Der Vergleich der Stabdiagramme des Sommers 1982 erlaubt folgende Feststellungen:
 - a) Fläche 14: Nur auf der bereits 1981 kräuterreicherem N1-Parzelle setzte sich 1982 die Juni- von der Juli-Variante ab (Abb. 65).
 - b) Fläche 15: Auf den Juli-Varianten sank der Mentha-Anteil stärker als auf den Juni-Varianten (s. dazu auch Kap. 4.4.5.6.).

Abschliessend sei daran erinnert, dass die Versuchsdauer für ein Rückführungsexperiment sehr kurz war.

4.4.5. Die Reaktion einzelner Arten auf den Frühschnitt

4.4.5.1. Einleitung

In Kapitel 4.4.3. wurde die Entwicklung der Gesamtvegetation betrachtet, wobei fast ausschliesslich diejenigen Arten zur Sprache kamen, die jeweils starke Häufigkeitsunterschiede zeigten. Seltener Arten und solche mit geringen Populationsschwankungen (z.B. Cirsium arvense) wurden kaum erwähnt. Dies soll in diesem Kapitel teilweise nachgeholt werden, wobei aber auch Arten näher betrachtet werden, von denen schon in Kapitel 4.4.3. ausführlich die Rede war (Solidago serotina, Mentha aquatica). Von den im folgenden besprochenen fünf Arten gehören drei nicht in Rieder (Cirsium arvense, Solidago serotina, Solidago graminifolia), weil sie die typische Streuwiesenvegetation verdrängen, während die beiden anderen (Phragmites communis, Mentha aquatica) erst dann als Störung zu bezeichnen sind, wenn sie mit grossen, dichten Herden vorkommen: Dichte

Tab. 25. Ertragsanteile in % der Trockenmasse und Stengelzahl pro m² von Cirsium arvense.

Table 25. Portion of yield in % of dry matter and numbers of stems per m² of Cirsium arvense.

Die Werte der Frühschnittvarianten beziehen sich auf den Erstaufwuchs -
The values of the treatments with early mowing refer to the first growth

| Fläche | Variante | Ertragsanteile in % der Trockensubstanz | | Stengelzahlen pro m ² | | |
|--------|----------|--|------|-------------------------------------|------|------|
| | | 1981 | 1982 | 1981 | 1982 | 1983 |
| 1 N1 | Juni | 25.5 | 3.2 | 13 | 20 | 4 |
| | Juli | 3.6 | 1.0 | 19 | 11 | 9 |
| | Herbst | 23.2 | 2.6 | 12 | 17 | 12 |
| 1 N2 | Juni | | 3.8 | 3 | 5 | 8 |
| | Juli | 1) | 0.3 | 7 | 3 | 5 |
| | Herbst | | 4.4 | 1 | 5 | 8 |
| 3 N1 | Juni | 1) | 1) | 5 | 7 | 3 |
| | Juli | 2.8 | 0.6 | 3 | 1 | 0 |
| | Herbst | 3.8 | 0.7 | 3 | 5 | 3 |
| 3 N2 | Juni | 1) | 2.7 | 1 | 15 | 1 |
| | Juli | 9.2 | 0.03 | 3 | 1 | 8 |
| | Herbst | 10.5 | 1.9 | 11 | 13 | 5 |
| 6 N2 | Juni | 16.5 | 3.7 | 35 | 36 | 0 |
| | Juli | 10.3 | 0.1 | 28 | 3 | 1 |
| | Herbst | 17.7 | 10.1 | 16 | 29 | 24 |

1) Ohne eigene Fraktion. Ev. einige wenige Individuen in der Restfraktion integriert, doch eher vorhanden.

Bestände von Phragmites unterdrücken die niederwüchsige Vegetation; Mentha hinterlässt wegen seiner rasch abgebauten Streu offene Stellen, die von unerwünschten Arten besiedelt werden können. Da sie den Sauergräser- teppich verdrängt, fehlt dem Boden zudem ein gewisser Schutz vor Traktorspuren.

Die beiden Gramineen Agrostis gigantea und Calamagrostis epigeios standen, von ihrer mehrfachen Erwähnung in Kapitel 4.4.3. abgesehen, im Zentrum einer früheren Arbeit (EGLOFF 1985).

Tab. 26. Ertragsanteile in % der Trockenmasse und Stengelzahl pro m² von Solidago serotina bzw. S. graminifolia (Fläche 8)

Table 26. Portion of yield in % of dry matter and numbers of stems per m² of Solidago serotina resp. S. graminifolia (plot 8)

Die Werte der Frühschnittvarianten beziehen sich auf den Erstaufwuchs -
The values of treatments with early mowing refer to the first growth.

| Fläche | Variante | Ertragsanteile in % der Trockensubstanz | | Stengelzahlen pro m ² | | |
|-----------------|----------|--|------|-------------------------------------|------|------|
| | | 1981 | 1982 | 1981 | 1982 | 1983 |
| 3 N1 | Juni | 23.7 | 8.2 | 16 | 37 | 13 |
| | Juli | 10.9 | 2.2 | 29 | 29 | 13 |
| | Herbst | 25.0 | 32.9 | 100 | 176 | 153 |
| 3 N2 | Juni | 61.7 | 22.1 | 100 | 83 | 16 |
| | Juli | 4.8 | 0.3 | 5 | 8 | 0 |
| | Herbst | 44.2 | 31.3 | 104 | 113 | 107 |
| 6 N2 | Juni | 22.8 | 12.0 | 0 | 81 | 8 |
| | Juli | 3) | 3) | 15 | 0 | 0 |
| | Herbst | 33.9 | 17.3 | 5 | 15 | 21 |
| 15 N1 | Juni | 3) | 1.8 | 13 | 20 | 7 |
| | Juli | 5.4 | 0.3 | 5 | 4 | 0 |
| | Herbst | 9.5 | 15.8 | 9 | 8 | 12 |
| 15 N2 | Juni | 3) | 4.4 | 15 | 16 | 0 |
| | Juli | 3) | 3) | 3 | 0 | 0 |
| | Herbst | 3) | 0.9 | 4 | 0 | 0 |
| 2 | Juni | | | 48 | 55 | 21 |
| | Juli | - | - | 9 | 8 | 1 |
| | Herbst | | | 2) | 35 | 45 |
| 8 ¹⁾ | Juni | | | 107 | 217 | 160 |
| | Juli | - | - | 153 | 200 | 131 |
| | Herbst | | | 91 | 160 | 156 |

1) Solidago graminifolia, 2) Keine Zählung vorhanden

3) Ohne eigene Fraktion; falls überhaupt vorhanden, einige wenige Individuen in der Restfraktion integriert.

Zur Besprechung gelangen lediglich die entsprechenden Biomasse-Fraktionen sowie die Individuenzählungen, während die Deckungsgrade nicht berücksichtigt wurden.

4.4.5.2. Cirsium arvense (Tab. 25)

Mit einer Ausnahme (3N2 Juni, 1N2 zudem unklar) nahm der Ertragsanteil von 1981 zu 1982 ab, doch spiegelt sich diese Entwicklung nicht in den Stengelzahlen wider. Es drängt sich jedoch die Vermutung auf, dass die Stengel 1982 kleiner waren. (Über ihre Größe liegen nur unvollständige Angaben vor.) Während die Stengelzahl auf den Juni-Varianten 1982 stagnierte oder sogar anstieg, geht sie 1983 mit Ausnahme der Fläche 1N2

Tab. 27. Stengelzahl pro m² von Phragmites communis*
Table 27. Numbers of stems per m² of Phragmites communis*

Die Werte der Frühschnittvarianten beziehen sich auf den Erstaufwuchs -
The values of the treatments with early mowing refer to the first growth

* Phragmites kam beim Sortieren der Biomasse zur Gräserfraktion
Standing crop of Phragmites is included in the part "grasses"

1) Keine Zählung vorhanden - not counted

| Fläche | Variante | Halmzahlen pro m ² | | |
|--------|----------|-------------------------------|------|------|
| | | 1981 | 1982 | 1983 |
| 1 N1 | Juni | 12 | 41 | 61 |
| | Juli | 28 | 61 | 85 |
| | Herbst | 17 | 48 | 56 |
| 1 N2 | Juni | 17 | 29 | 35 |
| | Juli | 75 | 95 | 105 |
| | Herbst | 23 | 51 | 80 |
| 2 | Juni | 5 | 20 | 43 |
| | Juli | 55 | 65 | 57 |
| | Herbst | 1) | 23 | 33 |
| 3 N1 | Juni | 5 | 29 | 20 |
| | Juli | 11 | 11 | 9 |
| | Herbst | 11 | 13 | 8 |
| 3 N2 | Juni | 16 | 43 | 56 |
| | Juli | 17 | 25 | 36 |
| | Herbst | 12 | 37 | 35 |
| 6 N2 | Juni | 32 | 60 | 21 |
| | Juli | 60 | 87 | 71 |
| | Herbst | 21 | 32 | 37 |

grösstenteils deutlich zurück. Keine gesicherte Aussage erlauben die Juli-Varianten: Abnahmen von 1981 zu 1982 stehen 1983 nebst weiterem Rückgang (2x) auch Zunahmen (3x) gegenüber. Die Zahl Blüten(knospen)-tragender Stengel nahm auf allen Varianten ab, auf den Frühschnittvarianten aber rascher und deutlicher als auf den Herbst-Varianten (Daten nicht publ.). Im Vergleich mit den Frühschnittvarianten ist die Bekämpfung von Cirsium arvense mit Herbstschnitt allein als sehr unbefriedigend zu bezeichnen.

Tab. 28. Ertragsanteile in % der Trockenmasse und Stengelzahl pro m² von Mentha aquatica

Table 28. Portion of yield in % of dry matter and numbers of stems per m² of Mentha aquatica

Die Werte der Frühschnittvarianten beziehen sich auf den Erstaufwuchs -
The values of the treatments with early mowing refer to the first growth

1) Ohne eigene Fraktion; evtl. einige wenige Individuen in der Restfraktion integriert.

| Fläche | Variante | Ertragsanteile in % der Trockensubstanz | | Stengelzahlen pro m ² | | |
|--------|----------|--|------|-------------------------------------|------|------|
| | | 1981 | 1982 | 1981 | 1982 | 1983 |
| 6 N2 | Juni | 1) | 2.2 | 0 | 25 | 7 |
| | Juli | 10.6 | 0.0 | 23 | 8 | 0 |
| | Herbst | 6.7 | 2.7 | 31 | 41 | 56 |
| 13 N1 | Juni | | 4.5 | 31 | 171 | 169 |
| | Juli | 1) | 0.9 | 23 | 73 | 63 |
| | Herbst | | 28.5 | 37 | 348 | 127 |
| 13 N2 | Juni | | 3.1 | 27 | 28 | 63 |
| | Juli | 1) | 0.4 | 0 | 0 | 0 |
| | Herbst | | 5.7 | 3 | 11 | 29 |
| 15 N1 | Juni | 10.9 | 9.9 | 91 | 253 | 200 |
| | Juli | 22.0 | 3.9 | 117 | 45 | 32 |
| | Herbst | 27.9 | 11.4 | 275 | 360 | 161 |
| 15 N2 | Juni | 13.2 | 6.6 | 133 | 393 | 193 |
| | Juli | 5.5 | 1.6 | 120 | 112 | 79 |
| | Herbst | 19.1 | 6.2 | 284 | 421 | 200 |
| 20 N1 | Juni | | 2.1 | 9 | 53 | 23 |
| | Juli | 1) | 1.1 | 1 | 5 | 0 |
| | Herbst | | 11.8 | 8 | 51 | 68 |
| 20 N2 | Juni | | 2.1 | 5 | 19 | 41 |
| | Juli | 1) | 1.1 | 20 | 23 | 24 |
| | Herbst | | 4.7 | 76 | 121 | 103 |

4.4.5.3. Solidago serotina (Tab. 26)

Deutlicher Verminderung des Ertragsanteils auf den Frühschnittvarianten stehen auf den Herbstvarianten Zunahmen und Abnahmen gegenüber. Von den letzteren zeigt aber nur die Herbstvariante 6 eine deutliche Abnahme. (Die Gesamtproduktion auf der Herbstvariante der Fläche 6 veränderte sich nicht stark: 1981: 982 g/m², 1982: 965 g/m².) Auf den Frühschnittvarianten zeigt sich in den Stengelzahlen erst 1983 eine Schwächung, nachdem sich diese 1982 vergrössert hatten. Werden sowohl Ertragsanteile wie Stengelzahlen betrachtet, erweist sich von den Frühschnittvarianten das Juli+Herbst-Regime als das erfolgreichere. Auch auf der Mehrzahl der Juni-Varianten kam es nach Anstiegen im Sommer 1982 zu derart starken Abnahmen, dass man nicht von Schwankungen, sondern von Zusammenbrüchen der Teilpopulationen sprechen muss. Deutlich zeigt sich zudem, dass sich mit dem herbstlichen Streuschnitt allein bei Solidago serotina nichts ausrichten lässt.

4.4.5.4. Solidago graminifolia (Tab. 26)

Nur beschränkt lässt sich hingegen die Wirkung des Frühschnitts auf Solidago graminifolia beurteilen: Einer Zunahme im zweiten Beobachtungsjahr folgte nur auf den Frühschnittvarianten eine Abnahme im dritten, während die Stengelzahl auf der Herbst-Variante stagnierte.

4.4.5.5. Phragmites communis (Tab. 27)

Auf 3N1 zeigen 1983 alle Varianten eine leichte Abnahme der Stengelzahl. Sonst scheint der Frühschnitt (im zweiten Regenerationsjahr) nur auf der Fläche 6 Phragmites zurückgedrängt zu haben. Auf allen anderen Teilflächen erhöhte sich die Halmzahl, an einzelnen Orten beträchtlich (s. bezüglich der jährlichen Schwankungen von Phragmites auch Kap. 4.1.1.). Diese Ergebnisse überraschen etwas (s. Kap. 5.8. c)).

4.4.5.6. Mentha aquatica (Tab. 28)

Während die Werte der Juni- und Herbst-Varianten auf der Mentha-reichsten Fläche 15 stark schwanken, zeigt die Wasserminze auf der Juli-Variante eine abnehmende Tendenz. Der Ertragsanteil sank auf der Juli-Variante am stärksten. - Mentha weist 1982 auf allen Flächen auf den Juli-Varianten den geringsten Ertragsanteil auf.

Die Daten lassen somit einen wichtigen Schluss zu: Mit einem zusätzlichen Frühschnitt Mitte Juli kann Mentha noch am ehesten zurückgedrängt werden (vgl. Punkt 6 in Kap. 4.4.3.2.).

4.4.6. Zusammenfassung der Frühschnitteffekte

4.4.6.1. Einleitung

Nicht jede Veränderung auf den Frühschnittvarianten ist ein Frühschnitteffekt: Entwicklungsschritte, die auch auf den Herbst-Varianten beobachtet wurden, müssen als Nachwirkungen der Düngung bezeichnet werden. Zudem sind viele typische Streuwiesenkräuter zu wenig häufig, als dass eventuelle Frühschnitteffekte von natürlichen Schwankungen getrennt werden könnten. Entsprechende Aussagen erforderten eine längere Versuchsdauer. Das folgende Kapitel 4.4.7. kann jedoch beschränkte Hinweise geben.

Hinsichtlich der Annäherung der Bewirtschaftungsvarianten an die nie gedüngte Umgebung der Versuchsflächen lässt sich aufgrund der als Diagramm C bezeichneten Ordinationen folgendes feststellen: Die Juli-Varianten zeigten in 6 von 13 Fällen eine Annäherung, die Juni-Varianten in 2 und die Herbst-Variante in einem Fall. Auch (u.a.) die Tabelle 24 und der folgende Abschnitt veranlassen zum Schluss, das Juli+Herbst-Schnittregime in diesen Versuchen als erfolgreichste Regenerationsvariante zu bezeichnen.

Die Juli+Herbst-Variante erwies sich gesamthaft betrachtet auch bezüglich des Nährstoffentzugs als bestes Schnittregime (s. Kap. 4.4.2.5.).

Tab. 29. Präsenz der niederwüchsigen Sauergräser Carex hostiana, C. panicea und Schoenus nigricans nach dem Regenerationsexperiment; zusammengestellt aufgrund der Vegetationsaufnahmen

Table 29. Presence of the low growing sedges Carex hostiana, C. panicea and Schoenus nigricans after the regeneration experiment, compiled after the relevés of 1983

| Fläche Nr. | Variante | Arten | | |
|---------------|----------|-----------------------|----------------------|---------------------------|
| | | <u>Carex hostiana</u> | <u>Carex panicea</u> | <u>Schoenus nigricans</u> |
| 13 | Juni | x x | * | * |
| | Juli | x x | * | |
| | Herbst | | | * |
| 14 | Juni | * | * | * |
| | Juli | | * | |
| | Herbst | | * | * |
| 15 | Juni | * | * | |
| | Juli | * | x | |
| | Herbst | x x | * | * |
| 16 | Juni | * | * | |
| | Juli | * | * | |
| | Herbst | * | x | |
| 18 | Juni | * | * | |
| | Juli | * | * | |
| | Herbst | * | x | |

* = mit Blüten- oder Fruchtständen beobachtet - observed with inflorescences or infructescences

x = nur vegetative Organe angetroffen - only vegetative organs met with

**/xx = kam auf beiden Teilflächen vor - occurred on both subplots

1) Bereits vor der Düngung ohne Schoenus - Already before fertilization without Schoenus

4.4.6.2. Zurückdrängung von Arten

Zur Bekämpfung von Solidago serotina und Mentha aquatica-Hermen ist ein zusätzlicher Frühschnitt Mitte Juli zu empfehlen. Für Cirsium arvense (3 Flächen) und Eupatorium cannabinum (2 Flächen) brachten beide Termine Erfolge; von Fläche 6 verschwanden beide Arten vollständig. Der Frühschnitt bremste/verhinderte zudem die als Nachwirkung der Düngung zu bezeichnende starke Ausbreitung von Inula salicina und Pulicaria dysenterica.

4.4.6.3. Förderung von Arten

Molinia coerulea profitierte zweifellos vom Frühschnitt (bzw. von der Beseitigung der Konkurrenten), würde aber bei dessen ununterbrochener Fortsetzung wohl zurückgedrängt (s. Kap. 5.8.a) sowie EGLOFF 1985: Kap. 4.3.). Wie aus Tabelle 29 hervorgeht, führte vor allem der Juni-Frühschnitt zu einer leichten Erholung der niederwüchsigen Sauergräser. Deutlich ist diese Entwicklung jedoch nur auf den durch die Düngung stärker veränderten Flächen 13 und 14 (s. Kap. 4.2.1.3. und 4.2.2.2.), die gegenüber den anderen drei Flächen etwas trockener sind; auf diesen waren die Sauergräser auch weniger stark zurückgedrängt worden. Daneben ist es nicht zu vermeiden, dass sich, sozusagen als Nebeneffekt, als Folge des Frühschnitts Arten ausbreiten, die vorher nur eine Nebenrolle spielten (Briza media, Festuca arundinacea), oder sogar, zumindest was das Vorkommen mit Blütenständen angeht, neue Arten auftreten (Lolium multiflorum, Phleum pratense, Poa pratensis, Poa trivialis). Doch diese Folgen müssen nur teilweise als negativ bezeichnet werden: Briza und Festuca werden möglicherweise durch regelmässigen Herbstschnitt wieder in ihre ursprüngliche Nebenrolle zurückgedrängt. Lolium, Phleum und Poa palustris traten nur auf je einer Fläche auf. Poa pratensis, die auf zwei Flächen vorkam, breitete sich als einzige stark aus, nämlich auf den Juli-Varianten der trockenen Fläche 3; sie ist wohl für die Lunnerallmend ein Fremdling, nicht aber generell für Streuwiesen (s. Bemerkung

Tab. 30 (S. 115). Arten mit Blüten oder -knospen im Zweitaufwuchs der Frühschnittvarianten

Table 30 (p. 115). Species with flowers or flower buds in the regrowth of the plots with early mowing

- Nicht in die Tabelle aufgenommen wurde Molinia coerulea, die auf allen Varianten mit Blütenstand angetroffen worden war.
 - Ein vorangesetztes o hebt diejenigen Arten hervor, die auf N1 und N2 blühten bzw. Blütenknospen trugen.
 - Ein dem Artnamen vorangesetzter * bezeichnet die 1982 neu mit Blüten bzw. -knospen vorkommenden Arten, während ein x diejenigen Arten hervorhebt, die nur 1981 beobachtet wurden.
- Molinia coerulea was not integrated, because it occurred with all treatments on all plots.
- Species occurring with flowers (buds) on both subplots have a preceding o.
- Species preceded by * = new observation in 1982
- Species with a preceded by x = observed only in 1981.

| Fläche Nr. | Jahr | Variante | |
|---------------|------|---|--|
| | | Juni | Juli |
| 13 | 1981 | <ul style="list-style-type: none"> x <i>Festuca arundinacea</i> x <i>Centaurea angustifolia</i> o <i>Gentiana pneumonanthe</i> x <i>Inula salicina</i> o <i>Mentha aquatica</i> ox <i>Parnassia pulustris</i> <i>Potentilla erecta</i> <i>Prunella vulgaris</i> <i>Serratula tinctoria</i> | <ul style="list-style-type: none"> x <i>Centaurea angustifolia</i> <i>Potentilla erecta</i> x <i>Serratula tinctoria</i> |
| | 1982 | <ul style="list-style-type: none"> o* <i>Agrostis gigantea</i> * <i>Juncus alpinus</i> x <i>Centaurea angustifolia</i> <i>Gentiana pneumonanthe</i> <i>Mentha aquatica</i> o <i>Potentilla erecta</i> <i>Prunella vulgaris</i> * <i>Selinum carvifolia</i> <i>Serratula tinctoria</i> | <ul style="list-style-type: none"> * <i>Gentiana pneumonanthe</i> * <i>Parnassia palustris</i> o <i>Potentilla erecta</i> * <i>Vicia cracca</i> |
| 14 | 1981 | <ul style="list-style-type: none"> x <i>Cirsium palustre</i> <i>Galium album</i> x <i>Galium verum</i> x <i>Lythrum salicaria</i> <i>Potentilla erecta</i> x <i>Pulicaria dysenterica</i> | <ul style="list-style-type: none"> o <i>Galium album</i> <i>Potentilla erecta</i> |
| | 1982 | <ul style="list-style-type: none"> * <i>Agrostis gigantea</i> * <i>Cirsium oleraceum</i> <i>Galium album</i> * <i>Galium palustre</i> * <i>Parnassia palustris</i> o <i>Potentilla erecta</i> * <i>Succisa pratensis</i> | <ul style="list-style-type: none"> <i>Galium album</i> o <i>Potentilla erecta</i> * <i>Vicia cracca</i> |
| 15 | 1981 | <ul style="list-style-type: none"> x <i>Agrostis gigantea</i> x <i>Cirsium palustre</i> <i>Galium palustre</i> o <i>Mentha aquatica</i> ox <i>Parnassia palustris</i> o <i>Potentilla erecta</i> x <i>Prunella vulgaris</i> ox <i>Pulicaria dysenterica</i> <i>Succisa pratensis</i> | <ul style="list-style-type: none"> x <i>Juncus inflexus</i> x <i>Galium palustre</i> <i>Parnassia palustris</i> o <i>Potentilla erecta</i> <i>Succisa pratensis</i> |
| | 1982 | <ul style="list-style-type: none"> * <i>Juncus alp./J.articulatus</i> o <i>Galium palustre</i> * <i>Gentiana pneumonanthe</i> o* <i>Lythrum salicaria</i> o <i>Mentha aquatica</i> <i>Potentilla erecta</i> o <i>Succisa pratensis</i> | <ul style="list-style-type: none"> * <i>Juncus alpinus</i> <i>Parnassia palustris</i> o <i>Potentilla erecta</i> <i>Succisa pratensis</i> |

in Kap. 4.2.4.). Am negativsten ist wohl das Auftreten von Poa trivialis auf drei Flächen zu beurteilen, doch ist zu erwarten, dass der regelmässige Herbstschnitt sie und die anderen Futtergräser wieder verdrängen wird. (Für STEBLER (1887) gehörte Poa trivialis übrigens zu den "ungern gesehenen Gästen auf den Streuwiesen" (S. 24), deren Ausbreitung durch "fettes" (zit.) Wasser veranlasst würde.)

Agrostis gigantea hatte durch die Düngung eine starke Förderung erfahren und sollte durch den zusätzlichen Frühschnitt geschädigt werden. Während sie aber auf den Herbst-Varianten vollständig in den Hintergrund trat, breitete sie sich auf den Frühschnitt-Streifen aus.

Problemat Nr. 1 ist und bleibt Calamagrostis epigeios, die überhaupt nicht auf den Frühschnitt ansprach, sondern sich vielmehr auch auf Frühschnittvarianten ausbreitete oder sogar neu ansiedelte. Um die Bekämpfung dieses Grases geht es übrigens auch auf einer Fläche in Kloten (s. Kap. 4.5.3.).

4.4.6.4. Die Bedeutung des Ausgangspflanzenbestandes

Dass die Frühschnittvarianten der einzelnen Flächen sich nur wenig unterscheiden, kann einerseits der kurzen Versuchsdauer zugeschrieben werden, andererseits aber auch dem Ausgangspflanzenbestand, der, zumindest in der Anfangsphase, entscheidender als das Schnittregime zu sein scheint. Das zeigte besonders die von Calamagrostis dominierte Fläche 14 im Vergleich zu ihrer benachbarten "standörtlichen Schwester" 13. Aber auch die z.T. grössere Aehnlichkeit der beiden Frühschnittvarianten einer Teilfläche (z.B. Juni + Juli von N1) gegenüber den gleich bewirtschafteten Varianten einer Fläche (z.B. Juni N1 + Juni N2) weist in diese Richtung.

Aus den Ergebnissen der Flächen 15 und 18 kann geschlossen werden, dass bei der Rückführung nasserer Flächen unter Umständen auf einen zusätzlichen Frühschnitt verzichtet werden kann. (Auf den als "nass" angesprochenen Flächen steht das Grundwasser u.a. im Frühsommer über Flur.) Während der Juli-Frühschnitt auf Fläche 15 die dominierende Mentha schwächte (s. Kap. 4.4.6.2.), hatte der Frühschnitt auf Fläche 18 auf einer Variante eine Calamagrostis-Invasion zur Folge. Beziiglich der Häufigkeit von Molinia stehen auf Fläche 18 die Herbst-Varianten am besten da.

4.4.7. Der Zweitaufwuchs der Frühschnittvarianten

4.4.7.1. Einleitung

In diesem Kapitel soll folgenden Fragen nachgegangen werden:

- a) Welche Arten erschienen im Zweitaufwuchs mit Blüten oder -knospen?
- b) Wie erholte sich Molinia coerulea vom Frühschnitt?
- c) Kam es nach dem zweiten Frühschnitt zu Verschiebungen bei den Gräser- und Kräuter-Anteilen?

4.4.7.2. Arten des Zweitaufwuchses mit Blüten(knospen) auf den Versuchsfächen 13, 14 und 15 (Tab. 30)

Die Blüten(knospen) bildenden Arten können wie folgt gruppiert werden:

- a) In Fettwiesen verbreitete Arten, die einen frühen Schnitt gut vertragen: Galium album.
- b) Arten, die durch den Frühschnitt nicht stark geschädigt wurden, weil sie niederwüchsig sind: Potentilla erecta und Prunella vulgaris, beide besitzen zudem einen kurzen Entwicklungszyklus.

- c) Arten, die nicht stark geschädigt wurden, weil sie bodenanliegende Rosetten besitzen (Succisa pratensis) oder
- d) ausserordentliche Spätentwickler sind: Gentiana pneumonanthe, Parnassia palustris.
- e) Arten, bei denen es wohl entscheidend ist, wie stark der Schnitt die grundständigen Blätter beschädigte: Centaurea angustifolia, Serratula tinctoria, Cirsium palustre, C. oleraceum und die auf der Lunnerallmend selten fertil vorkommende Selinum carvifolia.
- f) Für folgende Arten ist sicher bedeutsam, wie tief der Stengel abgeschnitten wurde, d.h. wieviele Stengelblätter zurückblieben: Mentha aquatica, Inula salicina, Pulicaria dysenterica, Lythrum salicaria. Im Zweitaufwuchs am häufigsten mit Blüten(knospen) angetroffen wurden Potentilla erecta, Succisa pratensis und Parnassia palustris. Bereits in Kapitel 4.4.1.3. wurde betont, dass die Flächen mit Juli-Frühschnitt nicht schon wieder Mitte September hätten geschnitten werden dürfen. Dies würde sich auch günstig auf die trotz des Frühschnitts noch (einmal) zur Blüte gelangenden Arten auswirken.

4.4.7.3. Molinia coerulea im Zweitaufwuchs der Flächen 13 und 14 (Abb. 71 und 72)

Die beiden Abbildungen stammen aus einer 1983 zusammengestellten Arbeit (EGLOFF 1985), doch wurde dort der Zweitaufwuchs nicht diskutiert, was an dieser Stelle nachgeholt werden soll.

a) Fläche 13 (Abb. 71):

1982 lag die Zahl der Molinia-Halme im Zweitaufwuchs der Juni-Varianten wohl deshalb tiefer, weil der Frühschnitt etwas später erfolgt und Molinia somit stärker geschädigt worden war; N2 wies bereits vor dem Schnitt Blütenstände auf. Auf den Juli-Varianten kam Molinia noch einmal zur (besonders 1982 nur geringen) Halmbildung; 1982 war dafür die Halmzahl im Erstaufwuchs stark angestiegen.

b) Fläche 14 (Abb. 72):

Hier ging die Zahl der Molinia-Halme auf den Juli-Varianten sowohl im Erst- wie im Zweitaufwuchs zurück. Auf der Juni-Variante 1 jedoch profitierte Molinia, die von Calamagrostis immer mehr zurückgedrängt worden war, offenbar von deren Beseitigung. Auf Juni 2 wäre sie 1983 wahrscheinlich wieder im Zweitaufwuchs erschienen.

4.4.7.4. Verschiebungen bei den Ertragsanteilen des Zweitaufwuchses (Abb. 73 - 75)

Während auf der "Mentha-Fläche" 15 (Abb. 73) und auf 20 (Abb. 75) bis auf eine Ausnahme (Sympyrum auf Juni 1) der Kräuter-Anteil im Zweitaufwuchs des zweiten Versuchsjahres zurückgegangen war, vergrössert er sich auf der "Inula-Fläche" 13 (Abb. 74) bei Juli-Frühschnitt. (Die Fläche 14 bleibt ihrer Kräuterarmut wegen unerwähnt.)

4.4.8. Photographische Dokumentation der Frühsnitteffekte

Der Frühschnitt verhinderte die als Nachwirkung der Düngung zu betrachtende Ausbreitung von Inula salicina (s. Mittelstreifen/Herbstvariante auf Abb. 75a), doch Calamagrostis epigeios vermochte er nicht zurückzudrängen (Abb. 75b). (Abb. 75b zeigt zudem im Hintergrund rechts die von Inula beherrschte Parzelle P2, auf der LANFRANCHI (1983) arbeitete.)

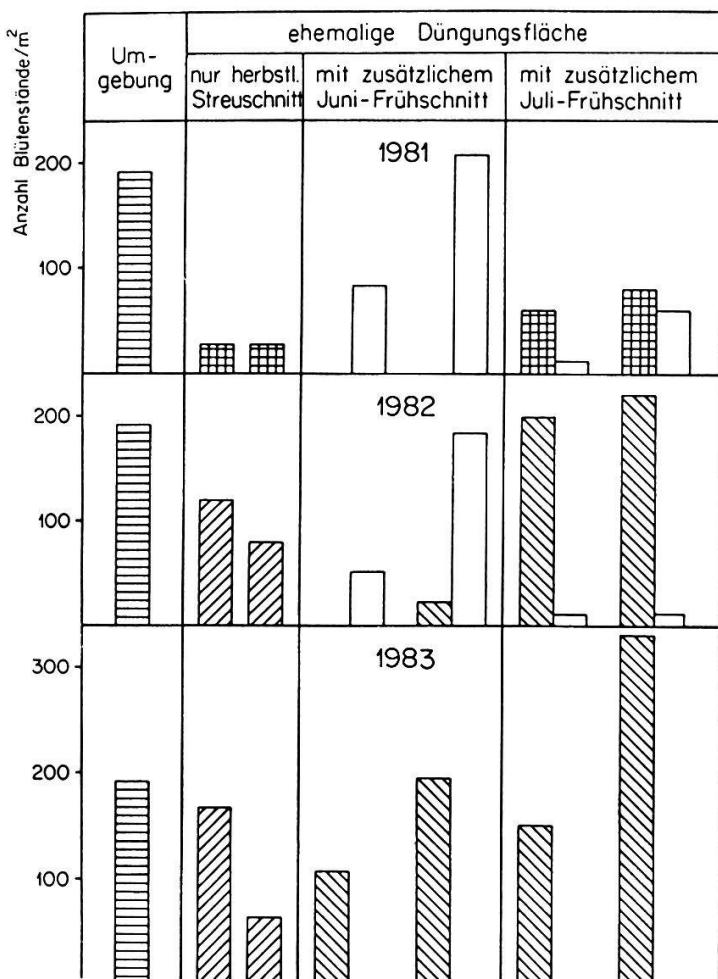


Abb. 71. Fläche 13

Abb. 71, 72. Reaktion (Anzahl Blütenstände/m²) von Molinia coerulea auf das Schnittregime

Figs. 71, 72. Reaction (numbers of inflorescences/m²) of Molinia coerulea to the mowing treatment

- nie gedüngte Umgebung - never fertilized environment
- ▨ Ausgangssituation zu Beginn des Experiments
situation in the beginning of the experiment
- ▨ Frühchnittvarianten vor dem 1. Schnitt
treatments with early mowing before the 1st cut
- Zweitaufwuchs der Frühchnittvarianten
regrowth of treatments with early mowing
- ▨ Herbstvariante - treatment mown in autumn

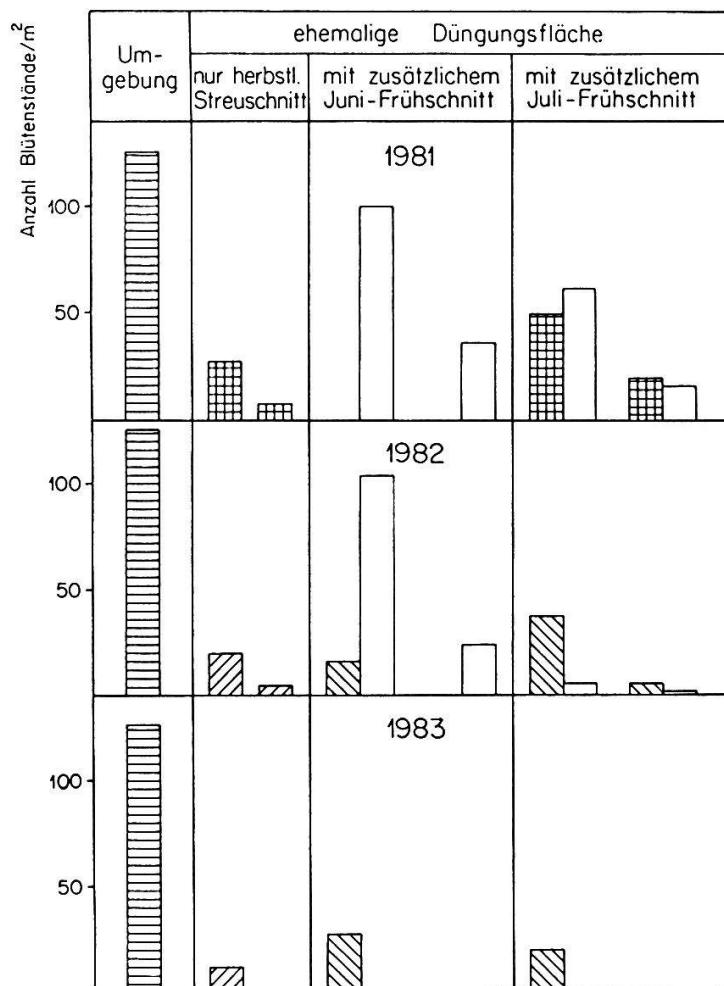


Abb. 72. Fläche 14

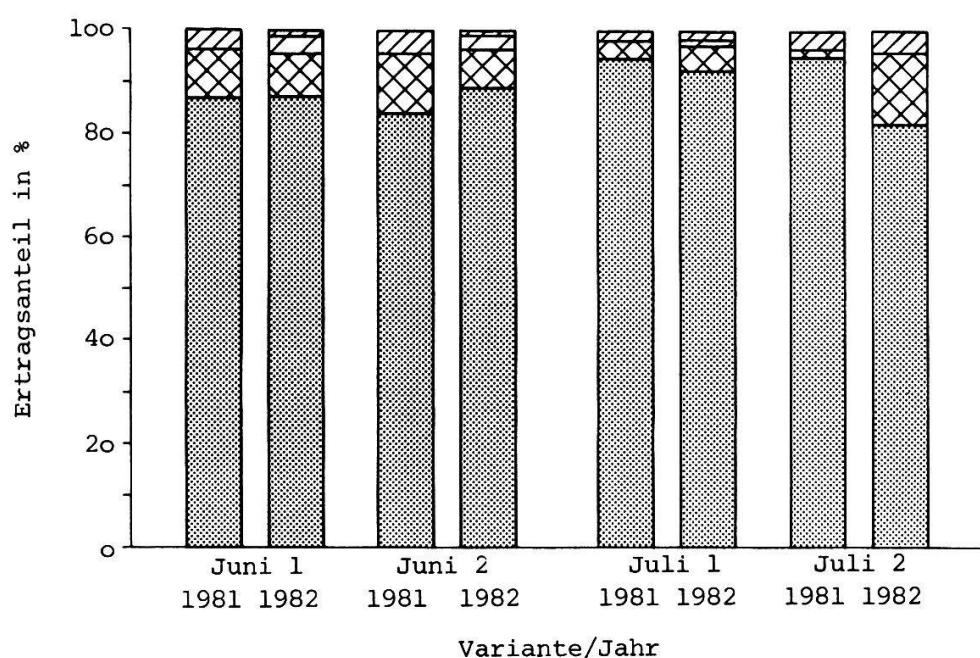


Abb. 73. Fläche 13 (Legende s. S. 120)

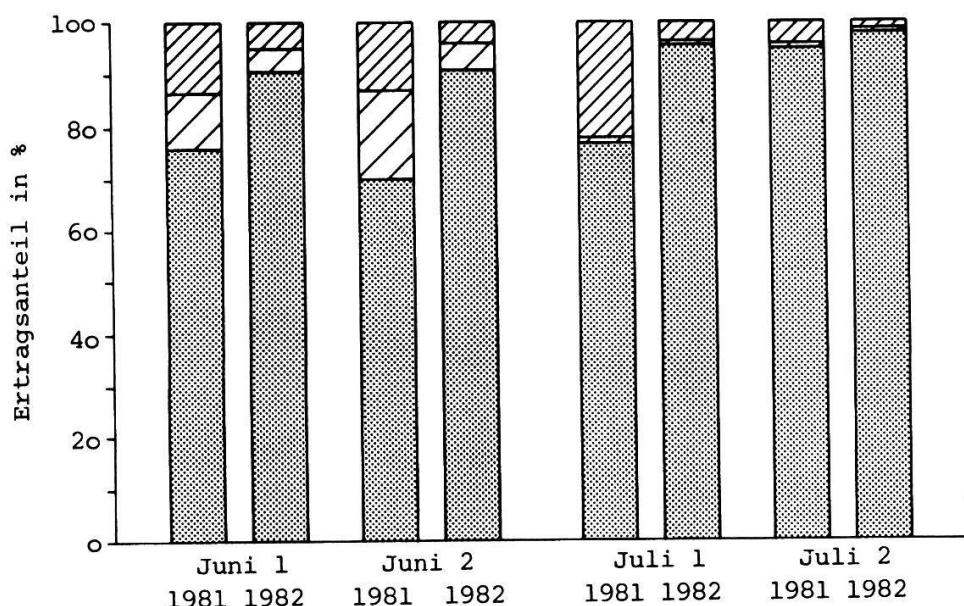


Abb. 74. Fläche 15

Variante/Jahr

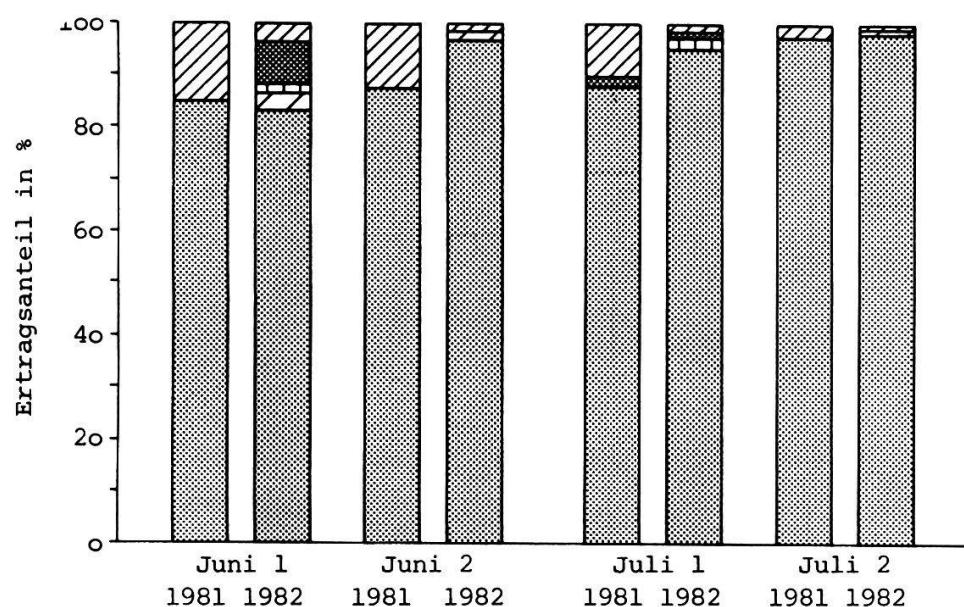
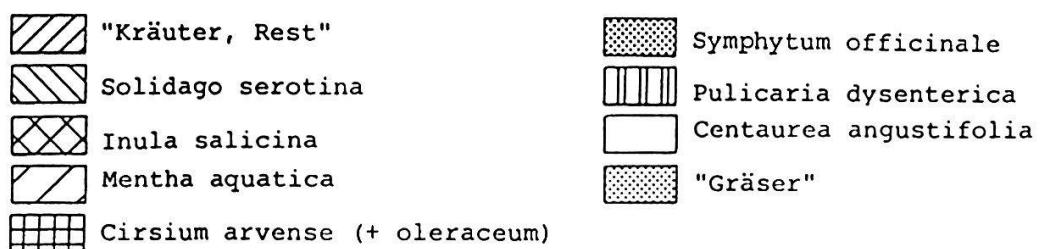


Abb. 75. Fläche 20

Variante/Jahr

Abb. 73-75. Ertragsanteile im Zweitaufwuchs

Figs. 73-75. Yield of regrowth



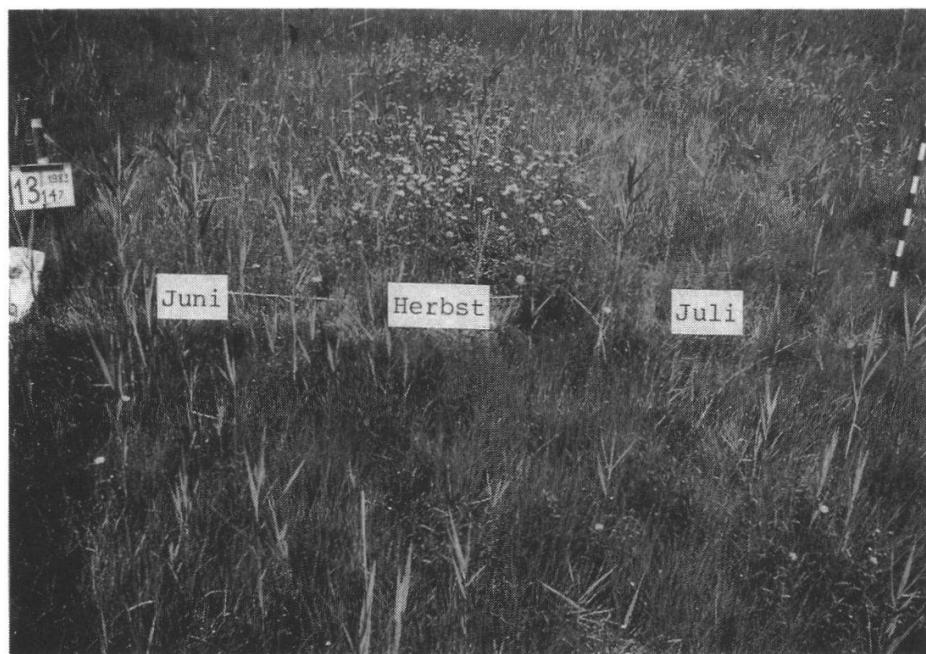


Abb. 75a. Ehemalige Düngungsfläche 13N nach zwei Jahren mit zusätzlichem Frühschnitt (14. Juli 1983)

Fig. 75a. Former fertilized plot 13N after two years with additional early mowing (July 14, 1983)

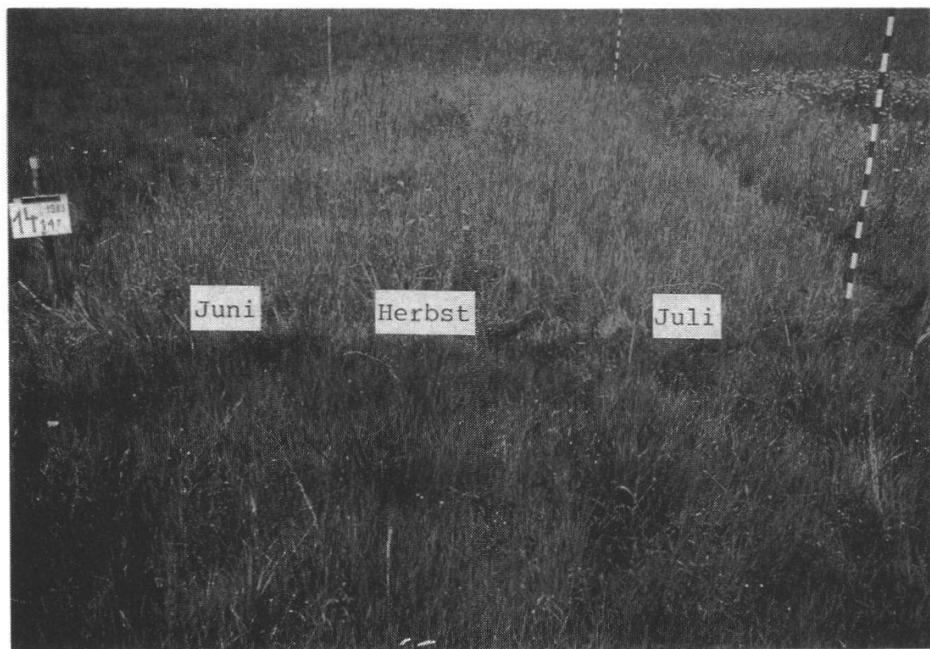


Abb. 75b. Ehemalige Düngungsfläche 14N nach zwei Jahren mit zusätzlichem Frühschnitt (14. Juli 1983)

Fig. 75b. Former fertilized plot 14N after two years with additional early mowing (July 14, 1983)

4.5. REGENERATIONSEXPERIMENT KLOTEN

Bei der Besprechung der einzelnen Arten wird ihre Reihenfolge in den Tabellen übernommen.

4.5.1. Vegetationsveränderungen auf der Versuchsfläche 2 (Tab. 31)

1. Molinia coerulea scheint nicht nur vom Juli-Frühschnitt, sondern auch vom alleinigen Herbstschnitt profitiert zu haben. (Zur Erinnerung: Vor Versuchsbeginn waren die Riedflächen 10 Jahre lang jeweils bereits Mitte August gemulcht worden.) - Die Juni-Variante war bereits am Anfang reicher an Molinia und ärmer an Juncus subnodulosus. Dass Molinia auch zugenommen haben könnte, deutet das Zählquadrat B an.

Tab. 31-35 (S. 122, 123, 126, 128, 130). Änderungen in der Vegetationszusammensetzung der Klotener Regenerationsflächen, dargestellt durch Individuenzahlen und Deckungsprozente
 Tables 31-35 (p. 122, 123, 126, 128, 130). Changes in the vegetation of the regeneration plots near Kloten, expressed in numbers of individuals and percentages of coverage

* vor dem Artnamen: Individuenzahl pro m²

* in front of species: numbers of individuals per m²

ohne *: Deckungsprozent - without *: percentages of coverage

Tab. 31. Versuchsfläche 2

| Arten | Varianten / Jahre | | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------|------|------|------|------|------|--------|------|------|
| | Juni | | | Juli | | | Herbst | | |
| | 1982 | 1983 | 1984 | 1982 | 1983 | 1984 | 1982 | 1983 | 1984 |
| *Molinia coerulea | | | | | | | | | |
| 1. 0.25 m ² A | (36) | (16) | 40 | 27 | 40 | 160 | 0 | 0 | 0 |
| 2. 0.25 m ² B | 2) | (22) | (15) | 58 | 5 | 0 | 27 | 1 | 9 |
| 3. 0.25 m ² C | | (10) | (15) | 13 | 21 | 30 | 53 | 5 | 0 |
| 4. m ² | | (91) | (61) | 148 | 71 | 93 | 320 | 8 | 12 |
| Molinia coerulea | | | | 30 | 30 | 9 | 30 | 9 | 5 |
| *Juncus subnodulosus | 1) | 2) | 2) | 59 | 149 | 280 | 55 | 257 | 313 |
| Juncus subnodulosus | | | | 30 | 30 | 50 | 30 | 50 | 50 |
| *Mentha aquatica | | 16 | 20 | 28 | 17 | 25 | 27 | 3 | 4 |
| Mentha aquatica | | | | 5 | 9 | 5 | 3 | 5 | 5 |
| *Galium boreale | | 64 | 88 | 121 | 47 | 23 | 39 | 1 | 0 |
| Galium boreale | | | | 9 | 9 | 3 | 5 | 3 | 3 |
| Prunella vulgaris | | | | 5 | 15 | 3 | 9 | 3 | 1 |

1) Nur fertile Individuen, 2) Anfangs Juni, vor dem Schnitt, nicht erfassbar. Die Zahlen in Klammern beziehen sich auf den Zweitaufwuchs.

2. Juncus subnodulosus hingegen, die andere dominierende Art, scheint durch den Juli-Frühchnitt etwas geschwächt worden zu sein. BRAUN (1968) beobachtete, dass die Knotenbinse, "da sie offensichtlich Schnitt und Düngung verträgt, ausgedehnte Bestände bildet, die zum Calthion zu stellen sind"; S. 81.)

Tab. 32. Versuchsfläche 3.1 (plot 3.1)
(s. Legende S. 122)

| Arten | Varianten / Jahre | | | | | | | | |
|----------------------------------|-------------------|-----------------|------|------|------|------|--------|------|------|
| | Juni | | | Juli | | | Herbst | | |
| | 1982 | 1983 | 1984 | 1982 | 1983 | 1984 | 1982 | 1983 | 1984 |
| * <i>Holcus lanatus</i> | | | | | | | | | |
| 1. 0.25 m ² A | 52 | 55 | 6 | 0 | 35 | 20 | 3 | 30 | 2 |
| 2. 0.25 m ² B | 57 | 100 | 11 | 4 | 85 | 27 | 0 | 3 | 1 |
| 3. 0.25 m ² C | 30 | 16 | 3 | 0 | 20 | 50 | 10 | 100 | 14 |
| 4. m ² | 185 | 228 | 27 | 5 | 187 | 129 | 17 | 177 | 23 |
| <i>Holcus lanatus</i> | 30 | 5 | | 50 | 30 | 5 | 5 | 30 | 5 |
| * <i>Poa pratensis+trivialis</i> | 36 | 69 | 60 | 0 | 31 | 21 | 0 | 3 | 15 |
| <i>Poa pratensis+trivialis</i> | 15 | 30 | | 9 | 9 | 0 | 5 | 5 | 5 |
| * <i>Festuca rubra</i> | 39 | 77 | 44 | 31 | 13 | 3 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Festuca rubra</i> | 15 | 20 | | 5 | 3 | 5 | 3 | 0 | 0 |
| * <i>Deschampsia caespitosa</i> | 0 | 0 ³⁾ | 0 | 9 | 4 | 1 | 25 | 0 | 1 |
| <i>Deschampsia caespitosa</i> | 5 | 7 | | 3 | 3 | 1 | 3 | 5 | 5 |
| * <i>Filipendula ulmaria</i> 1) | 5 | 4) | 4) | 19 | 25 | 9 | 19 | 31 | 39 |
| <i>Filipendula ulmaria</i> | 30 | 15 | | 30 | 15 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| * <i>Hypericum perforatum</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 11 |
| <i>Hypericum perforatum</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 9 | 15 |
| <i>Galium album</i> | | 9 | 15 | | 9 | 50 | 15 | 9 | 5 |
| <i>Ajuga reptans</i> | | 3 | 5 | | 3 | 9 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Glechoma hederaceum</i> | | 3 | 5 | | 3 | 9 | 0 | 3 | 0 |
| * <i>Lysimachia vulgaris</i> | 7 | 7 | 0 | 3 | 8 | 1 | 0 | 15 | 12 |
| <i>Lysimachia vulgaris</i> | 3 | 3 | | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| * <i>Lathyrus pratensis</i> | 17 | 64 | 47 | 33 | 35 | 61 | 8 | 0 | 5 |
| <i>Lathyrus pratensis</i> | 9 | 9 | | 9 | 9 | 3 | 3 | 3 | 5 |
| * <i>Lotus uliginosus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 9 | 28 |
| <i>Lotus uliginosus</i> | 1 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 5 |

1) nur blüten- bzw. -knospentragende Stengel, 2) keine fertilen Individuen mehr festgestellt, 3) Horste vorhanden, 4) noch ohne fertile Individuen

3. Die Zunahme der Stengelzahl von Mentha aquatica auf allen Varianten spiegelt sich nur für die Juni-Variante auch in den Deckungsgraden wider.
4. Auch bei Galium boreale, das auf der Juni-Variante seine Zahl beinahe verdoppelte, fehlt die Bestätigung durch die Deckungsgrade, was an der geringen Grösse dieser Pflanze liegen mag.
5. Eindeutig zeigen die Deckungsgrade jedoch an, dass Prunella vulgaris von beiden Frühschnitt-Terminen profitierte.

4.5.2. Vegetationsveränderungen auf der Versuchsfläche 3.1 (Tab. 32)

1. Holcus lanatus unterliegt starken Schwankungen, was die Daten der drei Zählquadrate eindrücklich belegen. Im Gegensatz zur Herbst-Variante, die 1984 wieder auf dem Niveau von 1982 landete, vermutet man auf der Juli-Variante zunehmende Tendenz, obwohl die Daten von 1984 wieder eine Abnahme zeigen. Holcus konnte seine Entwicklung offensichtlich noch vor dem Juli-Frühschnitt beenden: Am 4. Juli 1983 waren alle Halme vergilbt; die Individuen auf der Herbst-Variante präsentierte sich am 19. Juli 1983 mit leeren Blütenstandsachsen; gemäht wurde in diesem Jahr am 12. Juli. (S. dazu auch Kap. 5.8. e.) Mit dem Juni-Frühschnitt darf ein weiterer Rückgang erwartet werden. So empfiehlt denn auch KLAPP (1974) zur vorbeugenden Bekämpfung u.a. die "Verhinderung des Absamens durch Frühschnitt" (S. 196).
2. Auf der Juli- und der Herbst-Variante trat(en) Poa pratensis (+ trivialis) 1983 erstmals mit Halmen auf; Poa pratensis konnte bereits 1982 im Zweitaufwuchs der Juli-Fläche beobachtet werden. Dass Poa als Untergras hauptsächlich vom Juni-Frühschnitt profitiert, kann nicht überraschen.
3. Auch Festuca rubra scheint sich beim Juni+Herbst-Schnittregime, nicht aber bei den andern, wohlzufühlen.
4. Bei Deschampsia caespitosa, die 1984 auf der Juni-Variante nicht mehr fertil angetroffen wurde und deren Halmzahl auf den übrigen Teilflächen stark zurückging, lohnte es sich offenbar, dass nach der Mahd mit der Mähdreschmaschine die zähen, nur wenig gestutzten Deschampsia-Hörste noch mit der Rasenschere zurückgeschnitten wurden. Denn KLAPP (1974) hält fest, dass Deschampsia "empfindlich gegen häufigen tiefen Schnitt oder Verbiss" sei (S. 191). Wie die Deckungsgrade zeigen, bedeutet diese mögliche Schwächung aber (noch?) keinen Rückgang.
5. Einen Rückgang auf beiden Frühschnittvarianten hat Filipendula ulmaria zu verzeichnen (s. dazu auch Kap. 5.8. b.).
6. Ausserordentlich stark zugenommen hat hingegen auf denselben Varianten Galium album, zu dessen Bekämpfung also von einem Frühschnitt abzusehen ist.
7. Nicht unerwartet profitierten auch die niederliegenden, ausläuferreibenden Ajuga reptans und Glechoma hederaceum vom Frühschnitt. Diese Entwicklung ist mit der Ausbreitung von Ranunculus repens auf der Versuchsfläche 18 der Lunnerallmend vergleichbar.
8. Die Zähldaten von Lysimachia vulgaris deuten auf einen Rückgang bei Frühschnitt und eine Zunahme bei herbstlichem Streuschnitt allein hin.
9. Sowohl Hypericum perforatum wie Lotus uliginosus, die von Anfang an nur auf der Herbstvariante vorkamen, breiteten sich aus.
10. Die andere häufige Leguminose, Lathyrus pratensis, konnte ihre Individuenzahl auf beiden Frühschnittvarianten deutlich erhöhen.
11. Molinia bildete im Zweitaufwuchs Blütenstände, steigerte ihren Anteil

aber nicht. 1982 wie 1983 erreichte sie auf der Juni-Variante 5%, auf der Juli-Variante 3% Deckung.
Die Abbildungen 76 und 77 vergleichen die Juli-Variante vor dem ersten und dem zweiten Frühschnitt.



Abb. 76. Juli-Variante von Fläche 3.1 am 12. Juli 1982; Filipendula ulmaria blühend
Fig. 76. 'July-treatment' of plot 3.1 on July 12, 1982; Filipendula ulmaria flowering



Abb. 77. Juli-Variante von Fläche 3.1 am 3. Juli 1983
(Zunahme von Holcus lanatus)
Fig. 77. 'July-treatment' of plot 3.1 on July 3, 1983
(Increase of Holcus lanatus)

4.5.3. Vegetationsveränderungen auf der Versuchsfläche 3.2. (Tab. 33)

- Bei Molinia coerulea glaubt man auf beiden Frühschnittvarianten eine zunehmende Tendenz herauslesen zu können, während
- Calamagrostis epigeios, die dominierende Art auf dieser Fläche, lediglich auf der Juli-Variante geschwächt worden zu sein scheint: Die Halmzahl betrug 1984 nur ein Drittel derjenigen bei Versuchsbeginn. (Im Vergleich zur Calamagrostis-Fläche 14 der Lunnerallmend sind die Halmzahlen hier ausserordentlich hoch; s. EGLOFF 1985, Abb. 6.) Für eindeutige Schlüsse reicht der Beobachtungszeitraum jedoch nicht aus, auch was einen eventuellen Rückgang auf der Herbst-Variante angeht. (Die Juni-Variante war bereits am Anfang etwas Calamagrostis-ärmer. Deren Deckung, und wohl auch diejenige von Molinia, war 1983, bedingt durch den Entwicklungsstand der Vegetation bzw. den Aufnahmezeitpunkt, wohl eher unterschätzt worden. Auf der Herbst-Variante erfolgte 1982 offensichtlich eine Ueberschätzung.)
- Bereits bei der Juni-Variante der Nachbarfläche 3.1 hatte auf die Förderung von Festuca rubra hingewiesen werden können.

Tab. 33. Versuchsfläche 3.2 (plot 3.2)
(s. Legende S. 122)

| Arten | Varianten / Jahre | | | | | | | | |
|----------------------------------|-------------------|------|-------|------|------|------|--------|------|------|
| | Juni | | | Juli | | | Herbst | | |
| | 1982 | 1983 | 1984 | 1982 | 1983 | 1984 | 1982 | 1983 | 1984 |
| * <u>Molinia coerulea</u> | | | | | | | | | |
| 1. 0.25 m ² A | (26) | (42) | 23 | 0 | 3 | 5 | 3 | 1 | 4 |
| 2. 0.25 m ² B | 1) | (0) | (5) | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3. 0.25 m ² C | | (21) | (39) | 4 | 0 | 11 | 35 | 0 | 0 |
| 4. m ² | | (63) | (115) | 41 | 0 | 19 | 52 | 4 | 1 |
| <u>Molinia coerulea</u> | | | | | | | | | |
| | 3 | 15 | | | 7 | 9 | 1 | 3 | 5 |
| * <u>Calamagrostis epigeios</u> | 2) | 29 | 12 | 128 | 89 | 40 | 131 | 152 | 87 |
| <u>Calamagrostis epigeios</u> | | 15 | 30 | | 50 | 50 | 90 | 70 | 50 |
| * <u>Festuca rubra</u> | 5 | 21 | 12 | 0 | 5 | 8 | 0 | 0 | 0 |
| <u>Festuca rubra</u> | | 15 | 30 | | 3 | 3 | 0 | 3 | 0 |
| * <u>Poa pratensis+trivialis</u> | 0 | 9 | 8 | 0 | 3 | 1 | 0 | 4 | 5 |
| <u>Poa pratensis+trivialis</u> | | 15 | 5 | | 3 | 3 | 0 | 3 | 3 |
| * <u>Phragmites communis</u> | 5 | 3 | 9 | 7 | 25 | 17 | 16 | 16 | 27 |
| <u>Phragmites communis</u> | | 9 | 4 | | 5 | 5 | 9 | 9 | 15 |
| * <u>Lysimachia vulgaris</u> | 7 | 23 | 17 | 11 | 27 | 16 | 13 | 33 | 28 |
| <u>Lysimachia vulgaris</u> | | 9 | 5 | | 9 | 5 | 9 | 9 | 15 |
| <u>Filipendula ulmaria</u> | | 5 | 5 | | 5 | 5 | 3 | 5 | 9 |
| <u>Galium album</u> | | 5 | 4 | | 9 | 30 | 5 | 5 | 9 |
| <u>Ajuga reptans</u> | | 9 | 5 | | 3 | 15 | 0 | 3 | 5 |

1) Die Zahlen in Klammern beziehen sich auf den Zweitaufwuchs

2) Noch keine Blütenstände sichtbar

4. Nicht zu einer Ausbreitung, sondern zu einem Rückgang kam es jedoch für Poa pratensis (+ trivialis) (vgl. Punkt 2 in Kap. 4.5.2.).
5. Aus den Daten von Phragmites communis kann lediglich eine Zunahme bei alleinigem Herbstschnitt abgelesen werden.
6. Lysimachia vulgaris zeigte auf den Frühschnittvarianten die bereits auf Fläche 3.1 beobachtete Entwicklung (s. Punkt 8 in Kap. 4.5.2.).
7. Ein etwas anderes Bild liefert Filipendula ulmaria: Stagnation bei zusätzlichem Schnitt im Frühsommer steht eine Ausbreitung bei Herbstschnitt allein gegenüber, wobei aber der Deckungsanteil von Filipendula generell viel geringer als auf Fläche 3.1 ist.
8. Galium album eroberte die Juli-Variante ähnlich massiv wie auf Fläche 3.1. Sein Verhalten auf den beiden andern Varianten jedoch bestätigt die Resultate von Fläche 3.1 nicht (s. Punkt 6 in Kap. 4.5.2.).
9. Ajuga reptans profitierte ebenfalls stark vom Juli-Frühschnitt (vgl. Punkt 7 in Kap. 4.5.2.).

4.5.4. Vegetationsveränderungen auf der Versuchsfläche 4 (Tab. 34)

1. Holcus lanatus gibt wie schon bei der Fläche 3.1 Interpretationschwierigkeiten auf. Ein Rückgang ist am ehesten mit dem Juni-Frühschnitt zu erwarten.
2. Auch Poa pratensis + trivialis gibt Rätsel auf. Der Zusammenbruch der Halmzahl könnte jedoch Ausdruck der natürlichen Schwankungen sein.
3. Die Daten von Festuca rubra auf der Juni-Variante repräsentieren die ausgeprägte Dynamik der Vegetation dieser Versuchsfläche.
4. Deschampsia caespitosa Halmzahl ging 1984 zwar auf allen Varianten wieder zurück, doch gewann sie gemäss den Deckungsgraden gleichzeitig überall an Terrain (vgl. Punkt 4 in Kap. 4.5.2.).
5. Ob Calamagrostis epigeios auf der Juli-Variante weiter zurückgehen und auf der Herbst-Variante zunehmen wird, muss im Moment als offene Frage stehen bleiben.
6. Obwohl es sich bei Dactylis glomerata um ein frühwüchsiges Gras handelt, kam es auf der Juni-Variante zu einer Ausbreitung. Doch könnte die zunehmende Aushagerung des Bodens zu ihrem Verschwinden führen (s. Halmzahlen der Frühschnittvarianten). - Kommt es auf der Herbst-Variante langfristig zu ihrer Elimination?
7. Trotz ihrer Lückenhaftigkeit bestätigen die Daten von Galium album die Aussage in Kapitel 4.5.2. (Punkt 6).
8. Dass Cirsium arvense trotz des Frühschnitts expandierte, kann auf den Samenregen aus der unmittelbaren Umgebung sowie die vielen, Keimungsnischen bildenden Lücken in der Vegetation zurückgeführt werden.
9. Von der Juni-Variante verschwand Rhinanthus alectorolophus, doch auf der Juli-Variante entwickelte er sich zum (vorübergehenden?) Dominator (s. Abb. 78 und Kap. 5.8. h)).
10. Dass sie mit dem herbstlichen Streuschnitt allein (zumindest kurzfristig) nicht bekämpft werden kann, zeigt, wie bereits auf der Lunnerallmend (s. Kap. 4.4.5.), äusserst deutlich Solidago serotina. Aufgrund der starken Zunahme im Verlauf der Versuchsperiode muss aber grundsätzlich in Frage gestellt werden, dass der Streuschnitt langfristig zu einer Abnahme führt.
11. Hatte Rubus caesius, der auf allen Varianten an Terrain verlor, vom Mulchen, das unserem Versuch jahrelang vorausging, profitiert?
12. Bei der Zunahme von Lathyrus pratensis im Sommer 1983 auf der Juni-Variante könnte es sich um eine "Episode" handeln (vgl. aber Punkt 10 in Kap. 4.5.2.).

13. Bemerkenswerte Arten, auch hinsichtlich des Wasserhaushalts, sind auf der Juni-Variante dieser Fläche die fertil vorkommenden Bromus erectus und Cynosurus cristata. (Letztere wurde 1983 erstmals beobachtet).

14. Molinia erschien im Zweitaufwuchs mit Halmen, beide Jahre mit 3% Deckung.

Die Abbildungen 78 und 79 vergleichen die Juli-Variante vor dem ersten und zweiten Frühschnitt.

Tab. 34. Versuchsfläche 4 (plot 4)

(s. Legende S. 122)

| Arten | Varianten / Jahre | | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|------|------|------|------|------|--------|------|------|
| | Juni | | | Juli | | | Herbst | | |
| | 1982 | 1983 | 1984 | 1982 | 1983 | 1984 | 1982 | 1983 | 1984 |
| *Holcus lanatus | 17 | 49 | 0 | 21 | 160 | 19 | 0 | 48 | 12 |
| Holcus lanatus | | 5 | 3 | | 30 | 8 | 3 | 9 | 5 |
| *Poa pratensis+trivialis | 28 | 104 | 19 | 0 | 11 | 1 | 0 | 7 | 0 |
| Poa pratensis+trivialis | | 15 | 15 | | 5 | 1 | 0 | 3 | 0 |
| *Festuca rubra | 0 | 113 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 |
| Festuca rubra | | 15 | 0? | | 0 | 0 | 3 | 5 | 9 |
| *Deschampsia caespitosa | 0 | 5 | 0 | 5 | 47 | 29 | 9 | 13 | 0 |
| Deschampsia caespitosa | | 3 | 5 | | 5 | 9 | 3 | 5 | 5 |
| *Calamagrostis epigeios | 0 | 1 | 0 | 3 | 63 | 16 | 3 | 8 | 24 |
| Calamagrostis epigeios | | 3 | 0 | | 15 | 8 | 15 | 15 | 15 |
| *Dactylis glomerata | 0 | 11 | 5 | 0 | 9 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Dactylis glomerata | | 9 | 15 | | 5 | 3 | 5 | 3 | 1 |
| *Galium album 1) | 108 | 85 | 100 | 97 | 2) | 53 | 123 | 2) | 2) |
| Galium album | | 30 | 50 | | 2) | 30 | 50 | 30 | 15 |
| *Cirsium arvense | 8 | 13 | 16 | 8 | 16 | 20 | 1 | 0 | 0 |
| Cirsium arvense | | 5 | 5 | | 5 | 9 | 3 | 5 | 3 |
| *Rhinanthus alectoroloph. | 16 | 3 | 0 | 9 | 5 | 20 | 1 | 5 | 7 |
| Rhinanthus alectoroloph. | | 5 | 0 | | 15 | 50 | 5 | 9 | 15 |
| *Solidago serotina | 0 | 0 | 0 | 5 | 1 | 1 | 4 | 21 | 52 |
| Solidago serotina | | 0 | 0 | | 1 | 1 | 9 | 15 | 30 |
| Rubus caesius | | 9 | 5 | | 9 | 5 | 5 | 9 | 3 |
| *Lathyrus pratensis | 1 | 56 | 37 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Lathyrus pratensis | | 5 | 3 | | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |

1) Gezählt wurden lediglich die blüten- bzw. -knospentragenden Stengel

2) Keine Erhebungen durchgeführt



Abb. 78. Juli-Variante von Fläche 4 am 12. Juli 1982
Fig. 78. 'July-treatment' of plot 4 on July 12, 1982



Abb. 79. Juli-Variante von Fläche 4 am 3. Juli 1983
(Zunahme von Holcus lanatus)
Fig. 79. 'July-treatment' of plot 4 on July 3, 1983
(Increase of Holcus lanatus)

4.5.5. Vegetationsveränderungen auf der Versuchsfläche 5 (Tab. 35)

Wegen ihrer hauptsächlich durch tiefe Karrenspuren bedingten Heterogenität wurde diese Fläche 1983 aus dem Untersuchungsprogramm gestrichen. Obwohl deswegen nur Daten von zwei Jahren vorliegen, wird kurz auf ihre Entwicklung eingegangen.

1. Eine massive Zunahme von Holcus lanatus-Halmen auf der Juli-Variante war 1983 auch auf Fläche 3.1 (Kap. 4.5.2.) festgestellt worden.
2. Auf den Frühschnittvarianten derselben Fläche kam es auch zu einer Expansion von Poa pratensis + trivialis.
3. Auch auf Fläche 4 (s. Kap. 4.5.4., Punkt 4) waren 1983 die Halmzahlen von Deschampsia caespitosa höher als 1982.
4. Solidago serotina zeigte bereits auf Fläche 4, dass sie sich bei Herbstschnitt allein ausbreitet.
5. Für Equisetum arvense, nicht aber für E. palustre wirkt ein Frühschnitt fördernd.
6. Es ist möglich, dass sich Lathyrus pratensis (wie auf Fläche 3.1) auf der Juli-Variante weiter ausbreitet.

Tab. 35. Versuchsfläche 5 (plot 5)
(s. Legende S. 122)

| Arten | Varianten / Jahre | | | | | |
|----------------------------------|-------------------|------|------|------|--------|------|
| | Juni | | Juli | | Herbst | |
| | 1982 | 1983 | 1982 | 1983 | 1982 | 1983 |
| * <i>Holcus lanatus</i> | 32 | 41 | 0 | 31 | 0 | 0 |
| * <i>Poa pratensis+trivialis</i> | 156 | 209 | 0 | 77 | 0 | 9 |
| * <i>Deschampsia caespitosa</i> | 0 | 3 | 9 | 17 | 3 | 8 |
| * <i>Solidago serotina</i> | 56 | 43 | 37 | 20 | 63 | 71 |
| * <i>Equisetum arvense</i> | 21 | 37 | 1 | 15 | 8 | 0 |
| * <i>Equisetum palustre</i> | 17 | 96 | 20 | 21 | 49 | 88 |
| * <i>Lathyrus pratensis</i> | 0 | 0 | 33 | 40 | 32 | 31 |

4.5.6. Zusammenfassung der Bewirtschaftungseffekte

4.5.6.1. Einleitung

Aufgrund der Ausgangssituation (s. Kap. 2.2.3. und 3.4.1./2.) und weil sich die Beobachtungen nur über drei Jahre erstreckten, leuchtet es unmittelbar ein, dass die folgende Liste keine absolute Gültigkeit beanspruchen kann.

Fett gedruckt sind Arten, deren Verhalten/deren Reaktion auf das Schnittregime nicht mit dem durch die Bewirtschaftungsmassnahmen angestrebten Ziel "Artengarnitur Streuwiese" übereinstimmt, und die gleichzeitig fast alle hochwüchsige und/oder auffällig sind. Die Hervorhebung besagt aber nicht, dass alle diese Arten in ungestörten Riedwiesen nicht vorkommen.

Wegelassen wurden einige Arten mit unsicherer Aussage oder uneinheitlichem Verhalten auf den verschiedenen Versuchsflächen (z.B. Deschampsia, Poa).

4.5.6.2. Geförderte Arten

I. Generell (= auf allen Versuchsflächen): **Molinia coerulea**; **Mentha aquatica**.

II. Auf der Herbst-Variante: **Lysimachia vulgaris**, **Solidago serotina**.

III. Auf den Frühschnittvarianten:

a) Auf beiden: **Ajuga reptans**, **Cirsium arvense**, **Galium album**, **Glechoma hederaceum**, **Lathyrus pratensis***, **Prunella vulgaris**.

b) Nur auf der Juni-Variante: **Festuca rubra**; **Galium boreale**.

c) Nur auf der Juli-Variante: **Holcus lanatus**; **Rhinanthus alectorolophus**.

* Lathyrus pratensis ist zwar keine auffällige Art, bewirkt aber infolge seiner Stickstofffixierung eine allmähliche (Stickstoff-)Eutrophierung des Standorts.

4.5.6.3. Zurückgedrängte Arten

I. Generell: **Rubus caesius**; nur Rückgangstendenz: **Dactylis glomerata**.

II. Auf der Herbst-Variante: **Galium album**.

III. Auf den Frühschnittvarianten:

a) Auf beiden: **Filipendula ulmaria**, **Lysimachia vulgaris**.

b) Nur auf der Juni-Variante: **Rhinanthus alectorolophus**;
Rückgangstendenz: **Holcus lanatus**.

c) Nur auf der Juli-Variante: **Juncus subnodulosus** (?); Rückgangstendenz: **Calamagrostis epigeios**.

Besonders hervorzuheben sind der durch den Frühschnitt ausgelöste Rückgang der verbreiteten Hochstaude Filipendula ulmaria sowie die Rückgangstendenz auf der Juli-Variante von Calamagrostis epigeios, die sich auf der Lunnerallmend als ungemein hartnäckig, wenn nicht sogar resistent erwies. Ferner sei darauf hingewiesen, dass bei Beständen mit dominierendem Galium album ein konsequenter Herbstschnitt Erfolg verspricht. Das Verhalten von Cirsium arvense steht im Widerspruch zu den Resultaten auf der Lunnerallmend (s. dazu Kap. 5.8. f)).