

Zeitschrift: Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Tech. Hochschule, Stiftung Rübel, in Zürich

Herausgeber: Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)

Band: 124 (1995)

Artikel: Vegetationskundlich-ökologische Untersuchungen und Bewirtschaftungsexperimente in Halbtrockenwiesen ("Mesobromion") auf dem Schaffhauser Randen = Phytosociological and ecological investigations and experimental management in mesobromion limestone grassland on the Randen, a Jurassic mountain in northern Switzerland

Autor: Keel, Andreas

Kapitel: 4: Ergebnisse

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-308988>

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: 01.02.2026

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

4. ERGEBNISSE

4.1. CHARAKTERISIERUNG DER VEGETATIONSEINHEITEN DER HALBTROCKENWIESEN DES RANDENS UND DEREN STANDÖRTLICHE VERHÄLTNISSE

Die 195 eigenen Vegetationsaufnahmen des Untersuchungsraumes mit insgesamt ca. 300 verschiedenen Arten sind in der Vegetationstabelle "*Mesobromion* Randen" zusammengefasst und in Anlehnung an ZOLLER (1954b) in fünf Einheiten und weitere Untereinheiten gegliedert. Die Tabellen mit den Vegetationsaufnahmen und Vegetationseinheiten, den Stetigkeiten und den Standortsangaben befinden sich in der Beilage.

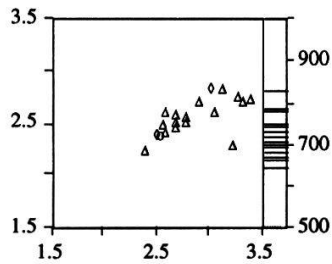
Der untersuchte Vegetationskomplex wird durch Artengruppen in die verschiedenen Einheiten gegliedert. Die Vegetationseinheiten sind mit römischen Zahlen, Buchstaben und den Bezeichnungen versehen. Die soziologischen Artengruppen, welche für die Differenzierung und Klassifikation verwendet wurden, sind mit einer Kurzbezeichnung (Buchstabe und arabische Zahl) und einer namengebenden Kennart beschrieben. In den Vegetationstabellen sind die Kurzbezeichnungen den jeweiligen namengebenden Arten vorangestellt.

Die Ökogramme der Vegetationseinheiten sind in zwei Figuren dargestellt. Die Figur 7 enthält die errechneten mittleren Feuchtigkeits- und Nährstoffzahlen (LANDOLT 1977) und die Höhenverteilung der Aufnahmen, die Figur 8 die Exposition und die Neigung. Brach-, Mahd- und Waldflächen sind mit unterschiedlichen Symbolen bezeichnet.

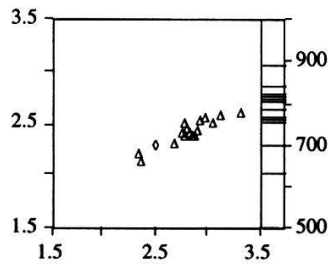
Die Gesamtheit des Vegetationskomplexes (vgl. Beilage 3, Vegetationstabelle 1976/77 mit den angegebenen Artengruppen) wird weitgehend durch die gemeinsame Basis der Artengruppen A1 bis A4 charakterisiert.

Die Artengruppe A1 mit *Chrysanthemum leucanthemum* umfasst hochstete Wiesenarten mit einem breiten standörtlichen Spektrum. Die Arten können an frischen bis trockenen, nährstoffreichen bis -armen Standorten vorkommen. Einige Arten dieser Gruppe sind deshalb auch in den artenreicheren, eher trockenen Ausbildungen des *Arrhenatheretum* zu finden. Die Deckungswerte und Stetigkeiten der meisten dieser Arten nehmen in brachliegenden Beständen ab.

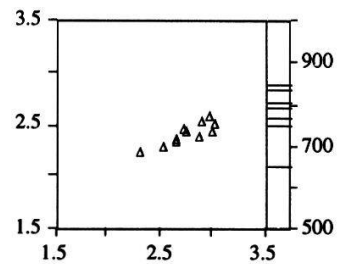
I *Colchico-Mesob.*



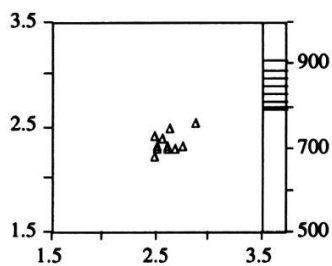
II *Medicagini falcatae-Mesob.*
mesophile Ausb.



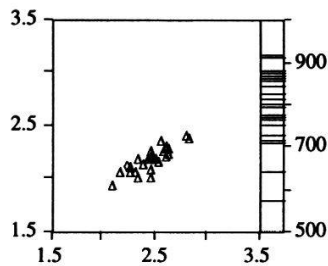
II *Medicagini falcatae-Mesob.*
Ausb. mit *Rhin. alect.*



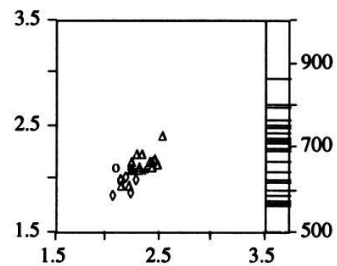
II *Medicagini falcatae-Mesob.*
II A UE mit *Vic. tenuif.*
Ausb. mit *Hierac. cym.*



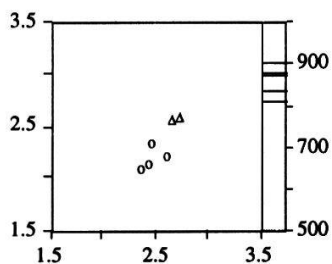
II *Medicagini falcatae-Mesob.*
II A UE mit *Vic. tenuif.*
trockene Ausb.



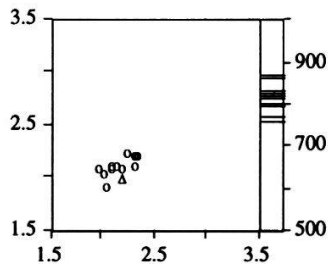
II *Medicagini falcatae-Mesob.*
II B typische UE



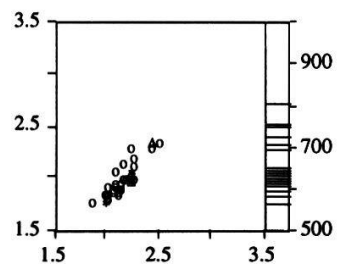
III *Rhinantho angustifoliae-Mesob.*
mesophilere Ausb.



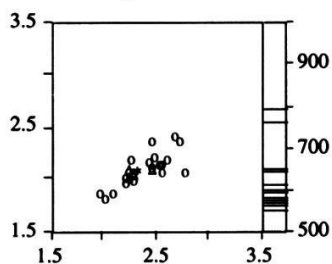
III *Rhinantho angustifoliae-Mesob.*
trockenere und ärmere Ausb.



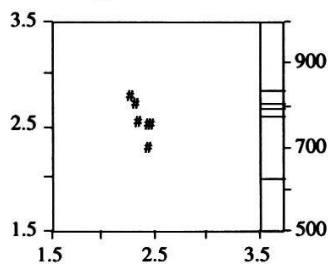
IV *Seselio libanotidis-Mesob.*



V *Inulo conyzae-Mesob.*



VI *Brachypodio-Pinetum*



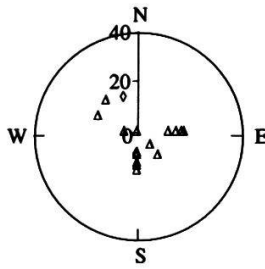
o Brache
◊ gelegentliche Mahd
△ regelmässige Mahd
Wald
* Rest

Fig. 7. Ökogramme der Vegetationsaufnahmen *Mesobromion* Randen 1976/77 für die Vegetationseinheiten I bis VI mit Untereinheiten (UE).

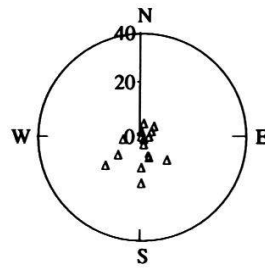
Ecograms of the relevés, Mesobromion Randen 1976/77, for the vegetation units I to VI with sub-units (UE).

Abszisse - *abscissa*: Nährstoffzahl - *nutrient value*, Ordinate links - *ordinate left*: Feuchtezahl - *humidity*, Strichdiagramm rechts - *line diagram right*: Meereshöhe - *altitude*.

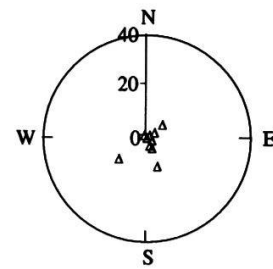
I *Colchico-Mesob.*



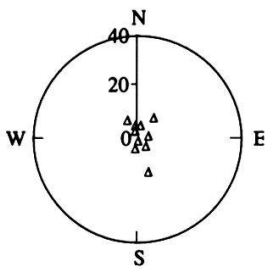
II *Medicagini falcatae-Mesob.*
mesophile Ausb.



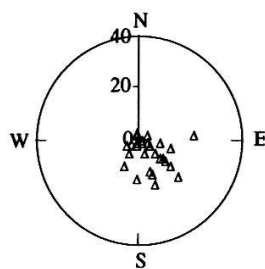
II *Medicagini falcatae-Mesob.*
Ausb. mit *Rhin. alect.*



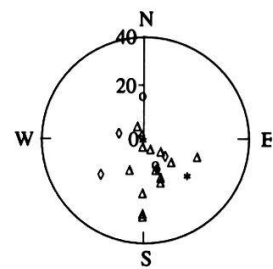
II *Medicagini falcatae-Mesob.*
II A UE mit *Vic. tenuif.*
Ausb. mit *Hierac. cym.*



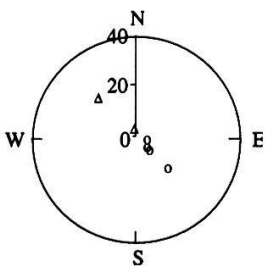
II *Medicagini falcatae-Mesob.*
II A UE mit *Vic. tenuif.*
trockene Ausb.



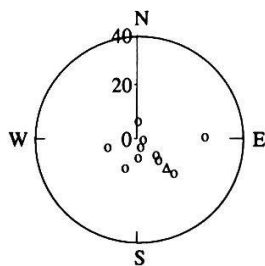
II *Medicagini falcatae-Mesob.*
II B typische UE



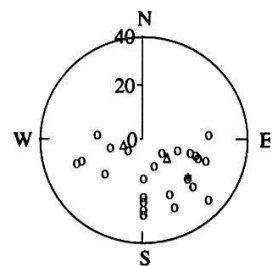
III *Rhinantho angustifoliae-Mesob.*
mesophilere Ausb.



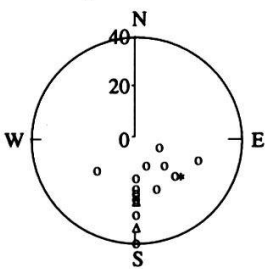
III *Rhinantho angustifoliae-Mesob.*
trockenere und ärmere Ausb.



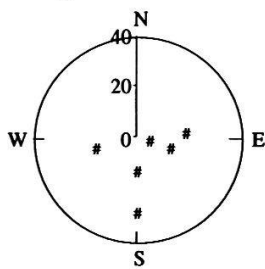
IV *Seselio libanotidis-Mesob.*



V *Inulo conyzae-Mesob.*



VI *Brachypodio-Pinetum*



- o Brache
- ◊ gelegentliche Mahd
- Δ regelmässige Mahd
- # Wald
- * Rest

Fig. 8. Ökogramme der Vegetationsaufnahmen *Mesobromion* Randen 1976/77 für die Vegetationseinheiten I bis VI mit Untereinheiten (UE).

Ecograms of the relevés, Mesobromion Randen 1976/77, for the vegetation units I to VI with sub-units (UE).

Neigungswinkel (0°: horizontal, 45°: Neigung 1:1) und Hauptexposition der Aufnahme-
fläche - *angle of inclination (0°: horizontal, 45°: inclination 1:1) and main exposition of
the recorded area.*

Die Artengruppe A2 mit *Bromus erectus* weist ebenfalls ein breites Spektrum auf. Sie hat ihr Schwergewicht vor allem auf weniger gut mit Wasser und/oder Nährstoff versorgten Standorten. Die standörtlichen Unterschiede zur Gruppe A1 sind noch nicht gross. Meist ist die Stetigkeit der Arten geringer. Die Artengruppe A3 mit *Hippocrepis comosa* zeigt zunehmende Trockenheit und extensive Bewirtschaftung (nährstoffarme, wenig oft gemähte Flächen) an, ist aber noch weit verbreitet.

Auf noch ausgeprägter trockene Standorte weist die Artengruppe A4 mit *Hieracium pilosella* hin.

Die Arten der Gruppen A3 und A4 sind in den mesophilen Einheiten des untersuchten Gebietes mit einer geringeren Stetigkeit vorhanden.

4.1.1. Einheit I *Colchico-Mesobrometum*

Von allen Vegetationseinheiten des *Mesobromion* findet sich diese Einheit auf den am besten mit Wasser versorgten Böden. Auf dem verhältnismässig trockenen Randen ist sie deshalb fast ausschliesslich an boden- und luftfeuchten Nordhängen oder in tief eingeschnittenen Tälern zu finden. An nassen Stellen finden sich Übergänge zum *Caricetum davallianae*.

I A *Colchico-Mesobrometum*, typische Untereinheit

Zur kennzeichnenden Artenkombination gehört die *Colchicum autumnale*-Gruppe C1. Hinzu kommen die Arten der *Ranunculus friesianus*-Gruppe C2. Diese Arten weisen ihre Hauptverbreitung an sich in den Fettwiesen auf. Im Gegensatz zu anderen Fettwiesenarten im *Mesobromion*-Komplex sind sie in höherer Stetigkeit und Deckung fast ausschliesslich auf diese und die folgende Einheit (I B) beschränkt.

I B *Colchico-Mesobrometum*, Untereinheit mit *Trollius europaeus*

Von der typischen Ausbildung lässt sich diese zweite Untereinheit abtrennen, welche Schattenlagen, insbesondere schattige Waldränder und Bachufer, besiedelt oder sich aus der typischen Untereinheit auf brachliegenden Flächen entwickeln kann.

Die kennzeichnenden Arten gehören zur *Trollius europaeus*-Gruppe C3. Dazu können folgende im Gebiet seltene und meist nur noch in schmalen Säumen vorkommende und deshalb in der Vegetationstabelle unterrepräsent-

tierte Arten gefügt werden: *Astrantia major*, *Cirsium salisburgense*, *Aconitum vulparia* s.l. und *Geranium silvaticum*.

Die Untereinheit I B enthält einige (z.T. montane) Hochstaudenarten und leitet somit zu den Hochstaudengesellschaften mesophiler, wechsellückiger bis feuchter Standorte über. Viele der Hochstaudenarten reagieren empfindlich auf einen (frühen) Schnitt.

Die Wiederbewaldung verläuft auf diesen Standorten rascher als auf jenen der folgenden Vegetationseinheiten. Die Streue wird durch Schneedruck, die ausreichende Feuchtigkeit und die relativ ausgeglichenen Temperaturen schnell abgebaut. Das Fehlen eines Streuefilzes ermöglicht die Keimung und das Wachstum zahlreicher Holzpflanzen. Zusammen mit der durch Düngung schnellen Umwandlung in Fettwiesen bewirkte die Brachlegung das fast vollständige Verschwinden dieser beiden Einheiten im Randen (Ausnahme z.B. Naturschutzgebiet Galliwig, Bagen).

4.1.2. Einheit II *Medicagini falcatae-Mesobrometum*

Das *Medicagini falcatae-Mesobrometum* findet sich im Randen vor allem auf wenig geneigten Flächen, zum Teil aber auch auf schwach nach Norden bis ca. 20° nach Süden abfallenden Hängen. Fast alle durch Vegetationsaufnahmen erfassten Flächen dieser Einheit wurden bewirtschaftet, d.h. ein- bis zweimal jährlich gemäht und teilweise auch schwach gedüngt (vgl. Untereinheiten).

Die mesophilen Arten der Gruppe C3 fallen nun vollständig, diejenigen von C1 und C2 fast vollständig weg. Die Gruppen Sch1 und Sch2 charakterisieren das *Medicagini falcatae-Mesobrometum* unter Einschluss der Einheit I. Beide enthalten Arten, welche eine regelmässige Bewirtschaftung - in der Regel mindestens einen Heuschnitt jährlich - der Standorte anzeigen. Die Gruppe Sch1 wird von Arten der mässig mit Nährstoff versorgten Standorte gebildet, welche auf die nahe soziologische Verwandtschaft mit dem *Arrhenatheretum* hinweisen. Auf trockenen, nährstoffarmen Standorten fallen diese Arten zunehmend aus. Die Gruppe Sch2 umfasst die Arten der mittleren Standorte, sofern durch die jährliche Mahd Vegetationslücken und offene Bodenstellen entstehen. Sehr trockene, brachliegende, sehr nährstoffarme Standorte werden fast vollständig gemieden.

Das *Medicagini falcatae-Mesobrometum* kann durch die folgenden Artengruppen (insbesondere M1) zusätzlich definiert und weiter gegliedert werden:

II A *Medicagini falcatae-Mesobrometum*, Untereinheit mit *Vicia tenuifolia*

Charakterisiert wird diese Einheit durch die *Vicia tenuifolia*-Gruppe M1, welche diesen Vegetationstyp sowohl gegen das feuchtere *Colchico-Mesobrometum* wie auch gegen die trockeneren Einheiten abgrenzt.

Von dieser Untereinheit können im Gebiet folgende Varianten angetroffen werden:

- mesophile Ausbildung II A1

Charakterisiert wird die Ausbildung durch die relativ starke Vertretung von Arten des *Arrhenatheretum* und allgemein von Gräsern wie *Arrhenatherum elatius*, *Helictotrichon pubescens*, *Bromus erectus* sowie von *Trifolium repens*, *Trifolium pratense*, *Lotus corniculatus*, *Taraxacum officinale*, *Plantago lanceolata* und das Fehlen von *Brachypodium pinnatum* sowie von zahlreichen weiteren schnittempfindlichen, magerkeits- und trockenheitszeigenden Arten. Die Standorte sind in der Regel zweimal jährlich gemäht und leicht gedüngt. Vor allem die periodische Austrocknung und die bisher beschränkten Düngergaben verhinderten die gänzliche Umwandlung in ein *Arrhenatheretum*. Diese Einheit steht dem *Dauco-Salvio-Mesobrometum* am nächsten. Da jedoch sowohl *Daucus carota* wie *Salvia pratensis* in nahezu sämtlichen übrigen Einheiten ebenfalls vorkommen, wird diese Bezeichnung nachfolgend nicht verwendet.

- Ausbildung mit *Rhinanthus alectorolophus* II A2

Diese Ausbildung entspricht weitgehend der vorangegangenen und leitet mit *Rhinanthus alectorolophus* zur folgenden Einheit über. Als einjährige Art benötigt *Rhinanthus alectorolophus* (einzige Art der "Gruppe" M2) zur Bildung der Samen einen späten Schnitt. Diese Vegetationseinheit mit dem Aspekt des Behaarten Klappertopfes unterscheidet sich vermutlich ausschliesslich durch den späten Zeitpunkt des ersten Schnittes.

- Ausbildung mit *Hieracium cymosum* II A3

Rhinanthus alectorolophus (M2) sowie die Artengruppe M3 mit *Hieracium cymosum* kennzeichnen die Einheit gut. Es sind vor allem trockenheit- und magerkeitszeigende niedrige Arten (insbesondere auf flachgründigen Böden mit lückiger Bodenstruktur), welche sich in den beiden vorausgegangenen Einheiten mit einer dichten höheren Krautschicht nicht durchsetzen können und die den brachliegenden Beständen im Gebiet meist fehlen. (A1-

lerdings kommt *Hieracium cymosum* in sehr lichten, trockenen Wäldern auch vor.) Zusätzlich treten nun aber auch Arten auf, welche auf nährstoffarme Standorte angewiesen sind, aber auch in nicht gemähten Beständen gut gedeihen. Beispiele dafür sind *Potentilla verna* (ev. unter Einschluss von *P. heptaphylla*), einige Arten der Artengruppe B1 sowie *Carex ornithopoda* und *Pimpinella saxifraga* (Artengruppe B2).

Die Einheit II A3 ist im Gebiet bei den Vegetationsaufnahmeorten auf hoch gelegene Kuppenlagen (800-900 m ü. M.) beschränkt, meist auf schwach nach Norden oder nach Süden exponierten Flächen.

- trockene Ausbildung II A4

Die mesophilen Arten nehmen gegenüber der vorangehenden Einheit weiter ab, die magerkeits- und trockenheitszeigenden Arten der Gruppen B1, B2 und B4 sowie brachezeigende Arten nehmen zu. Es handelt sich meist um schwierig zu bewirtschaftende Flächen an Waldrändern, Waldwiesen usw.

II B *Medicagini falcatae-Mesobrometum*, typische Untereinheit

Diese Untereinheit umfasst die trockensten, nährstoffärmsten, steilsten, heute noch jährlich oder zumindest gelegentlich bewirtschafteten Standorte der bisher genannten Vegetationstypen. Die Arten der Gruppe M1, welche die Subassoziation mit *Vicia tenuifolia* charakterisiert, treten nur noch sporadisch auf. Magerkeits- und trockenheitszeigende Arten der Gruppen B4 und B5 nehmen weiter zu. Die Standorte befinden sich meist innerhalb vielfältig strukturierter Vegetationsmosaiken, entsprechend heterogen ist die Vegetationszusammensetzung der einzelnen Aufnahmen.

4.1.3. Einheit III *Rhinantho angustifoliae-Mesobrometum*

Das *Rhinantho angustifoliae-Mesobrometum* findet sich auf extremen, ungedüngten, verdichteten, wechsell Trockenen Mergelböden, meist in Waldrandnähe. Oft sind es lückige Wiesen, welche wie die folgenden Vegetationseinheiten heute kaum mehr bewirtschaftet werden.

Die Einheit wird charakterisiert durch die Arten der *Rhinanthus angustifolius*-Gruppe R1 und der *Gymnadenia conopsea*-Gruppe R2. Die Gruppe R2 ist sowohl in der Einheit III als auch in der Einheit IV enthalten.

Galium verum (Gruppe M4) verbindet als typische wechsell Trockenheitszeigende Art die Einheit III mit der Einheit II. Ein weiteres Kennzeichen für die Einheit III schliesslich ist die *Cephalanthera longifolia*-Gruppe W2, welche sonst vorwiegend auf die oft benachbarten Föhrenbestände beschränkt ist.

Entsprechend den extremen Bedingungen und der lückigen Vegetationsstruktur weisen die charakterisierenden Arten im *Rhinantho angustifoliae*-*Mesobrometum* meist nur geringe Deckungs- und Stetigkeitswerte auf. Die Einheit kommt dem *Thesieto bavari*-*Mesobrometum* von ZOLLER (1954b) am nächsten, wobei *Thesium bavarum* in den übrigen Aufnahmen (heute?) häufiger vorhanden ist.

Die Vegetationseinheit kann in eine stärker mesophile Ausbildung mit einem Anteil von Arten der Gruppe Sch1 und eine trockenere, nährstoffarme Ausbildung ohne diese Arten gegliedert werden. Die Unterschiede zeigen sich in den Ökogrammen.

4.1.4. Einheit IV *Seselio libanotidis*-*Mesobrometum*

Das *Seselio libanotidis*-*Mesobrometum* bedeckt durchlässige, trockene Kalkhangschuttböden, welche (meist) stark besonnt sind und ein Gefälle von mindestens 10 bis 40° aufweisen. Die Exposition reicht von Ost über Süd bis West. In Nordlage wurde es nicht (mehr) angetroffen.

Die kennzeichnende Artengruppe S1 mit *Seseli libanotis* definiert die Einheit. Die meisten dieser Arten sind als (Hoch-)Stauden trockener Standorte zu bezeichnen. Anstatt zum *Mesobromion* könnte die Einheit auch zum *Geranion sanguinei* R. Tx. apud Th. Müller 61 zugeteilt werden. Die Nutzung der Standorte erfolgte vor Jahrzehnten (ZOLLER 1954b) bereits unregelmässig und nicht jährlich. Dies ermöglichte ein Fortkommen von Arten, die sich einem (frühen) Schnitt nicht anpassen konnten. Innerhalb der durch Trockenheit bewirkten lückigen Vegetationsstruktur mit sich langsam und jahreszeitlich spät entwickelnden Pflanzen wirkt sich die Konkurrenz weniger aus als in mesophilen Einheiten (vgl. I A und I B).

Das Vorhandensein von "Mäh"-Wiesenarten der Gruppen A1, A2, A3 und A4 zeigt, dass aber selbst in jahrelang brachliegenden Beständen dieser Einheit einige Wiesen- und insbesondere die *Mesobromion*-Arten noch höchstet vorhanden sind, während sie im Gegensatz dazu in den waldrandbegleitenden Beständen des *Geranion sanguinei* an mehr oder weniger "stabilisierten" Grenzen zwischen Feld und Wald nur noch in geringem Masse in Erschei-

nung treten. Aus diesen Gründen erscheint die Zuteilung der Einheit zum *Mesobromion* gerechtfertigt.

4.1.5. Einheit V *Inulo conyzae-Mesobrometum*

Das *Inulo conyzae-Mesobrometum* befindet sich ebenfalls wie die vorherige Einheit an steilen, trockenen Hängen, in der Regel in tieferen Lagen, an den unteren Bereichen der Steilhänge. Hauptexposition ist Süd bis Ost.

Infolge der früheren Bewirtschaftung (v.a. Äcker, Rebberge) weisen die Standorte mehr Nährstoffe auf und wurden in der Folge als Wiesen häufiger gemäht, bevor sie in den vergangenen Jahrzehnten grösstenteils verbrachten. Die gräserreiche Krautschicht und die Streueschicht decken die Bodenoberfläche stärker ab, als dies bei Einheit IV der Fall ist. Dies begrenzt die Ausbreitung lichtbedürftiger Arten.

Die Artengruppe mit *Seseli libanotis* ist nur schwach vertreten. Charakterisiert wird die Einheit durch die Artengruppe Ic mit *Inula conyza*.

4.2. ARTENZAHL-FLÄCHEN-BEZIEHUNGEN

Die Struktur einer Vegetation bewirkt die Ausbildung unterschiedlicher Standortsverhältnisse und Nischen und beeinflusst somit wesentlich die Artenzusammensetzung in Dominanz und Abundanz. Die Bewirtschaftung modifiziert die Vegetationsstrukturen von Wiesen (periodisch) mehr oder weniger stark und beeinflusst die Reproduktion der Arten und damit deren Häufigkeit und Verteilung. Dies zeigt sich bei der Verbrachung von Mesobrometen. In der Figur 9 sind die Artenzahl-Flächen-Beziehungen (Arten-Areal-Kurven) gemähter Flächen und (junger) Brachestadien dargestellt. Die Artenzahlen der beiden Typen basieren auf den Mittelwerten aus je acht Vegetationsaufnahmen (Fig. 10) auf benachbarten Flächen mit unterschiedlicher Bewirtschaftung, aber sonst vergleichbaren Standortsbedingungen am Südhang des Dostentales in Merishausen.

Die gemittelte Artenzahl der gemähten Bestände im Dostental stieg im Bereich von 0 bis 1 m² schneller an und erreichte bei dieser Flächengrösse höhere Werte als diejenige von brachliegenden Beständen. Über 80 m² lagen die Artenzahlen bei den brachen Flächen höher.

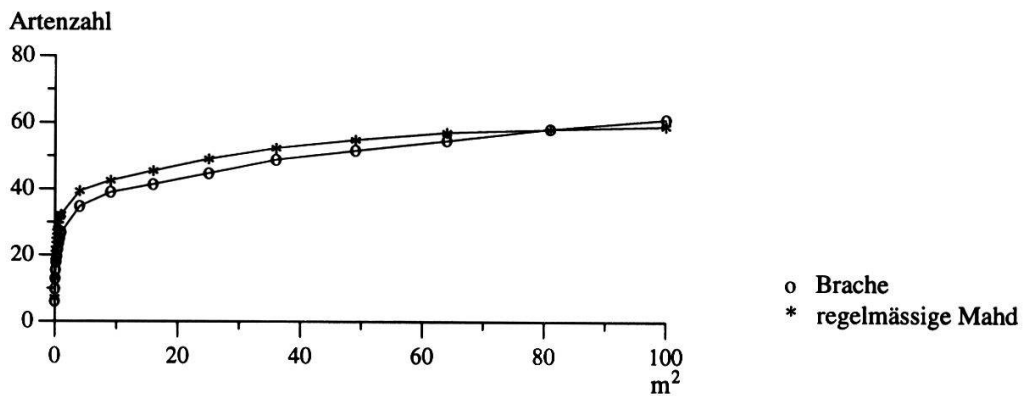


Fig. 9. Arten-Areal-Kurven für brachliegende und gemähte Flächen, Mittelwerte aus je acht Aufnahmen, Merishausen, Dostental.
Species-area curves for cut plots and plots without management, mean values of eight relevés each, Merishausen, Dostental.

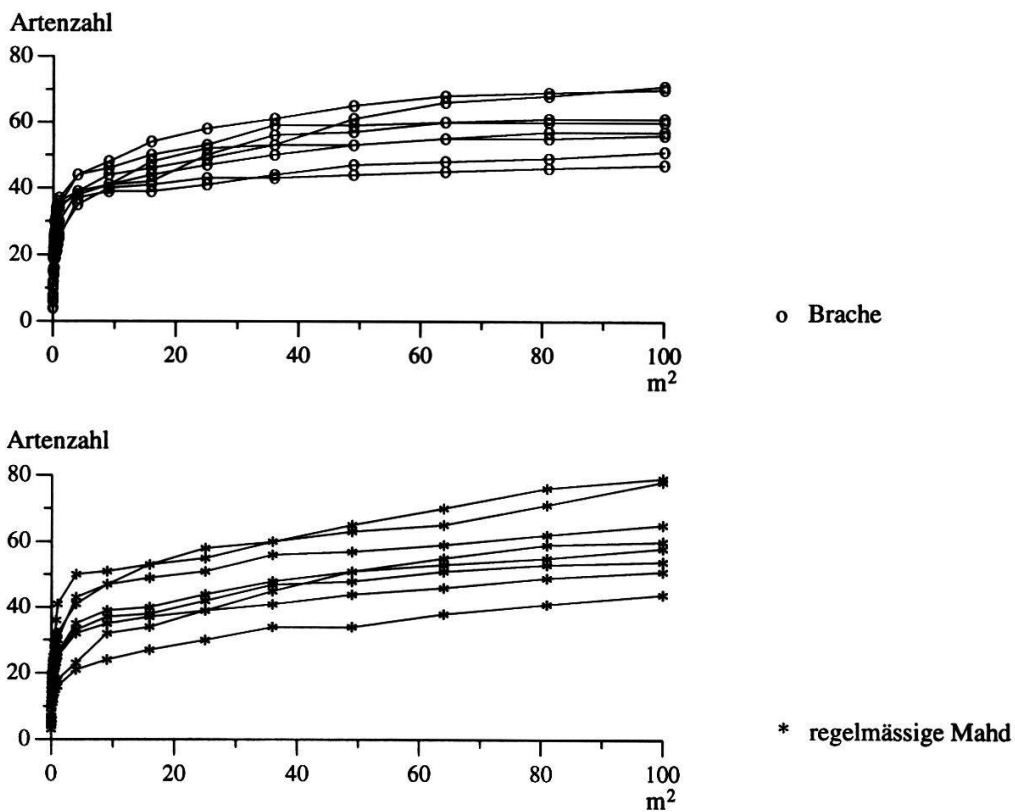


Fig. 10. Arten-Areal-Kurven für brachliegende und gemähte Flächen, Merishausen, Dostental.
Species-area curves for cut plots and plots without management, Merishausen, Dostental.

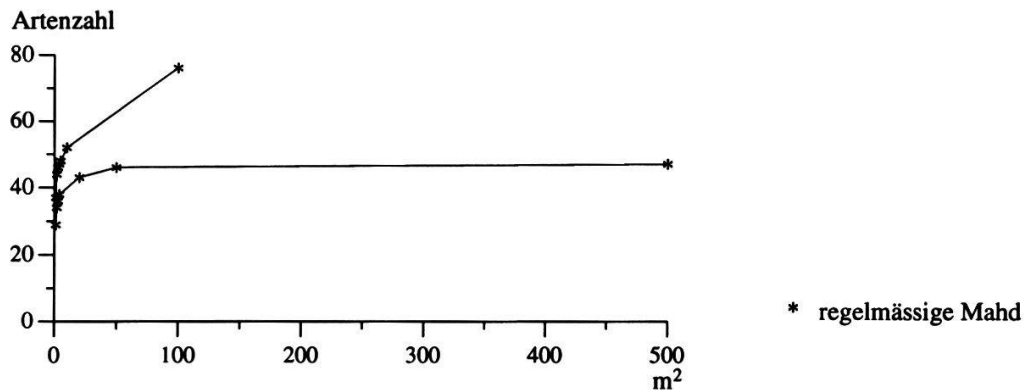


Fig. 11. Arten-Areal-Kurven für zwei Aufnahmen aus dem Untersuchungsraum von 1947/48 (ZOLLER 1954b).

Species-area curves for two relevés of the study region in 1947/48 (ZOLLER 1954b).

Von ZOLLER (1954b) liegen als Vergleich Arten-Areal-Kurven von zwei Aufnahmen des Untersuchungsgebietes von 1947/48 vor, von denen eine hohe Artenzahlen im Bereich von 1 bis 10 m² zeigt (Fig. 11). Allerdings fehlen weitere Angaben zu dieser sehr artenreichen Fläche.

Wird in einer vereinfachenden Annahme die "Cain & Castro"-Arten-Areal-Kurve (PRESTON 1960, 1962, KREBS 1985)

$$S = c A^z$$

wobei: S = Artenzahl
c = Konstante, abhängig von Organismengruppe und Grundfläche
A = Areal, nachfolgend in dm²
z = Konstante, Steigungsmass

verwendet, ergeben sich für die Ermittlung der Artenzahl folgende Näherungskurven:

Dostental, Mahdflächen: $S = 11.645 \cdot A^{0.1901}$ (1)

Dostental, Brachflächen: $S = 8.024 \cdot A^{0.2272}$ (2)

Bei 100 km² ergibt sich nach der Formel (2) eine Artenzahl von 1500, welche ungefähr der Gesamtzahl der Farn- und Blütenpflanzen der Flora des Kantons Schaffhausen entspricht (ISLER-HÜBSCHER 1980, ca. 1440 Arten).

Die Mahd ermöglicht auf kleinerer Fläche das Keimen und Aufwachsen von mehr Individuen und unterschiedlichen Arten (Lückenbildung durch die Bewirtschaftung) als auf Brachflächen und begrenzt die oberirdische Ausdeh-

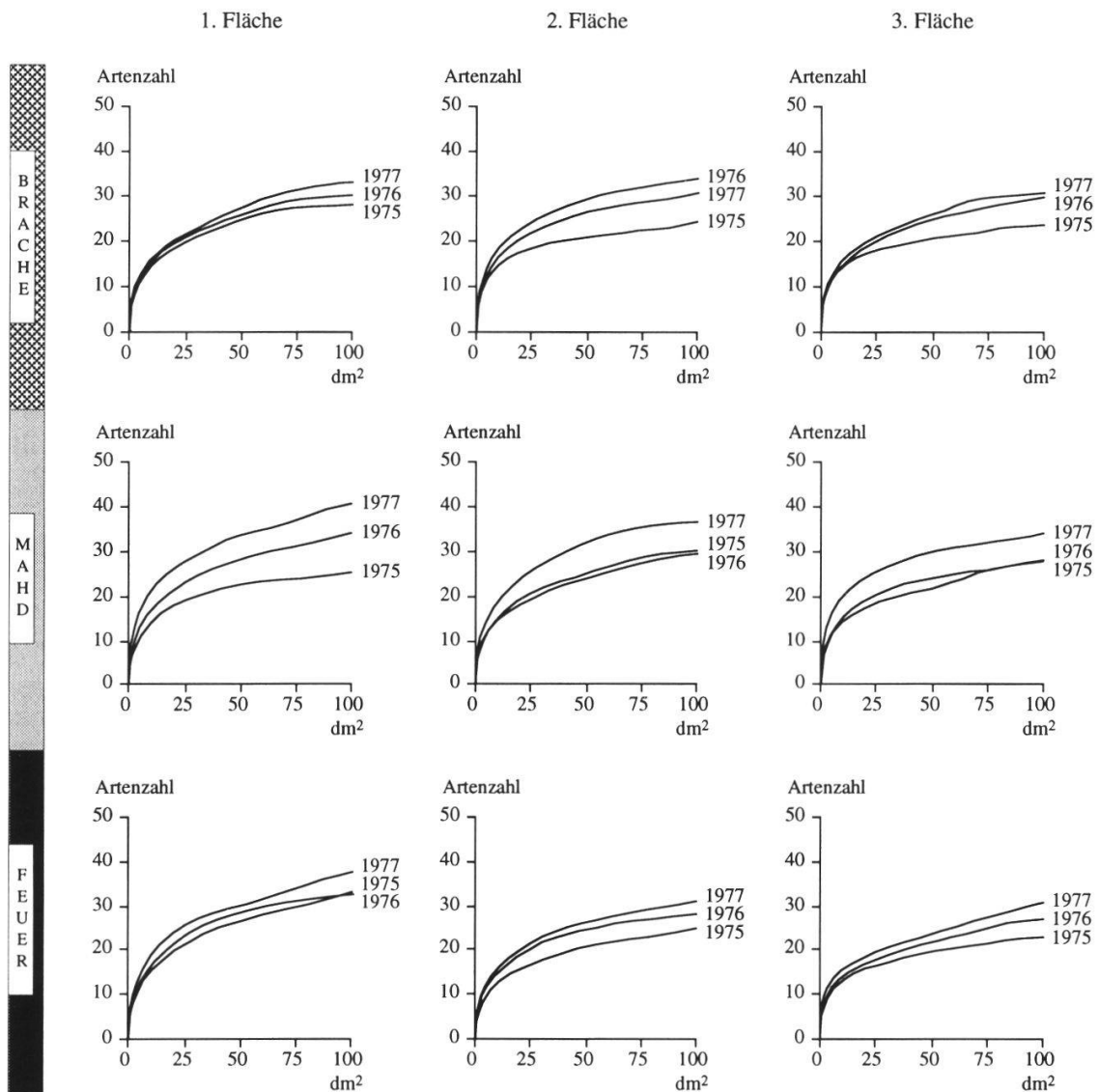


Fig. 12. Arten-Areal-Kurven für 9 100 dm²/1 m²-Dauerquadrate der Versuchsfläche BS, Barga.

Species-area curves for 9 100 dm²/1 m²-permanent squares of the experimental plot BS, Barga.

nung einer Pflanze. In den brachliegenden Beständen vermögen sich neben Holzpflanzen zusätzlich schnittempfindliche Arten durchzusetzen, welche durch die Mahd einen Biomassenverlust erleiden oder in der Reproduktion (späte Samenreife) eingeschränkt und gegenüber den Arten der Mähwiesen nicht mehr konkurrenzfähig sind.

Die Vegetationstabelle enthält zahlreiche Arten, welche mit hohen Stetigkeits- und Deckungswerten in gemähten und nährstoffreichen Wiesen vorkommen, mit niedrigeren Stetigkeits- und Deckungswerten in brachliegenden

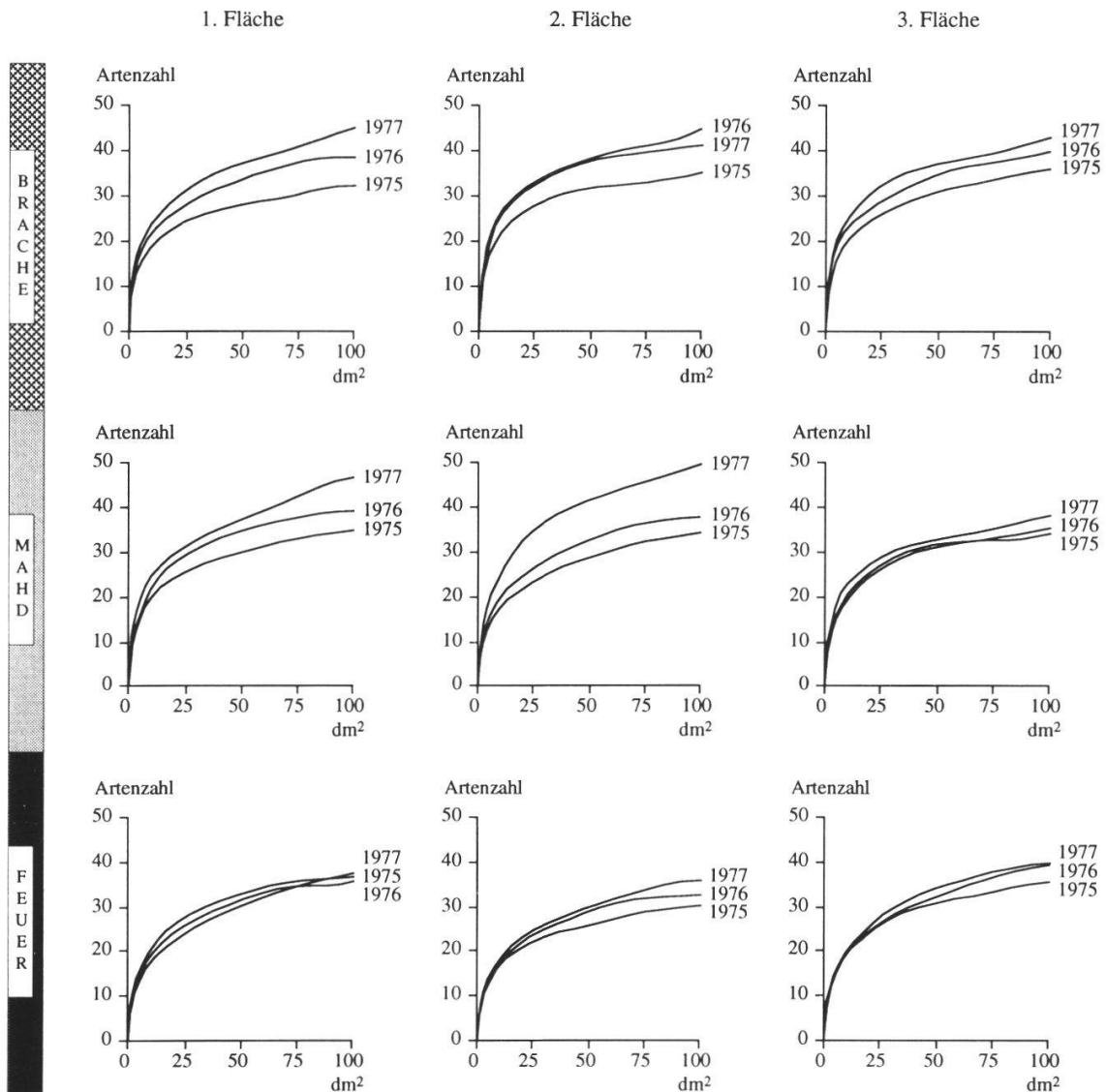


Fig. 13. Arten-Areal-Kurven für 9 100 dm²/1 m²-Dauerquadrate der Versuchsfläche BL, Barga.
Species-area curves for 9 100 dm²/1 m²-permanent squares of the experimental plot BL, Barga.

und nährstoffarmen Beständen jedoch ebenfalls auftreten. Unter der Voraussetzung, dass sich die Bestände nicht gerade durch Eutrophierung umwandeln, kann dies je nach Art unterschiedliche Ursachen aufweisen. *Taraxacum officinale* vermag durch die Produktion zahlreicher anemochorer Samen von den heute grossflächigen Fettwiesen praktisch alle Standorte des *Mesobromion*-Komplexes potentiell rasch zu erreichen. Nach erfolgter Keimung in klimatisch günstigen Perioden wird die Art an trockenen Standorten teilweise eliminiert; zumindest reproduziert sie sich auf nährstoffarmem Untergrund

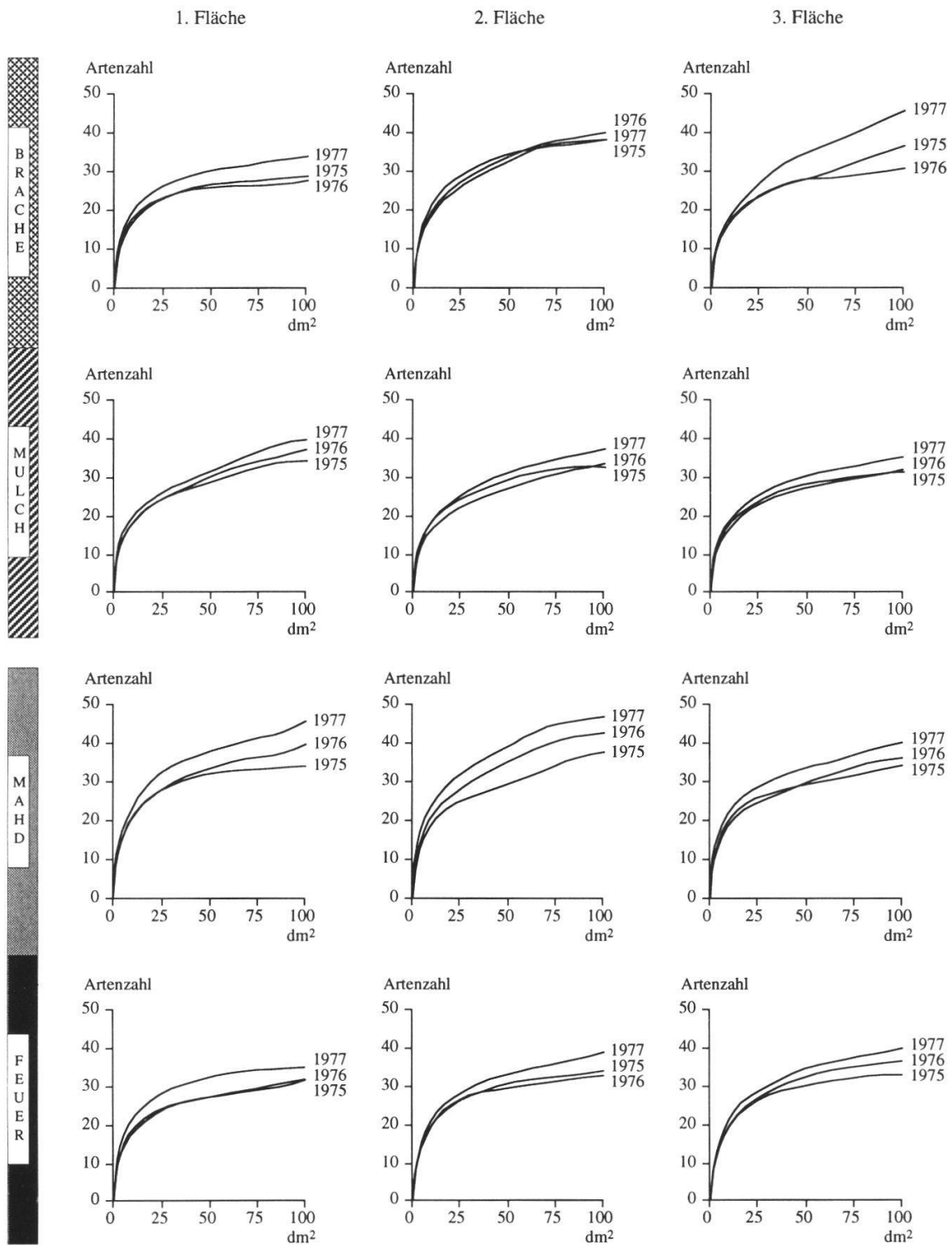


Fig. 14. Arten-Areal-Kurven für 12 100 dm²/1 m²-Dauerquadrate der Versuchsfläche ML, Merishausen.
Species-area curves for 12 100 dm²/1 m²-permanent squares of the experimental plot ML, Merishausen.

nicht in einem genügenden Mass. Andere Arten wie *Arrhenatherum elatius* oder *Dactylis glomerata* halten sich mit reduzierter Vitalität auch an extremen Standorten wie im *Seselio libanotidis-Mesobrometum*.

Die Figuren 12 bis 14 zeigen die Arten-Areal-Kurven der 30 100 dm²/1 m²-Dauerquadrate der drei Versuchsflächen BS und BL, Barga, von ca. 1959/60 bis 1975 brach, sowie ML, Merishausen, vor ca. 1955/56 bis 1975 brach. Die Kurven geben die Anzahl Arten auf kleinen Flächen bis 1 m² relativ genau wieder.

Die maximale jährliche Schwankung während dreier Jahre bei den neun ab 1975 weiterhin brachliegenden Flächen lag bei 15 Arten (ML, Merishausen: 1976 30, 1977 45 Arten). Bei den übrigen Flächen lagen die Schwankungen erheblich darunter.

4.3. DER EINFLUSS VON BEWIRTSCHAFTUNGSMASSNAHMEN

Eine zusammengefasste Übersicht über die Messdaten der Nährstoffgehalte Stickstoff und Phosphor im Boden, in der Biomasse und in der Asche sowie der Biomassen- und Aschenmengen auf den unterschiedlich bewirtschafteten Dauerflächen ist im Anhang 1 dargestellt. Angegeben sind die Dauerflächen und ihrer Bewirtschaftung, die Anzahl der Messwerte und die Mittelwerte mit der Standardabweichung.

4.3.1. Nährstoffe im Boden: Stickstoff

Allgemeine Standorts- und Methodenunterschiede: Die Menge des pflanzenverfügbaren Stickstoffes, vor allem in den Verbindungen Nitrat und Ammonium, schwankt entsprechend der Bildung (Stickstoffmineralisation, Eintrag durch Niederschläge usw.) und der Aufnahme durch die Pflanzen sowie dem Verlust aus dem System (Auswaschung, Ernte usw.). Der Stickstoff im Boden der Versuchsflächen BM und MM wurde in den pflanzenverfügbaren Formen Ammonium und Nitrat gemessen, nachdem nach mehr als ca. 15 Jahren "Brache" (BM ca. 1959/60 bis 1975, MM vor ca. 1955/56 bis 1975) die Mahdteilfläche vor der ersten Bodenprobenentnahme während zweier Jahre wieder gemäht und die Feuerteilfläche dreimal abgebrannt wurde. Bei der

Abschätzung des Stickstoffhaushaltes ist das Ausmass der Mineralisation und Stickstoffnachlieferung wichtiger als die momentanen Gehalte.

Die momentanen Nitratwerte waren in den Brach- und Mahdflächen der Versuchsfläche BM, Barga, fast ausnahmslos kleiner als die momentanen Ammoniumwerte (Fig. 16). Umgekehrt waren die Verhältnisse in der Versuchsfläche MM, Merishausen (Fig. 17, eine Vergleichsmessung), wo die momentanen Nitratwerte diejenigen von Ammonium überstiegen. Dieses Verhältnis entspricht den Ergebnissen von GIGON (1968). Die Unterschiede beruhen vor allem auf den verschiedenen Bodentypen.

Erwartungsgemäss waren fast alle Werte während der Vegetationsperiode tiefer als im Winterhalbjahr. Es zeigten sich aber auch mikrostandörtliche Unterschiede: entweder als einzelne Punkte mit erhöhten Werten oder als Gradienten innerhalb der Untersuchungsfläche (siehe unten).

Eine Freilandexposition von Proben vom 3.7.1977, BM, Barga, Brachfläche, als einmaliger Vergleich zur Feuchtkammerexposition ergab nach sechs Wochen folgende Mittelwerte der Stickstoffmineralisation: bei Freilandbedingungen 1.42 mg Ammonium-Stickstoff und 0.17 mg Nitrat-Stickstoff/100 g Boden, bei Feuchtkammerbedingungen 0.73 mg Ammonium-Stickstoff und 0.32 mg Nitrat-Stickstoff/100 g Boden. Im Freiland ergibt sich somit eine methodenbedingt stärkere Mineralisation mit einem höheren Anteil Ammonium als in der Feuchtkammer.

Potentiell pflanzenverfügbarer Stickstoff: Das Potential des untersuchten Bodens für die Bereitstellung von pflanzenverfügbaren Stickstoffverbindungen wurde aus denjenigen Ammonium- und Nitratmengen ermittelt, welche sich durch die Stickstoffmineralisation unter standardisierten Bedingungen bei Exposition während sechs Wochen in der Feuchtkammer ansammelten (GIGON 1968).

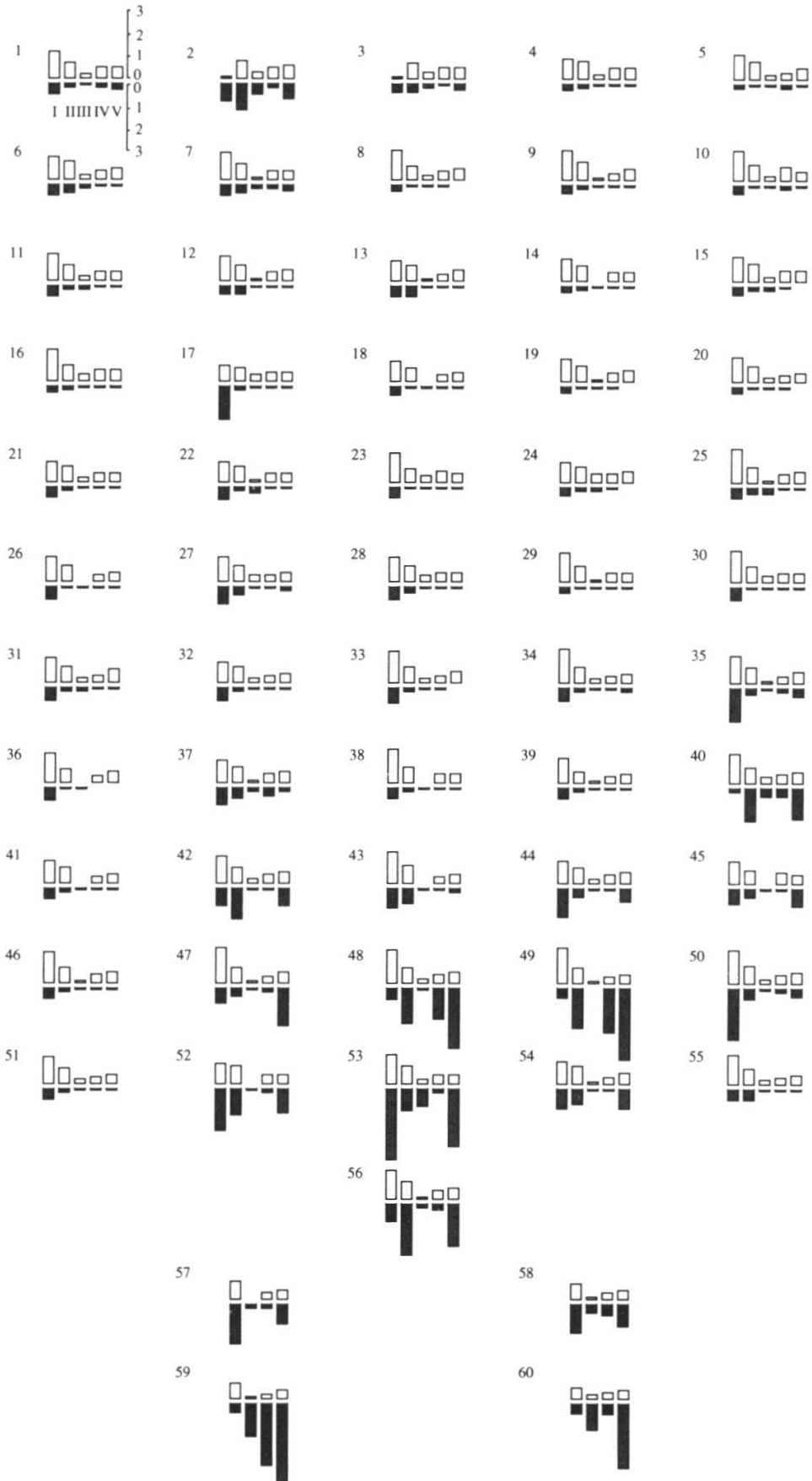
Die Figur 15 gibt die Verhältnisse für die Versuchsfläche BM, Barga, zu mehreren Zeitpunkten in einem Jahresverlauf 1977/78 wieder (Brache, Mahd, Feuer, Versuchsanordnung vgl. Fig. 5). In der räumlichen Verteilung zeigten sich mikrostandörtlich unterschiedliche Messwerte, insbesondere des Nitratgehaltes. Hangabwärts, in der abgebrannten Fläche und dort vor allem in Muldenlagen fanden sich erhöhte Werte. Innerhalb dieser Gradienten überwog hangaufwärts, d.h. im etwas magereren Bereich, der Anteil an Ammonium denjenigen an Nitrat, während hangabwärts der Nitratanteil insbesondere in der abgebrannten Fläche zunahm und im Übergang zur unten anschliessenden leicht gedüngten Dauerwiese schliesslich überwog.

B
R
A
C
H
E

M
A
H
D

F
E
U
E
R

G
E
D.
W
I
E
S
E



hangaufwärts ^

hangabwärts <---

Eine Beeinflussung der gemessenen Werte durch die Mahd während des Bewirtschaftungsversuches war jedoch nicht festzustellen. Allerdings fehlten in der Mahdfläche hohe Werte weitgehend. Die Schwankungen bei den einzelnen Messpunkten in der Mahd- und der Brachfläche waren mit einzelnen Ausnahmen relativ gering.

Momentane Stickstoffwerte: Erwartungsgemäss schwankten die momentanen Stickstoffwerte von Ammonium und Nitrat in einem höheren Mass (Fig. 16). Während des Jahresverlaufes auf der Versuchsfläche BM waren die momentanen Nitratwerte zumeist sehr gering. Leicht erhöhte Werte zeigten sich auch im bereits erwähnten unteren Bereich bei der Brandfläche sowie in der Nähe der unten angrenzenden Dauerwiese.

Grössere Schwankungen erfuhren die Ammoniumwerte. Im Sommer und Herbst waren sie sehr gering. Im Frühjahr 1977 traten bei der Brandfläche nach dem Abbrennen deutlich höhere Werte auf und zudem auch an Stellen, welche nicht schon durch höhere Werte des Potentials der Stickstoffakkumulation gekennzeichnet waren. Im Frühjahr 1978 ergaben sich über die gesamte Fläche unabhängig von der vorgängigen Bewirtschaftung einzelne sehr hohe Ammoniumwerte.

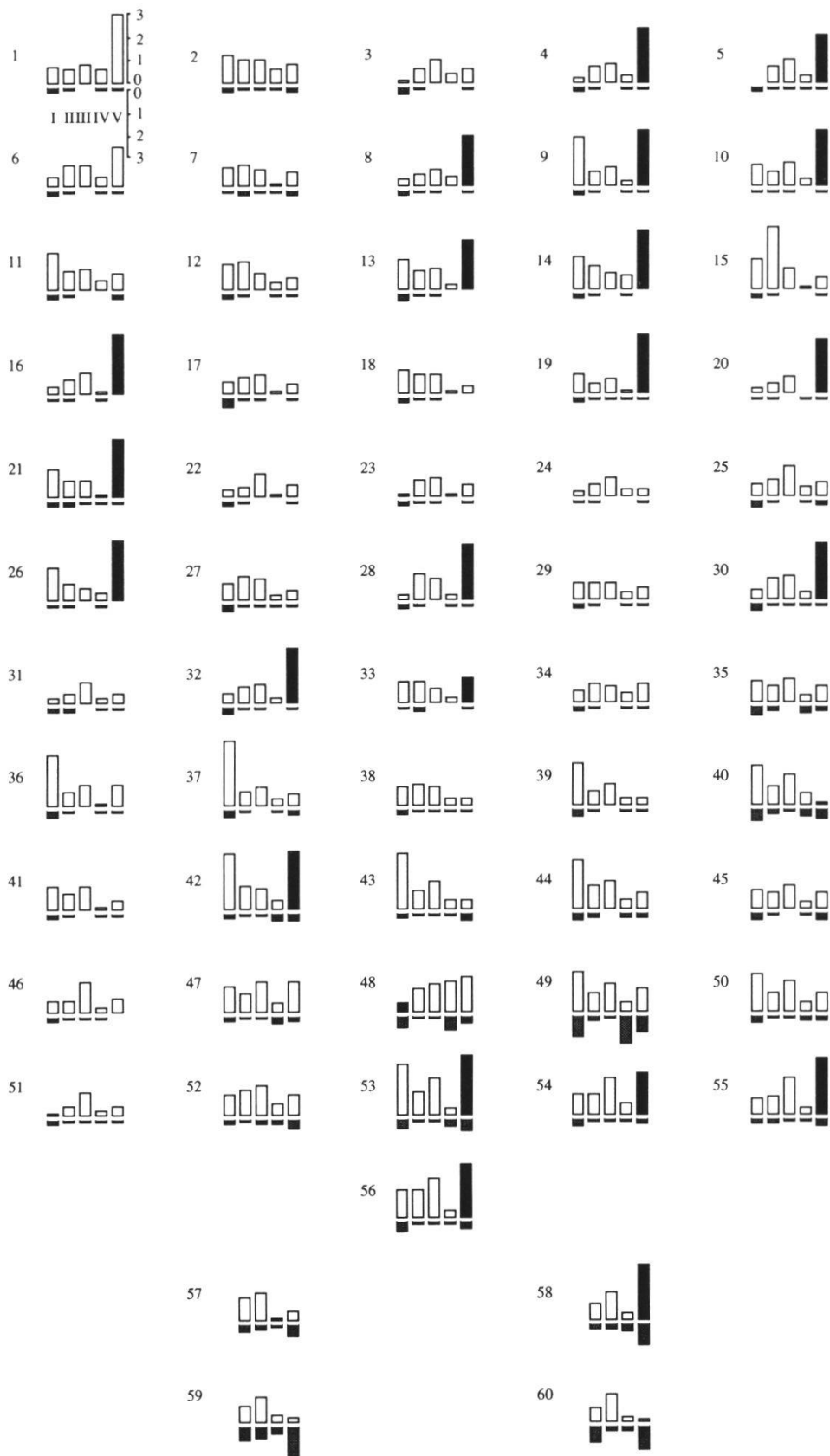
Fig. 15. (linke Seite) Potentiell verfügbarer Ammonium- und Nitrat-Stickstoff (Akkumulation nach sechs Wochen) an einzelnen Punkten in den brachen, gemähten und abgebrannten Teilflächen auf der Versuchsfläche BM, Barga, zu mehreren Zeitpunkten im Jahresverlauf.

Potentially available amount of nitrogen in the form of ammonia and nitrate (after six weeks accumulation) at various points in the subdivisions of the experimental plot BM, Barga. The amount of nitrogen was determined several times during the course of the year in the fallow, cut, and burnt subdivisions.

Abszisse - *abscissa*: Zeitpunkt der Bodenprobenentnahme - *soil sampling dates*

I	26.4.1977	<-- Feuer - <i>fire</i> : 24.2.1977
II	3.7.1977	
III	22.8.1977	<-- Mahd - <i>cut</i> : 5.9.1977
IV	23.11.1977	<-- Feuer - <i>fire</i> : 29.3.1978
V	10.5.1978	

Ordinate - *ordinate*: □ = mg Ammonium-Stickstoff/100 g Boden - *mg ammonia-nitrogen/100 g soil*, ■ = mg Nitrat-Stickstoff/100 g Boden - *mg nitrate-nitrogen/100 g soil*, ■ = Achse um den Faktor 10 gestaucht: zehnfache Menge - *axis compressed by the factor 10: ten times the amount indicated*. 1-60: Ort der Bodenprobenentnahme in der Versuchsfläche (halbschematisch) - *sites where soil samples were taken in the experimental area (half-schematic)*.



hangaufwärts --->

<--- hangabwärts

In der Figur 17 sind als Vergleich zur Situation der Versuchsfläche BM die momentanen Stickstoffwerte der Fläche MM, Merishausen, dargestellt. Einzelne höhere Werte bei einigen Stellen der Versuchsfläche zeigten leicht stickstoffreichere Verhältnisse an. Ein Einfluss der Bewirtschaftung während der Versuchsdauer durch Mahd oder Feuer war aus diesen Werten nicht ersichtlich.

4.3.2. Biomassenbildung

Die Figur 18 zeigt die Menge der durch Schnitt geernteten oberirdischen Biomasse (ab 0.5-1 cm oberhalb der Bodenoberfläche) an den drei Standorten BS, BL, Barga, und ML, Merishausen, in den Dauerquadraten der Mahdflächen in den Jahren 1975 bis 1979. Die Menge der Biomasse für jeden fest eingerichteten Viertel-Quadratmeter von jedem der drei Dauerquadrate in den drei Versuchsflächen ist gesondert dargestellt.

Die grössten Mengen organischer Substanz wurden bei vielen Messpunkten im ersten Jahr festgestellt, nachdem die Bestände jahrelang brachgelegen waren und eine Anhäufung der Streue erfolgen konnte. Die Streueauflage erreichte (nach der ersten Mahd) im folgenden Jahr im Mittel eine verringerte, aber bei einzelnen Punkten wieder eine ähnlich grosse Menge. Die Beseitigung der Streue ermöglichte den Pflanzen durch die erhöhte Lichteinstrahlung ein besseres Wachstum und eine bessere Besiedlung der entstandenen

Fig. 16. (linke Seite) Momentan verfügbarer Ammonium- und Nitrat-Stickstoff an einzelnen Punkten in den brachen, gemähten und abgebrannten Teilflächen auf der Versuchsfläche BM, Barga, zu mehreren Zeitpunkten im Jahresverlauf.

Momentary available amount of nitrogen in the form of ammonia and nitrate at various points in the subdivisions of the experimental plot BM, Barga. The amount of nitrogen was determined several times during the course of the year in the fallow, cut, and burnt subdivisions.

Abszisse - *abscissa*: Zeitpunkt der Bodenprobenentnahme - *soil sampling dates*

I 26.4.1977 <-- Feuer - *fire*: 24.2.1977

II 3.7.1977

III 22.8.1977 <-- Mahd - *cut*: 5.9.1977

IV 23.11.1977 <-- Feuer - *fire*: 29.3.1978

V 10.5.1978

Ordinate - *ordinate*: □ = mg Ammonium-Stickstoff/100 g Boden - *mg ammonia-nitrogen/100 g soil*, ■ = mg Nitrat-Stickstoff/100 g Boden - *mg nitrate-nitrogen/100 g soil*, ■ = Achse um den Faktor 10 gestaucht: zehnfache Menge - *axis compressed by the factor 10: ten times the amount indicated*. 1-60: Ort der Bodenprobenentnahme in der Versuchsfläche (halbschematisch) - *sites where soil samples were taken in the experimental area (half-schematic)*.

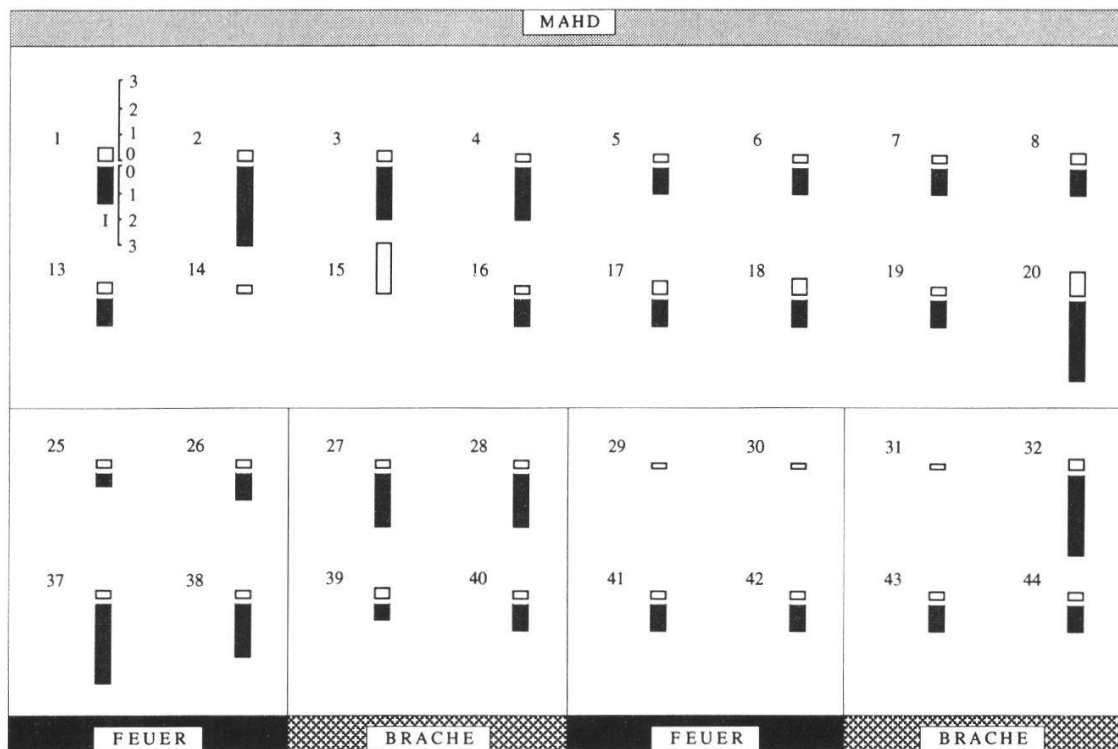


Fig. 17. Momentan verfügbarer Ammonium- und Nitrat-Stickstoff an einzelnen Punkten in den brachen, gemähten und abgebrannten Teilflächen auf der Versuchsfläche MM, Merishausen, am 26.4.1978.

Momentary available amount of nitrogen in the form of ammonia and nitrate at various points in the subdivisions of the experimental plot MM, Merishausen, on April 26, 1978. The amount of nitrogen was determined in the fallow, cut, and burnt subdivisions.

Abszisse - abscissa: Zeitpunkt der Bodenprobenentnahme - soil sampling dates, I = 26.4.1978. Ordinate - ordinate: □ = mg Ammonium-Stickstoff/100 g Boden - mg ammonia-nitrogen/100 g soil, ■ = mg Nitrat-Stickstoff/100 g Boden - mg nitrate-nitrogen/100 g soil, ■ = Achse um den Faktor 10 gestaucht: zehnfache Menge - axis compressed by the factor 10: ten times the amount indicated. 1-44: Ort der Bodenprobenentnahme in der Versuchsfläche (halbschematisch) - sites where soil samples were taken in the experimental area (half-schematic).

Lücken. Dadurch konnte der erste gemessene Wert von 1975 insbesondere in einem für die lokale Lage mikroklimatisch günstigen Jahr sogar übertroffen werden. Dies war insbesondere bei BS 1976 und bei ML 1977 der Fall.

Grundsätzlich kann Mahd ohne Düngung auf früher gedüngten Wiesen einen Ertragsrückgang bewirken. Dieser Vorgang wird als Ausmagerung oder (ungenau) auch Aushagerung bezeichnet. Aufgrund der Untersuchungen von SCHIEFER (1984) ist der Ertragsrückgang nicht unbegrenzt. Die Produktion der Phytomasse pendelt sich auf einem für den Standort typischen Niveau ein. Dieses Verhalten dürfte auch bei der Wiederaufnahme der Bewirtschaft-

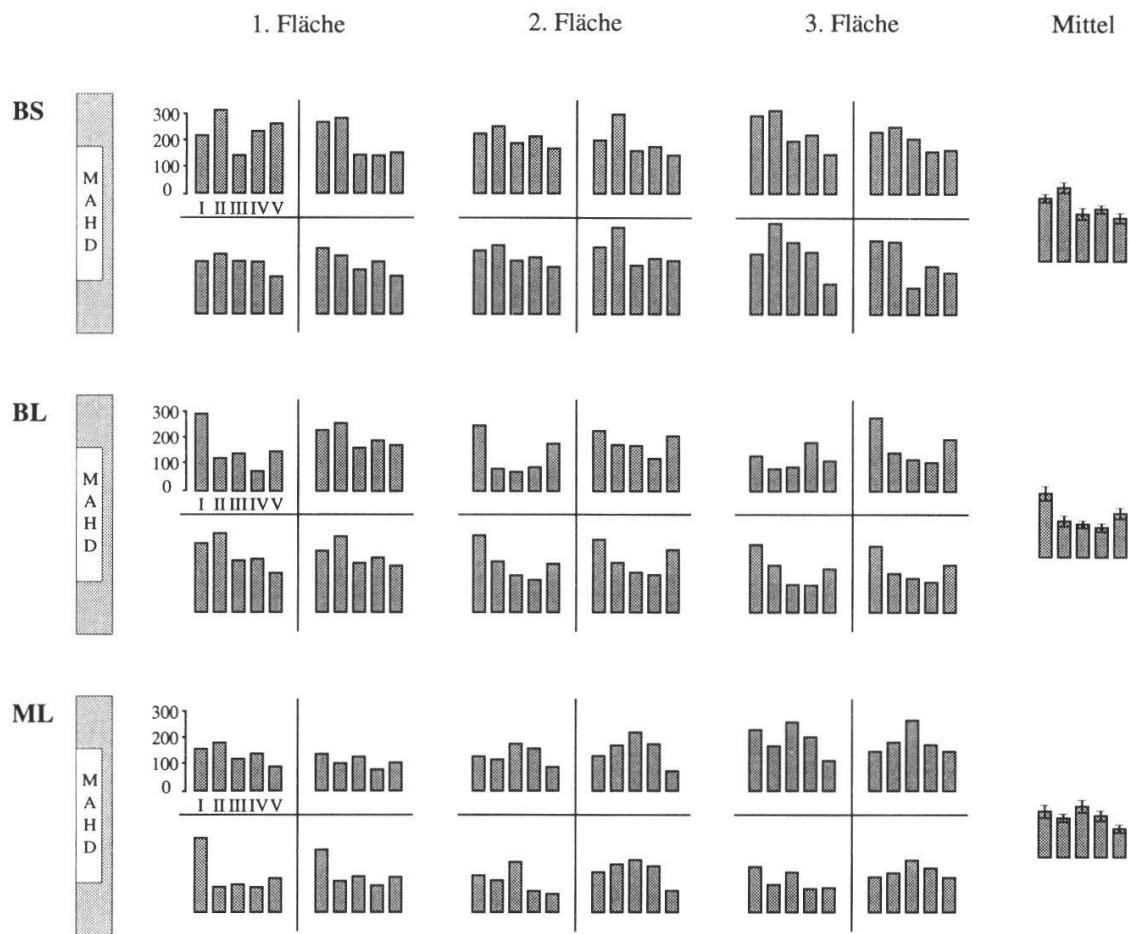


Fig. 18. Menge der durch Schnitt geernteten oberirdischen Biomasse auf den drei gemähten Teilflächen der Versuchsflächen BS, BL, Bargen, und ML, Merishausen, mit je drei Dauerquadraten zu 1 m² (welche zudem in 1/4 m² aufgeteilt waren) in den Jahren 1975 bis 1979.

Amount of surface biomass harvested on the three cut subdivisions of the experimental plots, BS, BL, Bargen, and ML, Merishausen, with three permanent squares of 1 m² each (which were further divided into 1/4 m²) in the years 1975 to 1979.

links - left: Einzelwerte der 1/4 m² - individual values of the 1/4 m², rechts - right: Mittelwerte über drei m² mit Standardabweichung - mean values of three m² with standard deviations. Abszisse - abscissa: Zeitpunkt der Probenentnahme - sampling dates, I = 24.10.1975, II = 13.8.1976, III = 5.9.1977, IV = 18.9.1978, V = 31.8.1979. Ordinate - ordinate: ■ = g Trockensubstanz/m² - g dry weight biomass/m².

tung brachgelegener (auteutrophierter) Magerwiesen eintreten. Grundsätzlich nahmen denn auch die Biomassenmengen durch die Mahd auf den drei Standorten BS, BL und ML in den folgenden Jahren ab. Werden in einer vereinfachenden Annäherung alle Werte dieser drei Standorte gemittelt, ergibt sich innerhalb der gemessenen fünf Jahre eine Abnahme von ca. 17.7 gTS/m²·Jahr.

Innerhalb der drei 1 m²-Teilflächen jeder Versuchsfläche eines Standortes waren die Schwankungen grösstenteils gleichgerichtet. Bemerkenswerterweise verliefen jedoch die Schwankungen bei den drei Standorten in den untersuchten Jahren nicht synchron.

Der höchste mittlere Wert bei den drei Standorten BS, BL und ML von 280.6 gTS/m² wurde bei BS 1976 ermittelt, d.h. nach einer Vegetationsperiode, welche durch den trockensten Sommer der untersuchten Periode gekennzeichnet war! Dieser Standort wird gegenüber den anderen am stärksten beschattet und von der Trockenheit deshalb nicht so stark betroffen. Der niedrigste mittlere Wert von 108.0 gTS/m² wurde bei ML 1979 gemessen. Alle Werte lagen somit unter 350 gTS/m², jener Grösse, die SCHIEFER (1984) beim Vergleich verschiedenster ausmagernder Wiesenstandorte in Baden-Württemberg als Schwelle zwischen Fett- und Magerwiese postuliert.

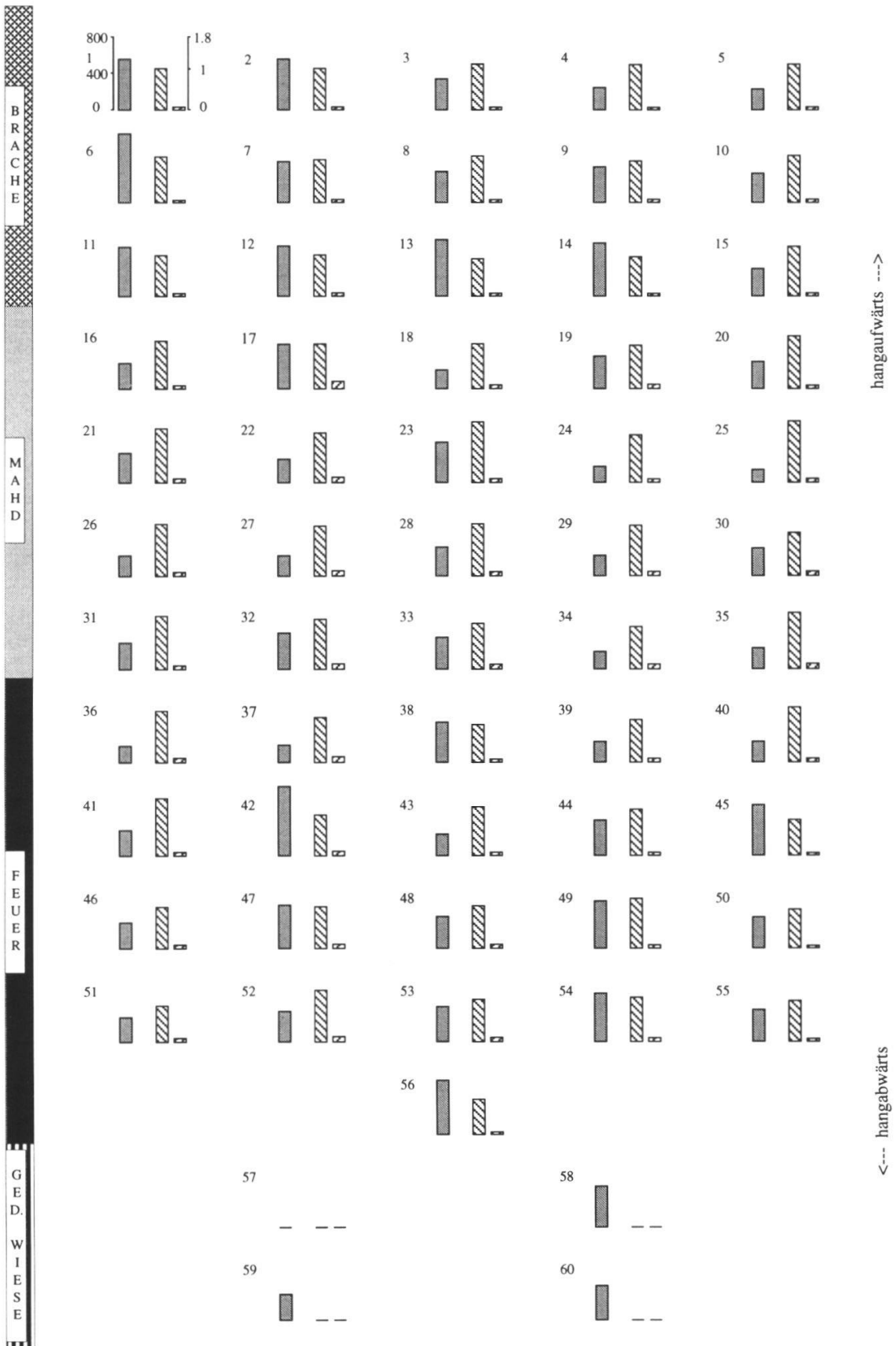
Ein Vergleich der oberirdischen Biomasse nach drei Jahren Mahd- respektive Brandeinfluss gegenüber der Brachfläche zeigte auf der Versuchsfläche BM, Barga, im Spätsommer 1978 folgende Werte (Fig. 19) : In der Brachfläche fand sich die grösste Masse, im Mittel 451.7 gTS/m² (100%), gefolgt von der Brandfläche mit 379.4 gTS/m² (84%) und der Mahdfläche mit 286.9 gTS/m² (64%).

Die gleichartigen Erhebungen auf der Versuchsfläche MM, Merishausen, zeigten gleichgerichtete Verhältnisse bei noch ausgeprägterer Tendenz auf (Fig. 20): Brachfläche 313.8 gTS/m² (100%), Brandfläche 230.3 gTS/m² (73%) und Mahdfläche 126.7 gTS/m² (40%).

Fig. 19. (rechte Seite) Biomasse mit Stickstoff- und Phosphoranteil an einzelnen Punkten in den brachen, gemähten und abgebrannten Teilflächen auf der Versuchsfläche BM, Barga, am 22.8.1978 (Punkte 16-35) respektive 25.9.1978 (restliche Punkte).

Biomass with percentage of nitrogen and phosphorus at various points in the subdivisions of the experimental plot BM, Barga, on August 22, 1978 (points 16-35) and September 25, 1978, respectively (remaining points). The biomass was determined in the fallow, cut, and burnt subdivisions.

Ordinate links - ordinate left: ■ = g Trockensubstanz/m² - g dry weight biomass/m², Ordinate rechts - ordinate right: ▨ = Gewichtsprozent Stickstoff in Biomasse - percentage by weight of nitrogen in biomass, ▩ = Gewichtsprozent Phosphor in Biomasse - percentage by weight of phosphorus in biomass, — = fehlende oder falsche Messung - missing or incorrect measurement. 1-60: Ort der Probenentnahme in der Versuchsfläche (halbschematisch) - sample sites in the experimental area (half-schematic).



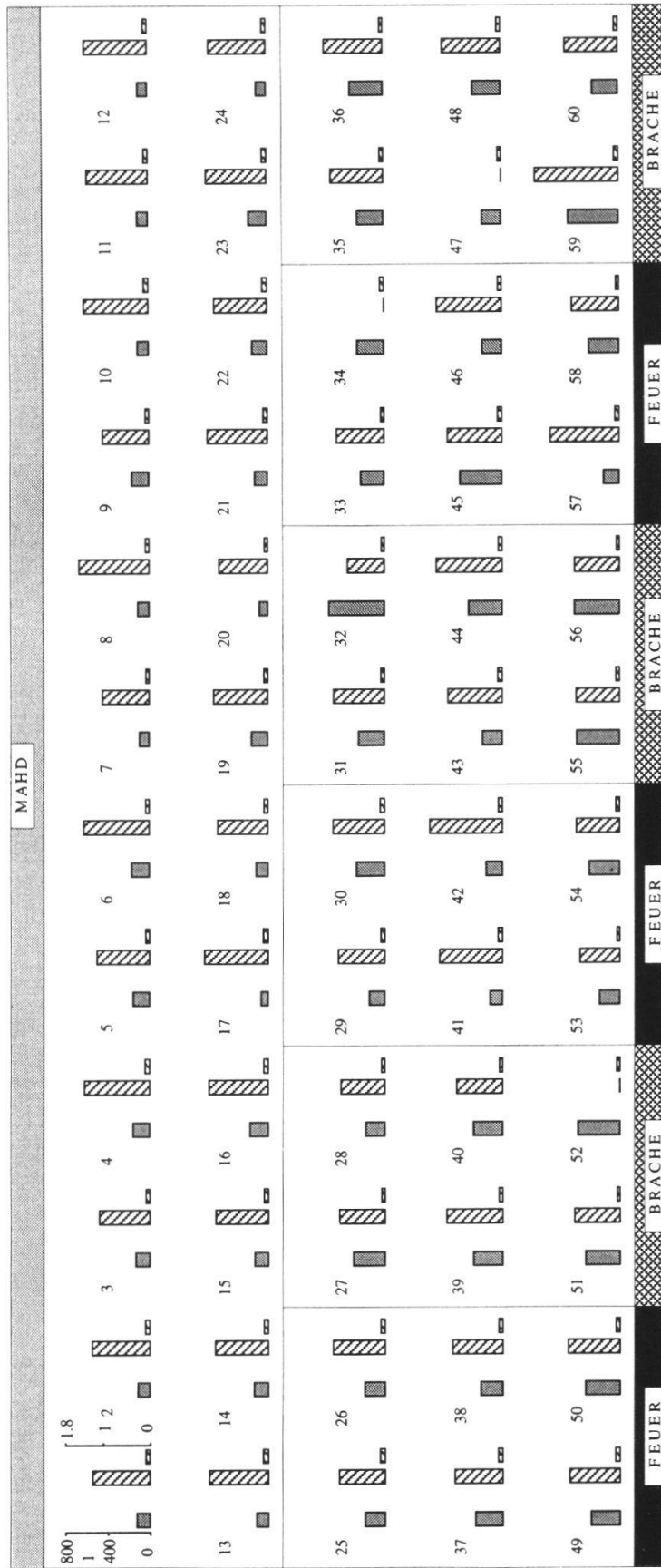


Fig. 20. Biomasse mit Stickstoff- und Phosphoranteil an einzelnen Punkten in den brachen, gemähten und abgebrannten Teilflächen auf der Versuchsfläche MM, Merishausen, am 18.8.78.
Biomass with percentage of nitrogen and phosphorus at various points in the subdivisions of the experimental plot MM, Merishausen, on August 18, 1978. The biomass was determined in the fallow, cut, and burnt subdivisions.
 Ordinate links - ordinate left: \blacksquare = g Trockensubstanz/m², Ordinate rechts - ordinate right: \blacksquare = Gewichtsprozent Stickstoff in Biomasse - percentage by weight of nitrogen in biomass, \blacksquare = Gewichtsprozent Phosphor in Biomasse - percentage by weight of phosphorus in biomass, — = fehlende oder falsche Messung - missing or incorrect measurement. 1-60: Ort der Probenentnahme in der Versuchsfläche (halbschematisch) - sample sites in the experimental area (half-schematic).

4.3.3. Nährstoffe in der Biomasse

Die Werte bei den einzelnen Messpunkten sind für die Versuchsfläche BM, Barga, in der Figur 19 und für die Versuchsfläche MM, Merishausen, in der Figur 20 dargestellt. Nachfolgend werden nur die Mittelwerte aufgeführt.

Stickstoff: In den Ende Sommer 1978 erhobenen Trockensubstanzmengen der geernteten oberirdischen Biomassen liessen sich bei BM in der Brachfläche 1.07 %N (Gewichtsprozent an Stickstoff), in der Brandfläche 1.09 %N und in der Mahdfläche 1.24 %N feststellen. Die analogen Erhebungen bei MM ergaben folgende gleichgerichtete Werte: 1.12 %N (Brachfläche), 1.13 %N (Brandfläche) und 1.22 %N (Mahdfläche).

Eine Beeinflussung der Stickstoffgehalte in den Sammelproben der Streumenge, induziert durch die im Versuch ausgeführte unterschiedliche Bewirtschaftung, konnte (bei Berücksichtigung des Lebend- und Totanteils in der Biomasse) nicht gesichert nachgewiesen werden. Hingegen zeigte eine Analyse der Stickstoffgehalte in den beiden wichtigsten Grasarten *Brachypodium pinnatum* und *Bromus erectus* auf den drei unterschiedlich bewirtschafteten Teilflächen von BM unterschiedliche mittlere Werte. *Brachypodium pinnatum* wies als jahreszeitlich sich später entwickelnde Art im Spätsommer den höheren Stickstoffgehalt auf. In der Brachfläche waren es 1.81 %N, in der Mahdfläche 1.80 %N. Deutlich geringer war der Wert auf der Brandfläche: 1.68 %N. *Bromus erectus* hingegen zeigte den höchsten Wert auf der Mahdfläche mit 1.74 %N, während auf der Brachfläche 1.49 %N und auf der Brandfläche 1.42 %N ermittelt wurden.

Phosphor: Ende Sommer 1978 liessen sich bei BM in der Brachfläche 0.07 %P (Gewichtsprozent an Phosphor), in der Brandfläche 0.09 %P und in der Mahdfläche 0.11 %P in der Trockensubstanz der geernteten Biomasse feststellen. Bei MM waren es in der Brachfläche 0.07 %P, in der Brand- respektive Mahdfläche gegenüber BM etwas geringere Werte von 0.08 %P respektive 0.09 %P.

4.3.4. Feuertemperaturen

Die Variationsbreite der Feuertemperaturen während der Abbrennvorgänge, d.h. die Variation der mikrostandörtlich wirksamen maximalen Temperatu-

ren, ist in der Figur 21 dargestellt. Die Grafik zeigt die Verhältnisse des kontrollierten Abbrennens am 12.3.1978 auf den drei Teilflächen M 241, M 243 und M 245 der Versuchsfläche MM in Merishausen. Neben der maximal erreichten Temperatur in Abhängigkeit von der Höhe über respektive von der Tiefe unter der Bodenoberfläche sind einige für den Abbrennvorgang wichtige Parameter wie Feuerrichtung und -geschwindigkeit, Feuertyp, Windgeschwindigkeit, Streuemenge, Streuefeuchte und Lufttemperatur angegeben (vgl. DAUBENMIRE 1968, ZIMMERMANN 1979 und zahlreiche weitere).

Die Darstellung zeigt folgende Ergebnisse: Auf gleicher Höhe an verschiedenen Punkten wurden unterschiedlich hohe Maximaltemperaturen erreicht. Innerhalb der Vegetation entstand ein Temperaturmuster, die einzelnen Pflanzenindividuen konnten von unterschiedlich hohen Temperaturen betroffen werden. Die dargestellten Punktschwärme vermitteln ein Modell der maximalen Temperaturen summiert über den gesamten Abbrennvorgang. Die drei Versuchsflächen zeigten zudem die starke Abhängigkeit der Feuertemperaturen von der Streuemenge. Die Fläche M 241 mit der grössten Streuemenge (183.6 gTS/m^2) entwickelte die höchsten Temperaturen. Unmittelbar auf Bodenniveau waren bei den Messpunkten Temperaturen bis 145°C feststellbar, während bei M 243 nur 110°C erreicht wurden und bei M 245 schliesslich gar keine Erwärmung angezeigt wurde. Mit zunehmender Höhe - soweit noch im Feuerbereich - nahmen die mittlere maximale Temperatur und auch die Varianzbreite sehr rasch zu und wieder ab. In 10 mm Höhe wurden beispielsweise folgende Höchstwerte der Temperatur abgelesen: M 241 290°C , M 243 290°C , M 245 110°C . In 11 mm Höhe erreichte die Temperatur bei M 241 bereits 640°C . An einzelnen Stellen am "Rand" des Temperaturprofils ergaben sich durch Nachglühen ausserordentlich hohe Werte. Im Boden waren nur vereinzelt und nur in ganz geringer Tiefe von wenigen Millimetern Erwärmungen feststellbar.

ZIMMERMANN (1979) gibt für seine Untersuchungsflächen in 10 mm Höhe niedrigere Werte von $120\text{-}130^\circ\text{C}$ an. In 50 mm Höhe wurden bei ZIMMERMANN jedoch Temperaturen zwischen 600 und 800°C erreicht.

Bei M 241 und M 243 wurde der höchste Wert von 640°C in der Höhe von 11 bis 43 mm beziehungsweise 19 bis 45 mm gemessen. Die unterschiedlichen Temperaturgefälle (Steigungswinkel Temperatur/Höhe über Boden) beruhten auf der unterschiedlichen Streuestruktur (Schneedruck, Arten usw.) sowie den verschiedenen physikalischen Aussenfaktoren.

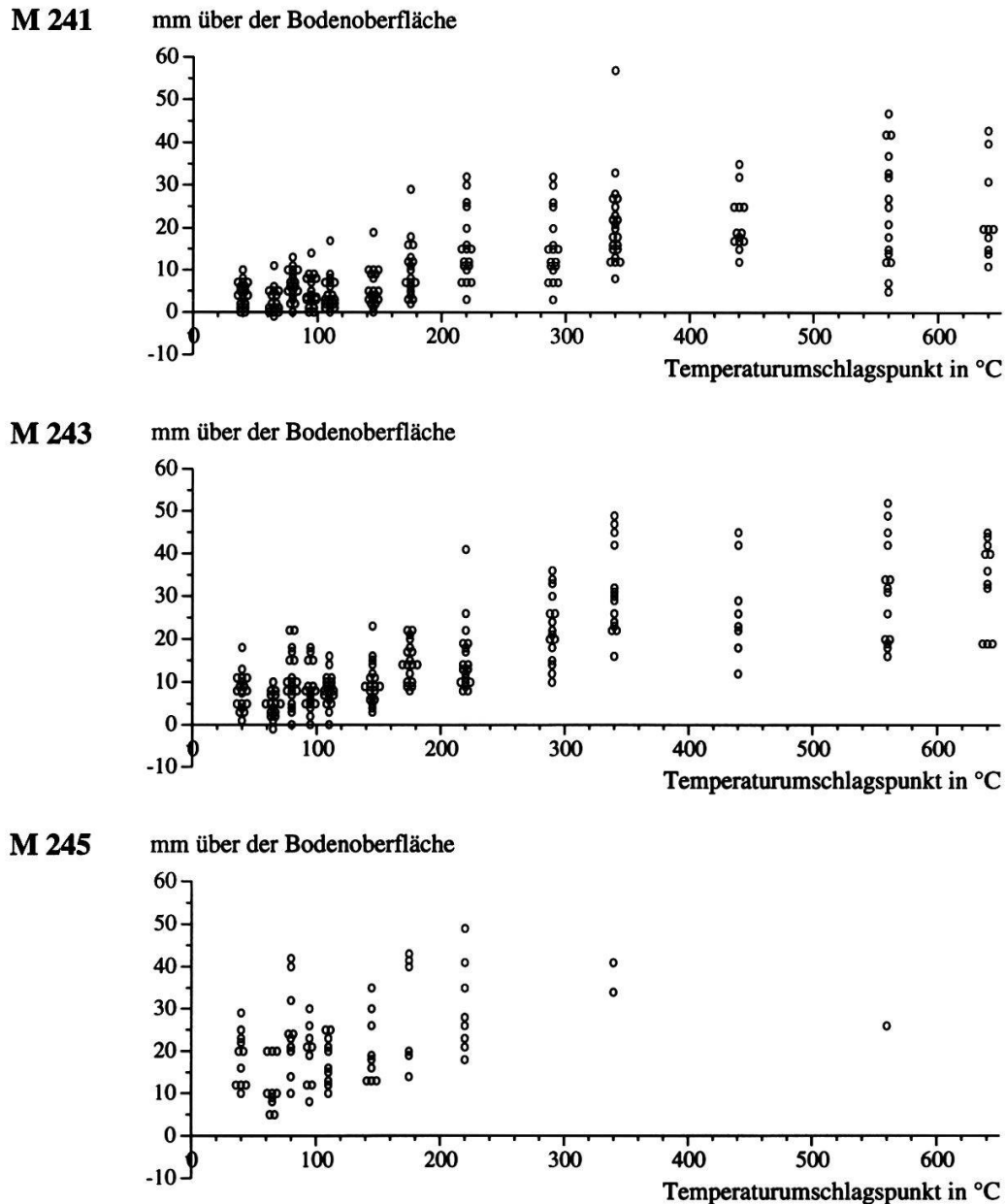


Fig. 21. Temperaturprofile mit den Umschlagspunkten während des kontrollierten Ab Brennens auf der Versuchsfläche MM, Teilflächen M 241, M 243 und M 245, Merishau sen, am 12.3.1978.

Profiles with temperature turning points during the controlled burning on the experimen tal plot MM, subdivisions M 241, M 243, and M 245, Merishausen, on March 12, 1978.

M 241: Dauer - duration: 11.09-11.30 h, 10 m · 10 m, Streuemenge - dry weight litter quantity: 183.6 gTS/m², Gewichtsanteil der TS - percentage by weight of dry weight biomass: 75-78%, Lufttemperatur - air temperature: 13-14.5 °C, Gegenwindfeuer, hangabwärts - headwind fire, downhill, Windgeschwindigkeit - wind velocity: 3.6-5.0 km/h, Feuergeschwindigkeit - fire velocity: 1.04-1.11 cm/s.

M 243: Dauer - duration: 13.09-13.25 h, 10 m · 10 m, Streuemenge - dry weight litter quantity: 138.3 gTS/m², Gewichtsanteil der TS - percentage by weight of dry weight biomass: 74-78%, Lufttemperatur - air temperature: 17 °C, Gegenwindfeuer, hangabwärts - headwind fire, downhill, Windgeschwindigkeit - wind velocity: 4.4-4.8 km/h, Feuergeschwindigkeit - fire velocity: 0.79-1.11 cm/s.

M 245: Dauer - duration: 14.36-15.10 h, 10 m · 10 m, Streuemenge - dry weight litter quantity: 109.7 gTS/m², Gewichtsanteil der TS - percentage by weight of dry weight biomass: 71 (- 87)%, Lufttemperatur - air temperature: 16 °C, Mitwindfeuer, parallel zur Fallinie - fire in the wind direction, parallel to the verti cal line, Windgeschwindigkeit - wind velocity: 1.7-2.4 km/h, Feuergeschwindigkeit - fire velocity: 0.5 cm/s.

Die geringe Streuemenge von 109.7 gTS/m^2 bei M 245 (Anteil Feuchtigkeit im Feld ca. 13-19%, Trockensubstanzanteil ca. 71-87%) stellte eine Grenze dar, eine Fläche ohne Zusatzenergie überhaupt abbrennen zu können. Deshalb musste auf dieser Fläche auch in anderen Jahren ein Mitwindfeuer entfacht werden. Dies war ein zusätzlicher Grund für die tiefen Temperaturen im Bodenbereich der Fläche M 245.

Die drei Temperaturprofilmuster zeigen die unterschiedlichen Einwirkungen des Abbrennvorganges einerseits in der maximal absolut erreichten Temperatur und andererseits in den mikrostandörtlich unterschiedlichen Erhöhungen der Temperatur. Diese Tatsache spiegelte sich wider, wenn die Vegetation nach dem Abbrennvorgang untersucht wurde. Unverbrannte Streuereste und überlebende Pflanzenteile zeigten "kalte" Feuer an, homogen abgebrannte, schwarze Flächen hingegen "mittlere" und weisse Aschenrückstände "heisse" Feuer.

4.3.5. Aschenmengen und -nährstoffe

Die Werte bei den einzelnen Messpunkten für die Versuchsfläche BM, Barmen, in den Jahren 1978 und 1980 sind in der Figur 22 dargestellt. Im nachfolgenden Text werden nur die Mittelwerte aufgeführt.

Die Aschenmengen, welche nach dem Abbrennen anfielen, betrugen bei BM am 1.3.1980 durchschnittlich 42.31 gTS/m^2 bei einer Streuemenge von durchschnittlich 144.52 gTS/m^2 . Die Auflagemenge (Trockengewicht) reduzierte sich somit von der Streue zur Asche auf rund 30%.

Der Gehalt an Stickstoff in der Asche betrug durchschnittlich 1.10%, derjenige von Phosphor 0.33%, während die Streue einen Stickstoffwert von 0.94% und einen Phosphorwert von 0.07% aufwies. Das Abbrennen reduzierte somit den Stickstoffgehalt der Streue von 1.35 g/m^2 auf ca. einen Drittel, d.h. 0.46 g/m^2 in der Asche. Beim Phosphoranteil ergab sich durch das Abbrennen keine direkte Reduktion. Der Phosphor blieb auf der Fläche in der Asche enthalten. Die scheinbare Zunahme von 0.10 g/m^2 auf 0.14 g/m^2 beruhte auf der kleinräumig inhomogenen Dichteverteilung der Biomasse und der Asche sowie den schwierig und nur indirekt erfassbaren Werten.

Die Messungen auf derselben Fläche am 15.3.1978 ergaben folgende Werte: 1.34 %N und 0.33 %P in der Asche.

Dieselben Größenordnungen waren auch bei MM, Merishausen (M 241/ M 245), festzustellen: 10.3.1978 1.37 %N und 0.23 %P sowie am 1.3.1980 1.42 %N und 0.42 %P in der Asche.

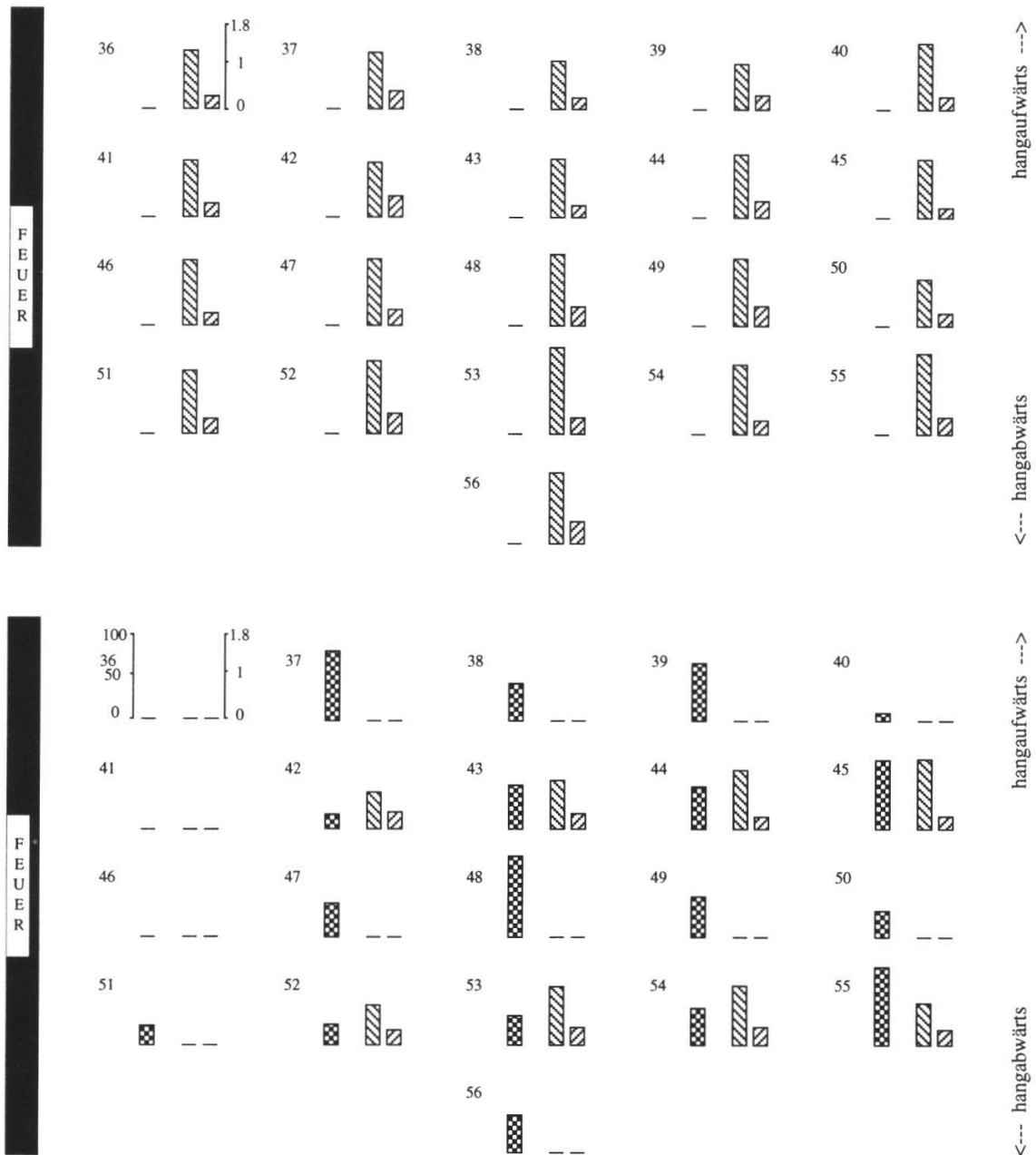


Fig. 22. Aschenmenge, Stickstoff- und Phosphoranteil in der Asche an einzelnen Punkten in der abgebrannten Teilfläche auf der Versuchsfläche BM, Barga, am 15.3.1978 (oben) respektive am 1.3.1980 (unten).

Quantity of ashes and percentage of nitrogen and phosphorus in the ashes at various points on the burnt subdivision of the experimental plot BM, Barga, on March 15, 1978 (top) and on March 1, 1980 (bottom), respectively.

Ordinate links - ordinate left: = g Trockensubstanz Asche/m² - g dry weight ashes/m², Ordinate rechts - ordinate right: = Gewichtsprozent Stickstoff in Asche - percentage by weight of nitrogen in the ashes, = Gewichtsprozent Phosphor in Asche - percentage by weight of phosphorus in the ashes, — = fehlende oder falsche Messung - missing or incorrect measurement. 36-56: Ort der Probenentnahme in der Versuchsfläche (halbschematisch) - sample sites in the experimental area (half-schematic).

Eine vollständige chemische Veraschung im Labor der im Feld gesammelten Aschenproben zeigt das Ausmass der Oxidation des Abbrennvorganges. Bei BM (Fig. 23) ergab sich am 15.3.1978 ein mittlerer unverbrennbarer anorganischer Restanteil von 43.4% des Gewichtes, bei MM am 10.3.1978 ein solcher von 54.2%, d.h. ca. die Hälfte der Asche bestand aus noch nicht vollständig verbranntem Material. Es ist zu beachten, dass angebrannte festsitzende Stengel- und Blattreste bei der Aschenerhebung nicht erfasst wurden. Bei der Veraschung der Streue derselben Standorte ergab sich bei BM ein Restanteil von 10.3% des Gewichtes, bei MM ein solcher von 7.2%.

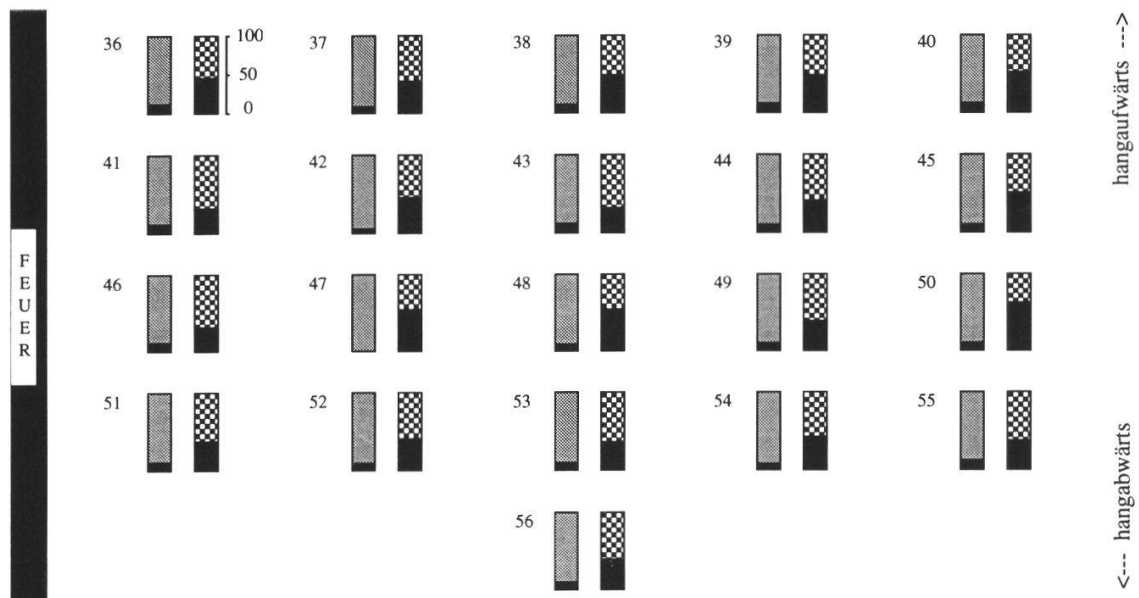


Fig. 23. Anorganische und organische Anteile in Streue und Asche an einzelnen Punkten in der abgebrannten Teilfläche auf der Versuchsfläche BM, Barga, am 15.3.1978 (chemische Veraschung).

Anorganic and organic parts of litter and ashes at various points on the burnt subdivision of the experimental plot BM, Barga, on March 15, 1978 (chemical incineration).

Ordinate - ordinate: ■ = Gewichtsprozent des anorganischen Anteils in der Streue (links) respektive in der Asche (rechts) - percentage by weight of the anorganic parts of litter (left) and of ashes, respectively (right), ▨ = Gewichtsprozent des organischen Anteils in der Streue - percentage by weight of the organic parts of litter, ▩ = Gewichtsprozent des organischen Anteils in der Asche - percentage by weight of the organic parts of ashes. 36-56: Ort der Probenentnahme in der Versuchsfläche (halbschematisch) - sample sites in the experimental area (half-schematic).

4.3.6. Nährstoffentzüge

Durch die Mahd im Spätsommer konnte an den untersuchten Standorten ein Nährstoffentzug von ca. 1.54-3.55 gN/m² und 0.12-0.37 gP/m² festgestellt werden. Demgegenüber resultierte beim Abbrennen der Streu im Frühjahr ein direkter Stickstoffexport in die Atmosphäre von ca. 0.88 (-1.53) g/m², während der Phosphor in der Asche weitgehend auf dem Standort verblieb (Fig. 24).

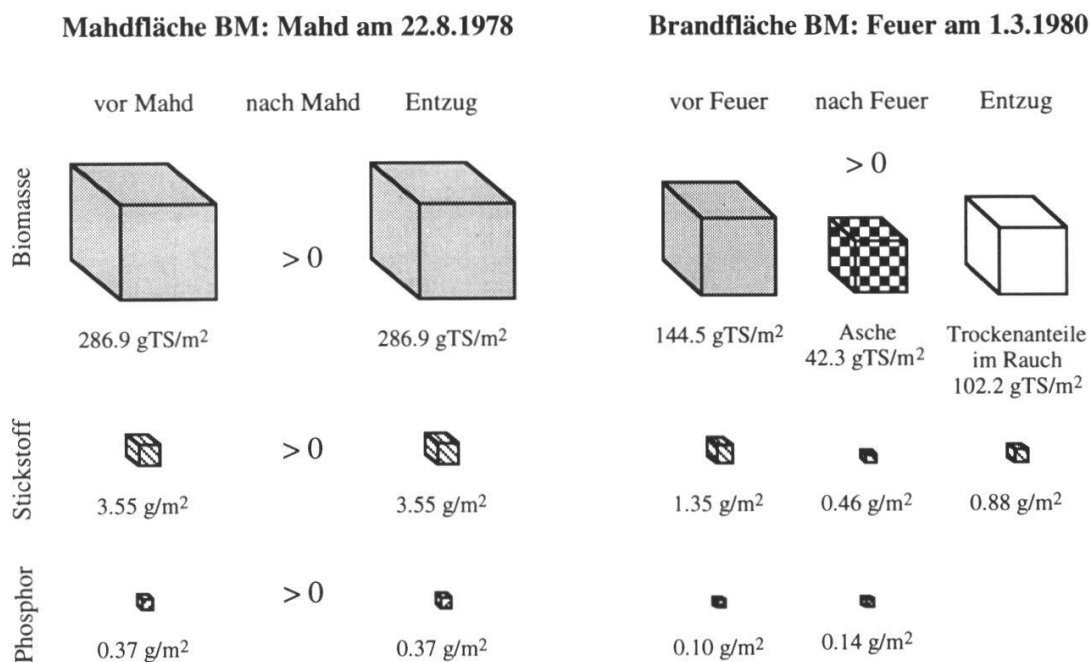


Fig. 24. Vergleich der Nährstoffentzüge durch Mahd im Spätsommer und Abbrennen im Spätwinter. Schematisches Modellbeispiel für die Fläche BM. Mittelwerte über alle Probenentnahmen am jeweiligen Datum.

Comparison of withdrawal of nutrients by means of cutting in late summer and burning in late winter. Example of a schematic model for the experimental plot BM. Mean values of all samples on the respective date.

4.3.7. pH

Eine Änderung des pH-Wertes auf den Versuchsflächen in der Bodentiefe von 1-6 cm durch die Bewirtschaftung konnte (auch auf den Brandflächen) nicht festgestellt werden. Beispielsweise betrug der pH-Wert am 26.4.1977 bei allen Untersuchungspunkten BM (Brache, Mahd, Feuer) 7.8-7.9, am 3.7.1977 7.9-8.0.

4.3.8. Kleinräumige Vegetationsstrukturen in brachliegenden, gemähten und abgebrannten Flächen ("Mikrostandorte")

In der Tabelle 9 sind die Arten der Versuchsflächen BS, BL, Barga, und ML, Merischausen, aufgeführt, deren Dichten in allen oder einzelnen Untersuchungsflächen eine Interpretation ihrer Reaktion bei unterschiedlichen Bewirtschaftungseingriffen erlauben. Für einige dieser Arten sind ihre räumlichen Verteilungsmuster im Anhang 2, 3 und 4 dargestellt. Die Verteilungsmuster der übrigen Arten dieser Gruppe sind in der vorliegenden Arbeit nicht abgebildet, da die Darstellungen einen zu großen Umfang einnehmen würden.

Die folgenden Arten waren Bestandteile der untersuchten Vegetation, belegten aber eine zu geringe Dichte für Aussagen in den drei Versuchsflächen BS, BL und ML im Untersuchungszeitraum und werden deshalb in diesem Kapitel nicht weiter behandelt:

<i>Agrimonia eupatoria</i>	<i>Leontodon hispidus</i>
<i>Anthericum ramosum</i>	<i>Listera ovata</i>
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	<i>Medicago lupulina</i>
<i>Arabis hirsuta</i>	<i>Onobrychis viciifolia</i>
<i>Carex contigua</i> und <i>Carex pairaei</i>	<i>Ononis spinosa</i>
<i>Carex humilis</i>	<i>Orchis militaris</i>
<i>Carlina vulgaris</i>	<i>Origanum vulgare</i>
<i>Centaurea scabiosa</i>	<i>Picea excelsa</i> (Krautschicht)
<i>Cladonia</i> sp.	<i>Picea excelsa</i> (Keimlinge)
<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Pinus silvestris</i>
<i>Crataegus monogyna</i> (Krautschicht)	<i>Plantago lanceolata</i>
<i>Crataegus monogyna</i> (Keimlinge)	<i>Platanthera chlorantha</i>
<i>Daucus carota</i>	<i>Pleurozium schreberi</i>
<i>Epipactis latifolia</i>	<i>Salvia pratensis</i>
<i>Erigeron acer</i>	<i>Senecio erucifolius</i>
<i>Festuca rubra</i>	<i>Stachys recta</i>
<i>Geranium sanguineum</i>	<i>Thesium bavarum</i>
<i>Hieracium bauginii</i>	<i>Tragopogon orientalis</i>
<i>Hypericum perforatum</i>	<i>Trifolium campestre</i>
<i>Inula conyza</i>	<i>Trifolium pratense</i>
<i>Juniperus communis</i> (Krautschicht)	<i>Trifolium repens</i>
<i>Lactuca perennis</i>	<i>Trisetum flavescens</i>
<i>Lathyrus heterophyllus</i>	

Zur Charakterisierung der räumlichen Anordnung und des Verhaltens der Arten werden in den Tabellen und im Text folgende Begriffe verwendet:

- Verteilung: flächenmässige Anordnung der Pflanzen im Raster
 - **einzel:** Sprosse meist nur in einer oder wenigen Flächeneinheiten (1 dm²)
 - **gruppiert:** Sprosse (Horste, Ausläufer) in benachbarten dm², Klumpenverteilung
 - **homogen:** Verteilung der einzelnen Pflanzen oder der Gruppen gleichmässig auf dm²- und m²-Einheiten
 - **inhomogen:** einseitige Verteilung, Gebiete mit höherer Dichte
 - **gleichförmig:** regelmässige Abstände zwischen Individuen
 - **zufällig:** ungeordnete Verteilung, Abstände zwischen Individuen unregelmässig
- Verhalten:
 - **stabil:** im Verlauf der drei Jahre meist an denselben Orten verblieben
 - **instabil:** im Verlauf der drei Jahre oft an anderen Orten oder ausgeblieben
 - **Pionier:** kurzlebige Art, jährlich aus Samen oder Sporen erscheinend, meist Pionierarten
 - **ausdauernd:** mehrjährige bis langlebige Art
- Dichte: Prozentsatz aller dm², in welchen die Art vorkam
- Verbreitung:
 - **Samen**
 - **Ausläufer** (inkl. Absenker usw.)
- Standort:
 - **opt.:** am optimalen Standort, meist häufig oder stabil
 - **sub.:** am suboptimalen Standort, meist selten oder nur vorübergehend
- Vegetationsstruktur

Homogenität der räumlichen Verteilung (Verteilungsmuster, Dichteverteilung): Die Beurteilung der Homogenität erfolgte 1975 auf allen von den durch die Versuche noch unbeeinflussten Flächen BS, BL und ML. Arten mit einer hohen Dichte (z.B. *Bromus erectus*, Anh. 3b) waren erwartungsgemäss im allgemeinen homogener auf der Fläche verteilt als Arten mit einer geringen Dichte. Es waren jedoch auch Arten vorhanden, welche mit geringer Dichte einzeln oder gruppenweise die Flächen einigermaßen regelmässig verteilt, gleichförmig besiedelten (*Thymus froelichianus*, Anh. 4s).

Bei Versuchsfläche ML war eine grössere Anzahl Arten inhomogen verteilt als bei BS und BL. Dies kann durch die inhomogenere Bodenstruktur mit Hangschuttmaterial, bestehend aus durchmischten, aber unterschiedlich grossen Kalksteinen, und die frühere ackerbauliche Nutzung bei ML erklärt werden. Zwei typische Beispiele bei ML waren *Primula veris* (Anh. 4p) und *Fragaria vesca* (Anh. 4i), welche gruppenweise dicht, lokal aber beschränkt (inhomogen) vorkamen. Homogener war hingegen bei ML *Asperula cynanchica* mit einer Dichte von 41.3% verteilt (Anh. 4d). Bei BL und BS kann die höhere Anzahl von homogen verteilten Arten auf die gleichmässigere Bodenstruktur mit dichten Mergelschichten und die frühere einheitliche Wiesenbewirtschaftung zurückgeführt werden. Aber auch hier waren inhomogen

Tab. 9. Übersicht über das Vorkommen und Verhalten der häufigeren Arten in den Versuchsflächen BS, BL, Bargaen, und ML, Merishausen. Begriffe zu Verteilung, Verhalten und Verbreitung vgl. Text.

Table of occurrence and behaviour of the more frequent species in the experimental plots BS, BL, Bargaen, and ML, Merishausen. Explanations to distribution, behaviour, and spread: see text.

	Nr. der Fig. im Anhang			Art	Verteilung			
	BS	BL	ML		ein- zeln	grup- piert	homo- gen	inho- mogen
1			4a	<i>Achillea millefolium</i>	+			+
2			4b	<i>Anthyllis vulgaris</i>	+			+
3			4c	<i>Arrhenatherum elatius</i>	+	-> (+)		+
4		3a	4d	<i>Asperula cynanchica</i>	+		+	
5				<i>Aster amellus</i>		+		+
6			4e	<i>Brachypodium pinnatum</i>		+	+(opt.)	+(sub.)
7	2a		4f	<i>Briza media</i>	+	-> +	+	
8		3b		<i>Bromus erectus</i>	+	-> +	+	
9				<i>Buphthalmum salicifolium</i>	+	-> +	+	
10		3c		<i>Campanula rotundifolia</i>	+	-> +		+
11			4g	<i>Carex flacca</i>	+		+	
12				<i>Carex montana</i>		+		+
13				<i>Carex ornithopoda</i>	+		+	
14				<i>Carex verna</i>	+		+	
15			4h	<i>Centaurea jacea</i>		+		+
16				<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>	+	-> +		+
17				<i>Dactylis glomerata</i>	+	-> +	+	
18				<i>Euphorbia verrucosa</i>		+		+
19				<i>Euphrasia rostkoviana</i>	+			+
20				<i>Festuca ovina</i>	+(H)			+(?)
21				<i>Fissidens taxifolius</i>	+			+
22			4i	<i>Fragaria vesca</i>		+		+
23			4j	<i>Galium album</i>	+	-> +	+	
24				<i>Gentiana ciliata</i>	+			+
25				<i>Gentiana germanica</i>	+			+
26				<i>Helictotrichon pratensis</i>	+	-> +	?	
27				<i>Helictotrichon pubescens</i>	+	-> (+)	+	
28				<i>Hieracium pilosella</i>		+		+
29			4k	<i>Hippocrepis comosa</i>	+	-> +	+	<- +
30				<i>Hylocomium splendens</i>			+(opt.)	+(sub.)
31				<i>Knautia arvensis</i>	+			+
32				<i>Koeleria pyramidata</i>	+	-> +	+	
33	2b		4l	<i>Lathyrus pratensis</i>	+	-> +	+	<- +

Tab. 9. (Fortsetzung - continued)

	Verhalten (Änderung d. belegten Plätze)				Dichte 1975 in %			Verbrei- tung durch		Anmerkungen
	stabil	in- stabil	aus- dau.	Pio- nier	BS	BL	ML	Aus- läuf.	Sa- men	
1	++		a		7.0	0.2	9.8	A	(S)	
2		-		p	0	0.8	5.3		S	
3		?			0	0	5.2	A	(S)	
4	+		a		0	0.6	41.3	A	(S)	
5	+		a		0	0	5.9		S	
6		?	a		89.9	44.2	9.0	A		
7	+		a		2.1	30.0	25.2	(A)	S	
8	+		a		25.1	65.1	28.1		S	
9	+		a		0	0	8.6		S	
10	++		a		1.3	4.4	21.3		S	
11	+		a		63.1	71.5	31.4	A	(S)	
12	+		a		7.3	0.3	0		S	
13	+		a		0	0.1	0	A	(S)	
14	+		a		3.7	28.1	25.3	A	(S)	
15	++		a		0	0.4	4.1		S	
16		-		p	2.0	21.3	1.3		S	
17	++		a		1.6	0	1.8		S	
18	++		a		0.8	0	0	(A?)	S	
19		-		p	0	0	0		S	
20	+		a		30.7	55.5	60.3		S	
21		-		p	0	1.4	0			
22	++		a		0	0	2.7	A	(S)	
23	++		a		0	0	17.8	A	(S)	
24		--		p	0.4	0	0.1		S	
					0.9	0	0			
					0.8	0.6	0			
25		--		p	0	5.2	0		S	
26	+		a		3.4	3.1	0.3		S	
					2.6	5.0	0.1			
					1.8	3.5	0.4			
27		?			0	0	0.8		S	
28	++		a		0	0.2	0.4	A	(S)	
29	+		a (?)		0.3	24.7	1.2	A	S	
30	+		a		77.8	15.0	0			
31	+		a		1.7	1.9	5.7		S	
32	+		a (?)		1.4	7.4	1.0		S	
33		-	a		3.9	0	14.7	A	(S)	Deck. ändert stark

Tab. 9. (Fortsetzung - continued)

	Nr. der Fig. im Anhang			Art	Verteilung			
	BS	BL	ML		ein- zeln	grup- piert	homo- gen	inho- mogen
34			4m	<i>Linum catharticum</i>	+	->	+	+
35				<i>Lophocolea bidentata</i>	+	->		+
36				<i>Lotus corniculatus</i>	+	(BL)	+(ML)	+(BL)
37				<i>Mnium affine</i>			+	+
38				<i>Mnium undulatum</i>			+	+
39			4n	<i>Ononis repens</i>	+	->	+	?
40			4o	<i>Orobanche alsatica</i>				
41				<i>Picris hieracioides</i>	+		+	
42				<i>Pimpinella saxifraga</i>	+			+
43				<i>Plantago media</i>	+	->	+	
44				<i>Polygala amarella</i>	+			+
45				<i>Potentilla verna</i>	+		+	
46			4p	<i>Primula veris</i>			+	++
47				<i>Prunella grandiflora</i>	+	->	+	+(opt.)
48				<i>Rhinanthus angustifolius</i>	+	->	(+)	(+)
49				<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>			+	+
50				<i>Rhytidium rugosum</i>			+(opt.)	+(sub.)
51				<i>Sanguisorba minor</i>	+		+	(+)
52			4q	<i>Satureja vulgaris</i>				
53				<i>Seseli libanotis</i>	+		+	
54				<i>Silene nutans</i>	(+)		+	?
55				<i>Taraxacum officinale</i>	+		+	
56			4r	<i>Teucrium chamaedrys</i>			+	+
57				<i>Thuidium abietinum</i>			+(opt.)	+(sub.)
58				<i>Thuidium tamariscifolium</i>	+	->	+	+
59			4s	<i>Thymus froelichianus</i>			+	
60				<i>Thymus pulegioides</i>	+	->	+	+
61				<i>Trifolium medium</i>	+			+
62	2c			<i>Vicia cracca</i>	+		+	
63				<i>Viola hirta</i>	+	->	+	

verteilte Arten vorhanden. *Vicia cracca* (lange Ausläufer, stark schwankende Deckung), welche bei BS eine hohe Dichte von 15.6% aufwies, war im oberen Drittel der Versuchsfläche mit deutlich geringerer Dichte vorhanden als im restlichen Bereich (Anh. 2c). Umgekehrt beschränkte sich die Verbreitung von *Lathyrus pratensis* mit ganz geringen Ausnahmen auf den obersten Drittel (Anh. 2b). Ob dies auf einer interspezifischen Konkurrenz der beiden Ar-

Tab. 9. (Fortsetzung - *continued*)

	Verhalten (Änderung d. belegten Plätze)				Dichte 1975 in %			Verbrei- tung durch		Anmerkungen
	stabil	in- stabil	aus- dau.	Pio- nier	BS	BL	ML	Aus- läuf.	Sa- men	
34		-		p	0	23.0	2.6		S	?
35	+!				37.1	1.7	0			
36	+		a		0.1	29.6	7.3	A	(S)	
37	+!				20.6	0	0			
38	+!				28.4	1.0	0			
39	+		a		0.2	0	2.0	A	(S)	
40					0	0	0.4		S	
41		-	a (?)		0	0	3.4		S	
42	+		a (?)		1.1	11.8	6.8		S	
43	+		a		1.4	1.4	0.5		S	
44		- (?)	?	p	0.1	3.9	0		S	
45	+		a		0.8	8.9	0		S	
46	++		a		0	0	8.8		S	
47	+		a		2.2	29.7	0	(A?)	S	
48		-		p	0	1.3	0		S	
49	+!		a		32.3	41.1	0			
50	+!		a		0	10.2	96.3			
51	+		a (?)		11.2	11.4	27.9		S!	
52			a		0	0	2.0			
53	+		a*		0	0	31.4		S!	* bis Samenbildung
54	++		a		0	0	4.6		S	* aber suboptimal
55	+		a*		4.4	11.6	0.3		S	
56	++		a		0	0	4.6		S	
57	+(opt.)	-(sub.)			0	0	85.3			
58		- (?)			10.4	0.2	3.6			unterschiedl. Deck.
59	++		a		0	0	6.0	A	S	
60	+		a		1.3	18.4	37.3	A	S	
61			a		1.0	7.1	0	A	(S)	
62	+		a		15.6	0	0	A	(S)	
63	+		a		0	0.1	3.9		S	

ten, welche eine ähnliche Wuchsform aufweisen, oder auf anderen Ursachen beruhte, konnte nicht geprüft werden.

Die räumlichen Vektoren der Gradienten der inhomogenen Verteilung von verschiedenen Arten konnten in die gleiche Richtung weisen: Zum Beispiel besiedelten *Fragaria vesca* (Anh. 4i) und *Satureja vulgaris* (Anh. 4q) die gleiche Fläche. Die Vektoren konnten aber auch in entgegengesetzte Richtungen zeigen, indem die Arten sich (mehr oder weniger) ausschliessende

Flächen belegten: zum Beispiel *Arrhenatherum elatius* (Anh. 4c) und *Anthyllis vulgaris* (Anh. 4b).

Die Verteilungsvektoren können auf Gradienten von Standortsfaktoren hinweisen, welche im Bereich der Untersuchungsfläche einschliesslich der gesamten Umgebung liegen (z.B. Zunahme der Beschattung durch einen Wald), Unterschiede innerhalb der (Mikro-)Standorte belegen (z.B. früheres Vorkommen eines Ameisenhaufens, eines Gehölzes, Mauskolonien usw.) oder Ausbreitungs- oder Rückgangsvektoren anzeigen. Ein scheinbarer Gradient kann theoretisch als Artefakt der angewandten Methode entstehen, wenn eine (grössere) Gruppe durch die Versuchsanordnung zerschnitten wird.

Während innerhalb der Versuchsflächen BS und BL aufgrund der Rasteraufnahmen keine grossflächigen Standortgradienten ersichtlich waren, zeigten bei ML die Verteilungsmuster einiger Arten einen gleichgerichteten Vektor auf, der - berücksichtigt man die Zeigerwerte (LANDOLT 1977) - auf eine (frühere?) unterschiedliche Verfügbarkeit an Nährstoffen hindeutete. Die Arten *Achillea millefolium* (Anh. 4a), *Arrhenatherum elatius* (Anh. 4c), *Centaurea jacea* (Anh. 4h) und *Lathyrus pratensis* (Anh. 4l) zeigten einen leicht erhöhten Nährstoffgehalt des Untergrundes in der linken Hälfte der Versuchsfläche an, während *Anthyllis vulgaris* (Anh. 4b), *Hippocrepis comosa* (Anh. 4k), *Ononis repens* (Anh. 4n) und *Primula veris* (Anh. 4p) auf eine geringere Nährstoffversorgung der rechten Hälfte der Versuchsfläche hinwiesen. Derselben Gradiententendenz folgten, wenn auch weniger ausgeprägt, die Arten *Aster amellus*, *Chrysanthemum leucanthemum* (nährstoffarm, zeitweise offener Boden) sowie *Poa angustifolia* und *Bromus erectus* (nährstoffreicher, dichtere Vegetation und Streue).

Unabhängig von diesem Gradienten waren bei ML folgende Arten (mit prozentualer Angabe der Gesamtdichte 1975):

<i>Asperula cynanchica</i>	41.3%	<i>Picris hieracioides</i>	3.4%
<i>Briza media</i>	25.2%	<i>Pimpinella saxifraga</i>	6.8%
<i>Campanula rotundifolia</i>	21.2%	<i>Rhynchosium rugosum</i>	96.3%
<i>Carex flacca</i>	31.4%	<i>Sanguisorba minor</i>	27.9%
<i>Carex verna</i>	25.3%	<i>Seseli libanotis</i>	31.4%
<i>Dactylis glomerata</i>	1.8%	<i>Thuidium abietinum</i>	85.3%
<i>Festuca ovina</i>	60.3%	<i>Thymus froelichianus</i>	6.0%
<i>Galium album</i>	17.8%	<i>Thymus pulegioides</i>	37.3%
<i>Knautia arvensis</i>	5.7%	<i>Viola hirta</i>	3.9%
<i>Lotus corniculatus</i>	7.3%		

Diese Arten waren homogen, einzeln oder in Gruppen, in geringer bis hoher Dichte auf der Versuchsfläche verteilt. Für deren Dichte und Verteilungsmu-

ster dürften auf den untersuchten Standorten andere Faktoren wie Wasserversorgung, Temperatur, Ausbreitungsmechanismen, tierische Konsumenten usw. von grösserer Bedeutung gewesen sein.

Einen völlig eigenen Verbreitungsvektor wies *Brachypodium pinnatum* (Anh. 4e) auf. Eine Erklärung aufgrund eines Standortfaktors konnte dafür nicht gefunden werden.

Das Verteilungsmuster und die Homogenität der Verbreitung sind nicht nur art-, sondern für dieselbe Art auch standortabhängig. Während *Asperula cynanchica* bei ML (Anh. 4d) regelmässig homogen verbreitet vorkam, stellte BL nur noch einen suboptimalen Lebensraum dar, wo die Art nur als Gruppe in einem Teilbereich der Versuchsfläche zu finden war (Anh. 3a).

Die Homogenität gilt als Kriterium für die Ausscheidung von vergleichbaren Untersuchungsflächen. Das Ausmass zeigt sich meist erst nach einer genauen Analyse. Die Homogenität der untersuchten Bestände setzt sich zusammen aus den Teilhomogenitäten der einzelnen Arten. Bei der Versuchsfläche ML zeigte eine Gruppe von Arten homogene, eine andere Gruppe inhomogene Verhältnisse. Die Homogenität sollte aus diesem Grund auf einen Standortfaktor bezogen oder für eine oder mehrere Arten definiert werden.

Fluktuationen und Stabilität: Das Ausmass der Fluktuationen der Arten eines Bestandes ist aus der Variation der oberirdischen Biomassenanteile ersichtlich und kann als Summe der Beständigkeit des Vorkommens jeder einzelnen Art definiert werden. Es ist zu unterscheiden zwischen Arten, die lange immer wieder an denselben Wuchsstellen erscheinen und langfristig überdauern (*Primula veris*, Anh. 4p, vgl. auch TAMM 1972b), und solchen, die rasch immer wieder neue Stellen des Lebensraumes besiedeln.

Stabile Arten: Arten mit kurzen Ausläufern oder kurzem verzweigtem Rhizom wie *Asperula cynanchica* (Anh. 3a), *Briza media* (Anh. 2a und 4f), *Galium album* (Anh. 4j), *Hieracium pilosella*, *Ononis repens* (Anh. 4n) und *Teucrium chamaedrys* (Anh. 4r) blieben als Gruppen bestehen, veränderten jedoch ihre Lage und die Dichte. Selbst Arten, welche lange Ausläufer bilden können wie *Fragaria vesca* (Anh. 4i), *Brachypodium pinnatum* (Anh. 4e) und *Carex flacca* (Anh. 4g), blieben im beobachteten Zeitraum als Gruppe sehr konstant im selben Bereich des Mikrostandortes.

Je extremer der Standort, umso geringer erscheint die Möglichkeit der Individuen vieler Arten, in kurzer Zeit neue Wuchsorte zu besiedeln. Während *Lathyrus pratensis* auf der mesotrophen Fläche BS (Anh. 2b) stärker fluktuierte, war die Art bei der extremeren Fläche ML (Anh. 4l) konstanter.

Die Häufigkeit und der Deckungsgrad der mehrjährigen und ausdauernden Arten änderten sich in den drei Untersuchungsjahren in einem unterschiedlichen Ausmass. Für die Untersuchungsdauer 1975/1977 sind einige Beispiele für stark fluktuierende Arten der Tabelle 9 beigelegt. Erstaunlicherweise waren selbst nach dem überdurchschnittlich trockenen Sommer von 1976 in jeder gleichbewirtschafteten Teilfläche alle ausdauernden Arten (auch Moose) vorhanden. Dies zeigte eine hohe Toleranz der dominanten ausdauernden Arten gegen Trockenheit und eine hohe Stabilität der Vegetation.

Fluktuierende Arten: Im Gegensatz dazu schwankte die Häufigkeit vor allem der einjährigen sowie auch jene der kurzlebigen Arten beträchtlich. Der Verlauf der Witterung sowie Bewirtschaftungsänderungen induzierten bei diesen Arten stärkere Bestandesschwankungen. Teilweise fehlten Arten wie *Orobanche alsatica* (Anh. 4o) in der Versuchsfläche ML für ein Jahr ganz. Sehr stark schwankte der Bestand von *Linum catharticum* auf der trockenen Versuchsfläche ML, da diese Art zumindest zeitweise auf genügend Bodenfeuchtigkeit angewiesen ist. Während 1975 einige fruchtende Exemplare festzustellen waren, fielen diese für 1976 und 1977 fast vollständig aus (Anh. 4m). Erst 1977 erschienen wieder zahlreiche junge Exemplare mit den verlängerten Rosetten vor allem auf den nicht brachliegenden Versuchsflächen.

Bewirtschaftungseinflüsse: In der Tabelle 10 sind die Reaktionen einzelner Arten auf verschiedene Bewirtschaftungseinflüsse in einer vereinfachten Übersicht zusammengestellt.

1. Feuer

Die Auswirkungen des Feuers auf die Vegetationsstrukturen sind komplex. Die folgende Auflistung zeigt die Veränderung der Zusammensetzung der Vegetation und die Reaktion einzelner Arten nach ein- beziehungsweise zweimaliger Feuereinwirkung auf den Rasterflächen BS, BL, Bargen, und ML, Merishausen (ohne Vergleich mit anderen Untersuchungsflächen).

Für die Beurteilung der Feuerwirkung auf die einzelnen Arten werden folgende Begriffe verwendet:

Feuereinwirkung:

- schwache Feuereinwirkung, "kaltes" Feuer
- starke Feuereinwirkung, "heisses" Feuer

Auswirkung auf die jeweilige Art:

- Änderung der Häufigkeit (Dichte)
- Änderung der Deckungswerte (Biomasse)
- Änderung der Bildung von Fruchtständen

Tab. 10. Vereinfachte Übersicht über die Reaktionen einzelner Arten auf verschiedene Bewirtschaftungseingriffe.

Simplified overview of reactions of individual species to different types of management.

++ = starke Förderung - *strongly enhanced*, + = schwache Förderung - *weakly enhanced*, 0 = geringe Beeinflussung - *little influence*, - = schwache Hemmung - *slightly reduced*, -- = starke Hemmung - *strongly reduced*, v = Vernichtung - *destroyed*, ! = unterschiedlich je nach Standort - *differing reactions depending on the site*.

Art	Feuer stark Änd.	Feuer schwach Änderung der			Mahd Änderung der		
	Häufig- keit	Häufig- keit	Dek- kung	Bildung Frucht- stände	Häufig- keit	Dek- kung	Bildung Frucht- stände
<i>Achillea millefolium</i>		0	+			++	
<i>Anthyllis vulgaris</i>		++			++		
<i>Arrhenatherum elatius</i>		+			+		
<i>Asperula cynanchica</i>		0			0		
<i>Aster amellus</i>		+	+	+	-		
<i>Brachypodium pinnatum</i>	++			++	-		++
<i>Briza media</i>	-	0			0		++
<i>Bromus erectus</i>	-	0		+	0		+
<i>Bupthalmum salicifolium</i>		0		+	0		+
<i>Campanula rotundifolia</i>	0	0			+		
<i>Carex flacca</i>				--	-		--
<i>Carex montana</i>	--	0			-		
<i>Carex verna</i>		++			++		
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>	--	-			!		
<i>Euphorbia verrucosa</i>		+			+		
<i>Festuca ovina</i>	--	-			0		
<i>Galium album</i>		0			0		
<i>Helictotrichon pubescens</i>	+	+			+		
<i>Hieracium pilosella</i>		0					
<i>Hippocrepis comosa</i>		+			++		
<i>Hylocomium splendens</i>	v	-			+		
<i>Knautia arvensis</i>		+			0		
<i>Koeleria pyramidata</i>					0		
<i>Linum catharticum</i>		--			+		
<i>Lophocolea bidentata</i>	--	-			0/- !		
<i>Lotus corniculatus</i>		+			+		
<i>Mnium affine</i>	--	!			++		
<i>Mnium undulatum</i>	v	--			--		
<i>Picris hieracioides</i>		0			0		
<i>Pimpinella saxifraga</i>		0			0		
<i>Plantago media</i>	-	0					
<i>Polygala amarella</i>	--	+			++		
<i>Potentilla verna</i>	-	0			0		
<i>Primula veris</i>					0		
<i>Prunella grandiflora</i>	0	0			0		
<i>Rhinanthus angustifolius</i>	++	++			+		
<i>Rhytidadelphus triquetrus</i>	v	--			++		

Tab. 10. (Fortsetzung - *continued*)

Art	Feuer stark Änd.	Feuer schwach Änderung der			Mahd Änderung der		
	Häufig- keit	Häufig- keit	Dek- kung	Bildung Frucht- stände	Häufig- keit	Dek- kung	Bildung Frucht- stände
<i>Rhytidium rugosum</i>	v	-			++		
<i>Sanguisorba minor</i>		+			++		
<i>Scabiosa columbaria</i>		0					
<i>Scleropodium purum</i>	v	-			++/- !		
<i>Seseli libanotis</i>		0		-	0		+
<i>Silene nutans</i>		+			+ / 0		
<i>Taraxacum officinale</i>		+			+		
<i>Thuidium abietinum</i>		--			+		
<i>Thymus froelichianus</i>		0			0		
<i>Thymus pulegioides</i>		--			-		
<i>Trifolium medium</i>		++					
<i>Trisetum flavescens</i>	+				+		
<i>Vicia cracca</i>	0	0			0		
<i>Viola hirta</i>	0	+ / 0 !			+		

A) Neue Arten:

In keinem Fall sind Arten neu aufgetreten, welche zu Beginn der Untersuchung noch nicht vorhanden waren.

B1) Starke Förderung bei schwacher Feuereinwirkung: Zunahme der Häufigkeit:

- *Anthyllis vulgaris*: Pionierart, durch Entfernung von Streue- und Moosschicht sowie einem grossen Teil der Krautschicht wurde offene Bodenfläche geschaffen, welche für das Keimen und Aufwachsen der lichtbedürftigen, stresstoleranten Art geeignet war. Als Rosette und wenigjährige Art durch stärkeres Feuer jedoch sehr gefährdet.
- *Carex verna*: Die bodennahen, kurzen, rosettenartigen Blätter am Ende der unterirdischen Ausläufer profitierten von der Reduktion der Streue-, Kraut- und Moosschicht, wurden jedoch z.T. selber leicht geschädigt.
- *Rhinanthus angustifolius*: Einjährige Art, deren Samen auf der offenen, schwarzen Bodenoberfläche optimal keimten (Keimlinge im Spätwinter aber noch nicht entwickelt) und auf dem durch Feuer geförderten *Brachypodium pinnatum*-Bestand parasitieren konnten.
- *Trifolium medium*: Unterirdische Ausläufer treibend, welche sich spät entwickeln und im Boden geschützt sind, keine Schädigung der arteilgenen Biomasse.

B2) Starke Förderung bei schwacher Feuereinwirkung: Zunahme der Samenbildung:

- *Brachypodium pinnatum*: Unterirdische Ausläufer treibend, die arteilgene Streue baute sich langsam ab und entwickelte bei Brand ein starkes Feuer, welches empfindliche Arten schädigen konnte, die arteilgene, nur im Boden vorhandene Biomasse jedoch nicht

negativ beeinflusste. Allerdings entfiel bei Feuer der in brachliegenden Beständen auftretende Effekt, durch die (dichte) Streueschicht anderen Arten die Keimung zu erschweren. So entwickelte sich beispielsweise auf einigen Versuchsflächen *Rhinanthus angustifolius*, welcher *Brachypodium pinnatum* parasitierte und wieder schwächte, auf den abgebrannten Flächen umso stärker (s.o.).

B3) Starke Förderung bei starker Feuereinwirkung: Zunahme der Häufigkeit:

- *Brachypodium pinnatum*: Gleiche Beobachtungen wie bei schwacher Feuereinwirkung.
- *Rhinanthus angustifolius*: Gleiche Beobachtungen wie bei schwacher Feuereinwirkung.

C1) Schwache Förderung bei schwacher Feuereinwirkung: Zunahme der Häufigkeit:

- *Arrhenatherum elatius*: Unterirdisch ausdauernd mit kurzen Ausläufern, deshalb durch Feuer nicht geschädigt, in Magerwiesen unterdrückt, durch Brand wurden Konkurrenten gehemmt, profitierte als Art der Fettwiesen von Aschendüngung.
- *Aster amellus*: Blätter von Winter bis Frühjahr wenig entwickelt, brannten schlecht, grössere Gruppen blieben vom Feuer, zumindest im Zentrum, verschont.
- *Euphorbia verrucosa*: Mit unterirdischem Rhizom überdauernd, deshalb gut geschützt.
- *Helictotrichon pubescens*: Einzeln oder in kleinen Horsten, mit geringer Anzahl und Deckung im gesamten *Mesobromion*-Komplex, durch leichte Düngung jedoch gefördert. Blätter meist rosettenartig/horstähnlich kurz und bodennah und deshalb durch Reduktion der Streue- und Krautschicht begünstigt, kann jedoch auch dünne, verlängerte Blätter ausbilden, durch Feuer selbst gefährdet, kann sich vergleichsweise rasch entwickeln.
- *Hippocrepis comosa*: Entgegen den Erwartungen wurden die bodennahen Triebe der Art durch Feuer anscheinend nicht völlig geschädigt, was darauf hindeutet, dass die Zentren der Austriebe genügend geschützt waren. Die Reduktion der Streue- und Moosschicht bewirkte einen höheren Lichtgenuss für die Art.
- *Knautia arvensis*: Verzweigtes Rhizom, mit Blattrosetten, welche gegebenenfalls von der Reduktion der Streue- und Moosschicht profitierten (es war jedoch auch eine Zunahme in der Brachfläche festzustellen).
- *Lotus corniculatus*: Mit unterirdischem Rhizom anpassungsfähig und entstehende Lücken in der Vegetation ausfüllend.
- *Mnium affine*: Sofern abgebrannte Bodenoberfläche genügend (luft-)feucht und beschattet war, erfolgte rasche (Wieder-) Besiedlung (bei stärkerer Feuereinwirkung und/oder trockenen Standorten rascher Rückgang).
- *Polygala amarella*: Kleine Rosetten bildend, welche auch durch schwaches Feuer geschädigt werden konnten, z.T. überlebten und regenerierten diese und konnten dann infolge der Reduktion der Streue- und Moosschicht vom höheren Lichtgenuss profitieren. Bei stärkerem Feuer stark abnehmend.
- *Sanguisorba minor*: Das Zentrum insbesondere von grösseren Pflanzen wurde durch das dichte Blattwerk geschützt. Die äusseren Bereiche der Pflanzen wurden zerstört, vom grünen Zentrum folgte jedoch eine rasche Regeneration. Durch die Reduktion der Streue- und Moosschicht konnte sich die Pflanze rosettenartig ausbreiten und von dem grösseren Lichtgenuss profitieren.
- *Silene nutans*: Blätter brannten schlecht, meist grössere Gruppen bildend, deren Zentren vor dem Feuer besser geschützt waren.

- *Taraxacum officinale*: Die Reduktion der Streue- und Moosschicht und von Konkurrenten sowie die Düngung durch die Asche ermöglichten es einer grösseren Zahl der durch den Wind herbeigetragenen Samen, zu keimen und länger zu überdauern. Eine Blütenbildung wurde jedoch selbst in den Brandflächen nur selten beobachtet.
- *Viola hirta*: Meist mit wintergrünen Blättern und hochliegenden Erneuerungsknospen, entgegen den Erwartungen erfolgte jedoch auch in Brandflächen eine Zunahme der Häufigkeit. Die Art scheint von der stärkeren Einstrahlung im Frühjahr profitiert zu haben. Durch Feuer wurde jedoch oft die Blütenbildung stark beeinträchtigt.

C2) Schwache Förderung bei schwacher Feuereinwirkung: Zunahme der Deckungswerte:

- *Aster amellus*: Geringe Zunahme der Deckung.

C3) Schwache Förderung bei schwacher Feuereinwirkung: Zunahme der Samenbildung:

- *Aster amellus*: Geringe Zunahme (?).
- *Bromus erectus*: Wie bei der Mahdfläche war unter dem Einfluss des Feuers eine Zunahme festzustellen. An einzelnen Standorten übertraf diese den Effekt in der Mahdfläche bei weitem.
- *Bupthalmum salicifolium*: Leichte Zunahme der Blütenstände.

C4) Schwache Förderung bei starker Feuereinwirkung: Zunahme der Häufigkeit:

- *Helictotrichon pubescens*: s.o.
- *Trisetum flavescens*: Durch Düngung und genügenden Lichtgenuss erfolgte eine Förderung.

D1) Geringe Beeinflussung bei schwacher Feuereinwirkung: (vorläufig) gleichbleibende Häufigkeit:

- *Achillea millefolium*: Entwickelte unter günstigen Bedingungen (Nährstoffe, Wasser) eine höhere Biomasse, jedoch nicht so stark wie auf Mahdfläche.
- *Asperula cynanchica*, *Galium album*, *Prunella grandiflora*, *Vicia cracca*: Arten z.T. mit tiefliegenden Überdauerungsorganen und vom Feuer kaum geschädigt, anscheinend aber nicht gefördert.
- *Picris hieracioides*, *Pimpinella saxifraga*, *Seseli libanotis*: Tiefliegende Überdauerungsorgane, sich spät entwickelnd und von den positiven Effekten des Feuers (als grosse Pflanzen) wenig profitierend.
- *Briza media*, *Bupthalmum salicifolium*, *Campanula rotundifolia*, *Hieracium pilosella*, *Plantago media*, *Potentilla verna*, *Scabiosa columbaria*, *Viola hirta*: Arten mit Rosetten, die aber im Spätwinter noch nicht ausgebildet waren oder im Frühjahr nach dem Feuer wieder regeneriert wurden, oder Arten, deren Überdauerungsorgane geschützt sind.
- *Bromus erectus*, *Carex montana*: Horstbildend, Überdauerungsorgane bodennah, durch Brand am Rand oft geschädigt, sich teilweise wieder regenerierend.
- *Thymus froelichianus*: Entgegen den Erwartungen aufgrund der Wuchsform (vorläufig) wenig beeinflusst.

D2) Geringe Beeinflussung bei starker Feuereinwirkung: gleichbleibende Häufigkeit:

- *Campanula rotundifolia*, *Prunella grandiflora*, *Vicia cracca*, *Viola hirta*: s.o.

E1) Schwache Hemmung bei schwacher Feuereinwirkung: abnehmende Häufigkeit:

- *Chrysanthemum leucanthemum*, *Festuca ovina*: Schädigung der Rosetten, ev. Zerstörung der Keimlinge, Schädigung der Horste.
- *Hylocomium splendens*, *Lophocolea bidentata*, *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Scleropodium purum*: Zerstörung eines sehr grossen Anteils der Biomasse, so dass nur noch wenige Regenerationszentren vorhanden waren. Kurzfristige Änderung des pH, der Nährstoffe, der Temperatur- und Wasserverhältnisse in der für die Moose wichtigsten Schicht unmittelbar im Bereich der Bodenoberfläche.

E2) Schwache Hemmung bei schwacher Feuereinwirkung: abnehmende Bildung von Blütenständen:

- *Seseli libanotis*: Keine Erklärung.

E3) Schwache Hemmung bei starker Feuereinwirkung: abnehmende Häufigkeit:

- *Briza media*, *Bromus erectus*, *Plantago media*, *Potentilla verna*: Schädigung der Horste, Zerstörung der Blattrosetten.

F1) Starke Hemmung bei schwacher Feuereinwirkung: abnehmende Häufigkeit:

- *Thymus pulegioides*: Chamaephyt, durch Feuer geschädigt.
- *Linum catharticum*: Die überwinternden, grünen Blattrosetten wurden zerstört.
- *Mnium undulatum*, *Thuidium abietinum*, *Rhytidium rugosum*: Gleicher Einfluss wie bei der Gruppe mit *Hylocomium splendens*. *Mnium undulatum* ist auf bodenfeuchte Standorte angewiesen. *Thuidium abietinum* und *Rhytidium rugosum* finden sich vorwiegend auf trockenen Standorten. Auf diesen entwickelte das Feuer trotz geringerer Streuemasse höhere Temperaturen und eine stärkere Schädigung. Zudem bedurfte die Regeneration einer grösseren Zeitspanne.

F2) Starke Hemmung bei schwacher Feuereinwirkung: abnehmende Bildung von Blütenständen:

- *Carex flacca*: Während die Häufigkeit der Art meist konstant blieb, an einer Stelle sogar leicht zunahm, nahm die Zahl der Blütenstände ab. Die Art treibt früh im Jahr rosettenartige Blattsprosse aus Ausläufern, welche durch Feuer geschädigt wurden, insbesondere Schädigung der frühtreibenden Blütenstände.

F3) Starke Hemmung bei starker Feuereinwirkung: abnehmende Häufigkeit:

- *Carex montana*, *Chrysanthemum leucanthemum*, *Festuca ovina*, *Polygala amarella*, *Lophocolea bidentata*, *Mnium affine*: s.o.

G) Beseitigung bei starker Feuereinwirkung:

- *Hylocomium splendens*, *Mnium undulatum*, *Rhytidium rugosum*, *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Scleropodium purum*: Gänzlich verschwunden, gleiche Bemerkungen wie bei den obenstehenden Moosgruppen.

2. Mahd

Auf den Untersuchungsflächen BS, BL, Barga, und ML, Merishausen, liessen sich nach Durchführung einer jährlichen Mahd Ende August folgende kurzfristigen Änderungen der Zusammensetzung der Vegetation und Reaktionen der einzelnen Arten feststellen:

A) Neue Arten:

In keinem Fall sind Arten neu aufgetreten, welche zu Beginn der Untersuchung noch nicht vorhanden waren.

B1) Starke Förderung: Zunahme der Häufigkeit:

- *Anthyllis vulgaris*, *Chrysanthemum leucanthemum*, *Polygala amarella*: Pionierarten mit Rosettenblättern, durch Entfernung der Streu- und Krautschicht wurde eine offenere, teilweise mit Moosen bedeckte Bodenoberfläche geschaffen, welche für das Keimen und Aufwachsen der lichtbedürftigen Arten geeignet war. Durch die Mahd blieben die Rosetten und damit ein wichtiger Teil der oberirdischen Biomasse erhalten. Für *Chrysanthemum leucanthemum* war der Standort ML anscheinend zu extrem (trocken), so dass dort keine Ausbreitung der Art festgestellt wurde.
- *Hippocrepis comosa*: Bodennahe Triebe profitierten von stärkerem Lichtgenuss.
- *Sanguisorba minor*: Anfänglich rosettenartige, bodennahe Blätter, später dichtere und aufstrebende Blätter bildend, dadurch sehr anpassungsfähig und durch Mahd begünstigt, mit Ausnahme vom extremen Standort ML, wo keine Ausbreitung der Art festgestellt wurde.
- *Carex verna*: Die bodennahen, kurzen, rosettenartigen Blätter am Ende der unterirdischen Ausläufer profitierten von der Reduktion der Streu- und Krautschicht.
- *Mnium affine*, *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Scleropodium purum*, *Rhytidium rugosum*: Diese Moosarten konnten durch Mahd gefördert werden, *Mnium affine* und *Scleropodium purum* allerdings nur im mesophilen, beschatteten Bereich von BS. Während *Rhytidium rugosum* bei ML mit einer sehr hohen Dichte vorkam, welche durch die Mahd nicht verändert wurde, entwickelte sich bei den weniger optimalen Standortbedingungen bei BL durch die Mahd eine Zunahme der Häufigkeit. Eine starke Zunahme war bei *Rhytidiadelphus triquetrus* sowohl bei BS wie auch bei BL festzustellen.

B2) Starke Förderung: Zunahme der Biomasse:

- *Achillea millefolium*: Zunahme des Deckungsgrades im zweiten Bewirtschaftungsjahr bei BL, der höhere Lichtgenuss förderte die Art jedoch noch zu wenig, als dass eine Blütenbildung stattfinden konnte.

B3) Starke Förderung: Zunahme der Fruchtstandbildung:

- *Brachypodium pinnatum*: Späte Mahd konnte ähnlich wie Brand die Bildung von Blütenständen fördern, wobei die Menge (Anzahl/m²) von Jahr zu Jahr und auf den verschiedenen Standorten nicht gleichgerichtet schwankte. Trotz der Zunahme der Samenbildung ist (insbesondere langfristig) eine Abnahme der Häufigkeit (s.u.) zu erwarten. Bei dem für die Art weniger geeigneten Standort ML war die Blütenstandbildung durchwegs gering.
- *Briza media*: Die Bildung von Blütenständen nahm zu, während die Häufigkeit konstant blieb.

C1) Schwache Förderung: Zunahme der Häufigkeit:

- *Campanula rotundifolia*, *Taraxacum officinale*, *Viola hirta*: Obwohl die Arten auch in relativ dichten Mesobrometen unter einer Streueauflage überdauern konnten, bewirkte der erhöhte Lichtgenuss eine Förderung der rosettenbildenden Pflanzen.
- *Linum catharticum*: Meist sehr auf offenen Boden angewiesene Art mit kleinen, verlängerten Rosetten, durch Mahd sehr stark gefördert, jedoch bei den trockenen Standorten, insbesondere bei BL und ML, auf genügend Niederschläge angewiesen und deshalb Bestand stark schwankend (Anh. 4m).
- *Rhinanthus angustifolius*: Einjährige Art, deren Samen auf offenen Bodenstellen besser keimten und aufwuchsen, durch den relativ späten Schnitt vermochten die Samen auszureifen.
- *Arrhenatherum elatius*, *Helictotrichon pubescens*, *Trisetum flavescens* (*Taraxacum officinale*): Arten mit Hauptverbreitung in den Fettwiesen, durch Mahd erfolgte erhöhter Lichtgenuss und eine leichte Förderung, für stärkere Förderung war jedoch das Nährstoffangebot zu gering.
- *Euphorbia verrucosa*: Optimale Entwicklung von einzelnen Exemplaren in Brachfläche, ev. bessere Keimungsbedingungen jedoch auf der Mahdfläche.
- *Lotus corniculatus*: Leichte Zunahme, vermutlich unabhängig von Mahd (Schwankung).
- *Hylocomium splendens*: Auf dem beschatteten Standort BS durch Mahd gefördert, wenn auch nicht so ausgeprägt wie z.B. *Rhytidiadelphus triquetrus* (vgl. BL).

C2) Schwache Förderung : Zunahme der Fruchtstandbildung:

- *Bupthalmum salicifolium*, *Seseli libanotis*: Obwohl (oder weil?) die Blütenstände durch die Mahd beseitigt wurden, war im folgenden Jahr wieder eine Zunahme der Bildung von Blütenständen festzustellen.

D) Geringe Beeinflussung: gleichbleibende Häufigkeit:

- *Asperula cynanchica*, *Briza media*, *Bromus erectus*, *Bupthalmum salicifolium*, *Festuca ovina*, ev. *Galium album*, *Knautia arvensis*, ev. *Koeleria pyramidata*, *Lophocolea bidentata* (bei BS), *Picris hieracioides*, *Pimpinella saxifraga*, *Potentilla verna*, *Primula veris*, *Prunella grandiflora*, *Seseli libanotis*, *Silene nutans*, *Thymus froelichianus*, *Vicia cracca*: Für diese Arten entstanden durch die Mahd im beobachteten Zeitraum keine Vor- oder Nachteile.

E) Schwache Hemmung: abnehmende Häufigkeit:

- *Aster amellus*, *Brachypodium pinnatum*, *Carex flacca*, *Thymus pulegioides*: Der Verlust der Biomasse bewirkte eine Schwächung der Pflanzen, *Aster amellus* reagierte zudem mit einer geringeren Bildung von Blütenständen.
- *Carex montana*, *Lophocolea bidentata* (bei BL), *Scleropodium purum* (bei BL): Die Entfernung der Streueschicht bewirkte eine Veränderung des Mikroklimas, insbesondere Moosarten wurden durch die stärkere Austrocknung des Oberbodens (vor allem auf den für sie suboptimalen Standorten) gehemmt und längerfristig reduziert.

F1) Starke Hemmung: stark abnehmende Häufigkeit:

- *Mnium undulatum*: Begründung wie oben, Bestand jedoch stark schwankend, auf genügend Feuchtigkeit angewiesen.

F2) Starke Hemmung: Abnahme der Fruchtstandbildung:

- *Carex flacca*: Während die Häufigkeit nur schwach zurückging, verminderte sich die Bildung der Blütenstände stark.

G) Durch die Mahd wurde keine Art gänzlich beseitigt.

H) Keine Aussage:

Über das Verhalten in den Versuchsflächen konnten für folgende Arten keine Aussagen gemacht werden, da sie in zu geringer Menge vorkamen oder stark schwankende Bestände aufwiesen:

<i>Carex ornithopoda</i>	<i>Hieracium pilosella</i>
<i>Centaurea jacea</i>	<i>Lathyrus pratensis</i>
<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Ononis repens</i>
<i>Erigeron acer</i>	<i>Plantago media</i>
<i>Fissidens taxifolius</i>	<i>Satureja vulgaris</i>
<i>Fragaria vesca</i>	<i>Scabiosa columbaria</i>
<i>Gentiana ciliata</i>	<i>Teucrium chamaedrys</i>
<i>Gentiana germanica</i>	<i>Thuidium tamariscifolium</i>
<i>Helictotrichon pratense</i>	

4.3.9. Ordination von Vegetationsaufnahmen von 1 m²-Dauerflächen, Brache, Mahd, Brand, 1975-1979

Mit einer Ordination werden Vegetationsaufnahmen aufgrund der Ähnlichkeit untereinander in einem mehrdimensionalen Raum eingeordnet. Zur Interpretation werden in der Regel diejenigen Axen (Dimensionen) ausgewählt, welche den höchsten Anteil der Gesamtvarianz darstellen (die Hauptkomponenten), oder jene, welche einen bestimmten Zustand am besten erklären.

Die Figuren 25 bis 30 zeigen die Ordination der 1 m²-Vegetationsaufnahmen der drei Versuchsflächen BS, BL, BM, Barga, mit je drei Teilflächen Brache, Mahd und Brand der Jahre 1975 bis 1979. Abgebildet werden die ersten drei Hauptkomponenten x, y und z. Die Punkte der Vegetationsaufnahmen der gleichen Dauerfläche sind entsprechend den Jahresabfolgen mit Linien verbunden. Jeder zeitliche Zustand in jedem Jahr ist mit einem Quadratsymbol markiert. Anfangs- (1975) und Endpunkt (1979) sind mit der Nummer der jeweiligen Dauerfläche bezeichnet. Der Endpunkt (1979) ist zudem mit einem Pfeilsymbol versehen, damit die Richtung der Entwicklung im Raum ersichtlich ist.

Die Verbindungslinien können als Vektoren aufgefasst werden, deren Lage und Richtung das Ausmass der Vegetationsveränderungen widerspiegeln. Die Addition der Vektoren der Dauerflächen in den gleich bewirtschafteten Teilflächen zeigt den allgemeinen Entwicklungstrend. Die Richtung des Vek-

tors vermittelt einen Vergleich zu den andersartig bewirtschafteten Teilflächen, der Betrag zeigt das Ausmass der Veränderungen (Geschwindigkeit). Dieser ist umso höher, je grösser und gleichgerichteter die Teilvektoren sind.

Bei BS (Fig. 25) entsteht entsprechend der Bewirtschaftung eine Differenzierung: Die Punkte, welche die Vegetation der Dauerquadrate repräsentieren, streben im zeitlichen Verlauf in den x/y- und y/z-Dimensionen auseinander. Die stärksten gleichgerichteten Veränderungen zeigen sich bei der Mahdfläche. Die Veränderungen der Brandfläche sind weniger gleichgerichtet und zeigen zum Teil gegenläufige Schwankungen. Die Vektoren der Mahd- und Brandflächen weisen gegenüber der Brachfläche zueinander ähnlichere, wenn auch nicht identische Richtungen auf. In der Versuchsfläche BS kann somit die Bewirtschaftung als Standortsfaktor interpretiert werden, dessen Einflüsse stärker wirksam waren als andere Faktoren. Brand wirkte sich an diesem Standort ähnlich, aber nicht gleich aus wie Mahd.

In der Versuchsfläche BL (Fig. 26-28) waren demgegenüber die Eigenschwankungen der Dauerflächen ausgeprägter als Entwicklungstendenzen aufgrund einer Bewirtschaftung. Der Bewirtschaftungsfaktor an diesem extremeren, wechsellrockenen Standort war für das Verhalten der meisten Pflanzenarten von geringerer Bedeutung als die örtlichen Standortsfaktoren. Die Beseitigung der mengenmässig geringen Streueauflage wirkte sich beispielsweise weniger aus als bei BS. Die Entwicklung der Brand- und Mahdflächen ist in y/z-Richtung entsprechend der stärkeren Brandwirkung stärker divergierend als bei BS.

Die Figur 30 zeigt die Entwicklungsgeschwindigkeit der drei Versuchsflächen im Vergleich.

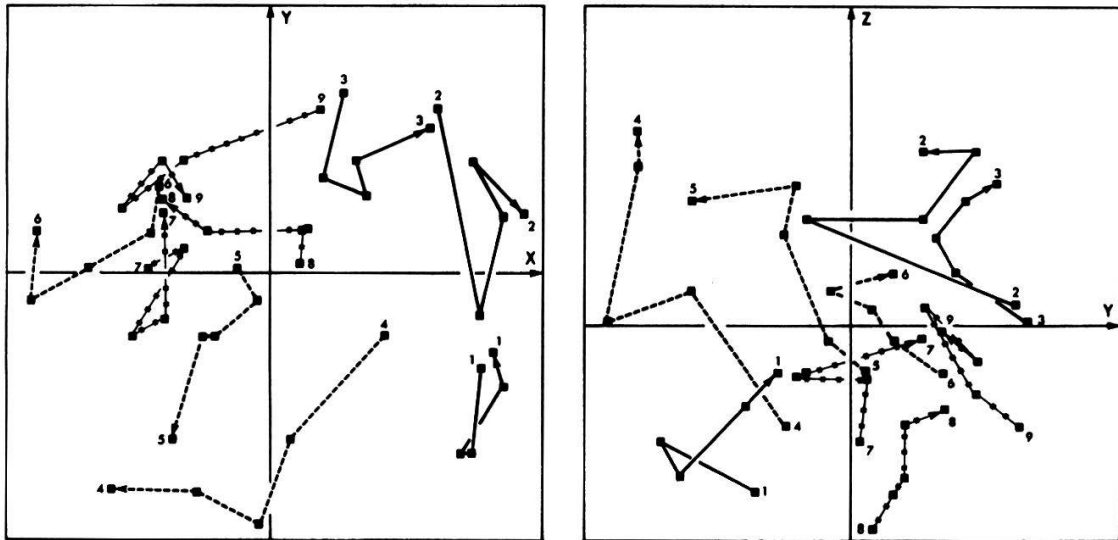


Fig. 25. Ordination von 45 Vegetationsaufnahmen der 9 Dauerquadrate zu 1 m² in der Versuchsfläche BS in den Jahren 1975 bis 1979, Hauptachsen X, Y und Z. - *Ordination of 45 relevés on 9 1 m²-permanent squares in the experimental plot BS in the years 1975 to 1979, main axes X, Y, and Z.*

■—■ = Brachfläche - area without management, ■---■ = Mahdfläche - cut area, ■-·-·■ = Brandfläche - burnt area. 1-9 = Nummern der Dauerquadrate - numbers of permanent squares. Pfeilrichtung - direction of arrow = Jahresabfolge 1975 bis 1979 - sequence of the years 1975 to 1979.

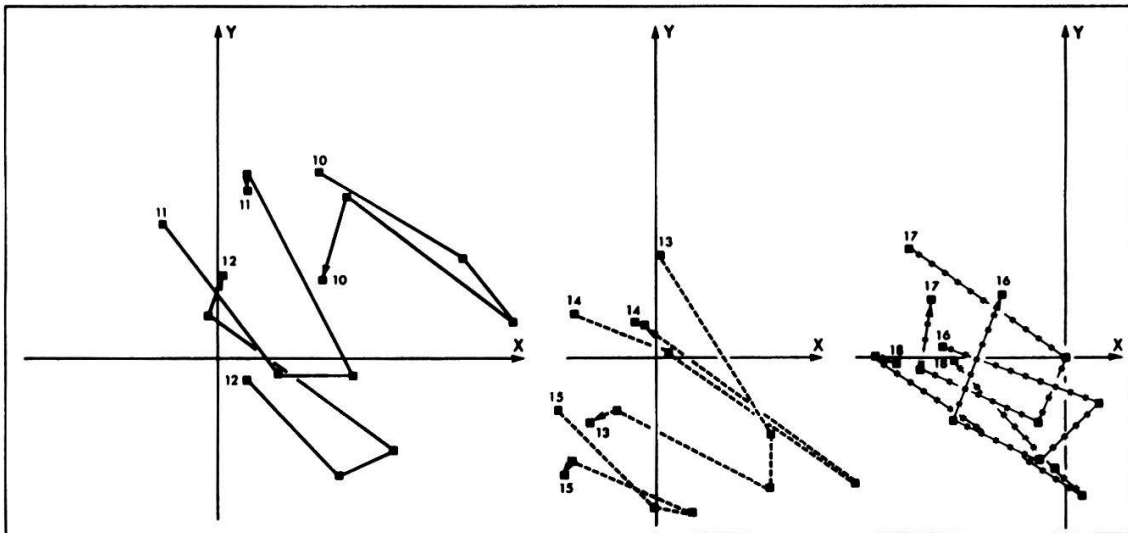


Fig. 26. Ordination von 45 Vegetationsaufnahmen der 9 Dauerquadrate zu 1 m² in der Versuchsfläche BL in den Jahren 1975 bis 1979, Hauptachsen X und Y. Separate Darstellung der unterschiedlich bewirtschafteten Flächen. - *Ordination of 45 relevés on 9 1 m²-permanent squares in the experimental plot BL in the years 1975 to 1979, main axes X and Y. Separate figure for the differently managed permanent squares.*

■—■ = Brachfläche - area without management, ■---■ = Mahdfläche - cut area, ■-·-·■ = Brandfläche - burnt area. 10-18 = Nummern der Dauerquadrate - numbers of permanent squares. Pfeilrichtung - direction of arrow = Jahresabfolge 1975 bis 1979 - sequence of the years 1975 to 1979.

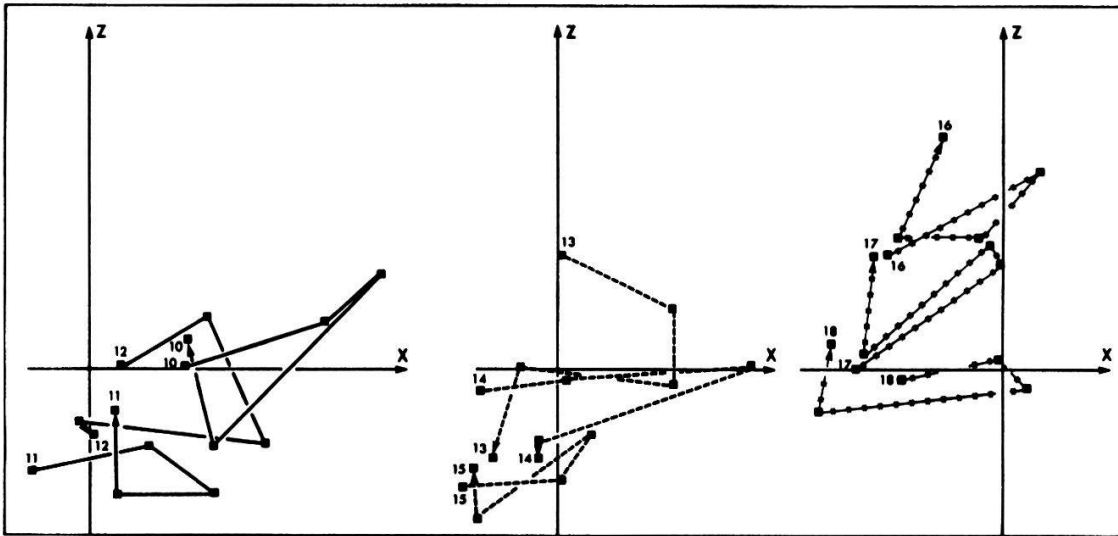


Fig. 27. Ordination von 45 Vegetationsaufnahmen der 9 Dauerquadrate zu 1 m² in der Versuchsfläche BL in den Jahren 1975 bis 1979, Hauptachsen X und Z. Separate Darstellung der unterschiedlich bewirtschafteten Flächen. - *Ordination of 45 relevés on 9 1 m²-permanent squares in the experimental plot BL in the years 1975 to 1979, main axes X and Z. Separate figure for the differently managed permanent squares.*

■—■ = Brachfläche - area without management, ■---■ = Mahdfläche - cut area, ■-*-■ = Brandfläche - burnt area. 10-18 = Nummern der Dauerquadrate - numbers of permanent squares. Pfeilrichtung - direction of arrow = Jahresabfolge 1975 bis 1979 - sequence of the years 1975 to 1979.

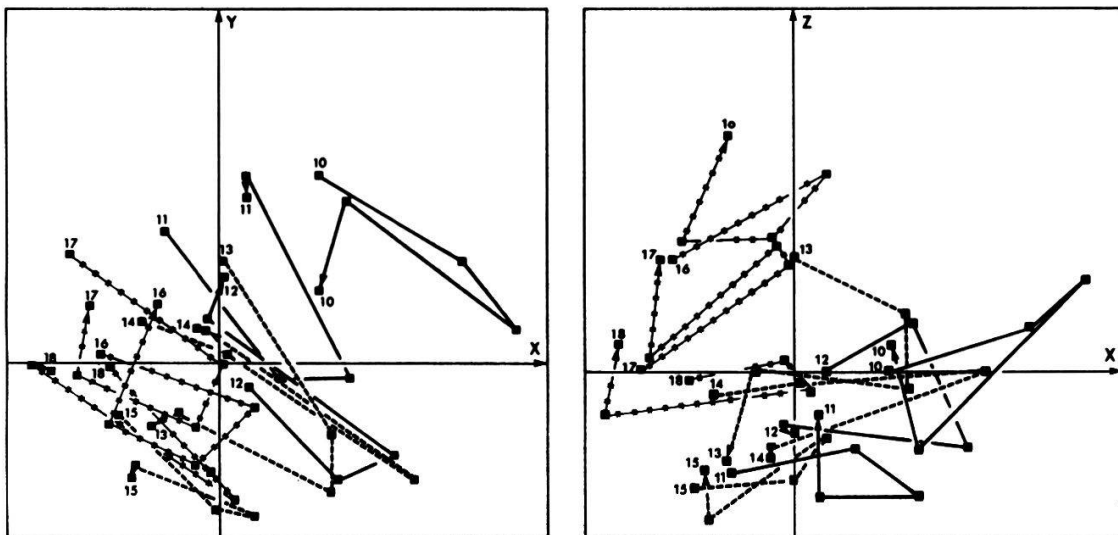


Fig. 28. Ordination von 45 Vegetationsaufnahmen der 9 Dauerquadrate zu 1 m² in der Versuchsfläche BL in den Jahren 1975 bis 1979, Hauptachsen X, Y und Z. - *Ordination of 45 relevés on 9 1 m²-permanent squares in the experimental plot BL in the years 1975 to 1979, main axes X, Y, and Z.*

■—■ = Brachfläche - area without management, ■---■ = Mahdfläche - cut area, ■-*-■ = Brandfläche - burnt area. 10-18 = Nummern der Dauerquadrate - numbers of permanent squares. Pfeilrichtung - direction of arrow = Jahresabfolge 1975 bis 1979 - sequence of the years 1975 to 1979.

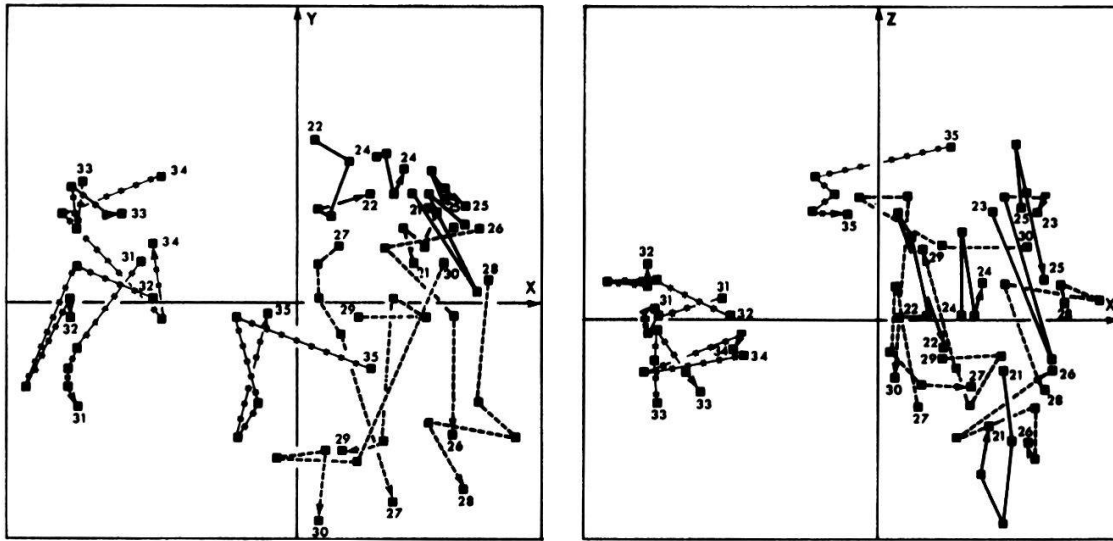


Fig. 29. Ordination von 75 Vegetationsaufnahmen der 15 Dauerquadrate zu 1 m² in der Versuchsfläche BM in den Jahren 1975 bis 1979, Hauptachsen X, Y und Z. - *Ordination of 75 relevés on 1 m²-permanent squares in the experimental plot BM in the years 1975 to 1979, main axes X, Y, and Z.*

■—■ = Brachfläche - *area without management*, ■---■ = Mahdfläche - *cut area*, ■-*-■ = Brandfläche - *burnt area*. 21-35 = Nummern der Dauerquadrate - *numbers of permanent squares*. Pfeilrichtung - *direction of arrow* = Jahresabfolge 1975 bis 1979 - *sequence of the years 1975 to 1979*.

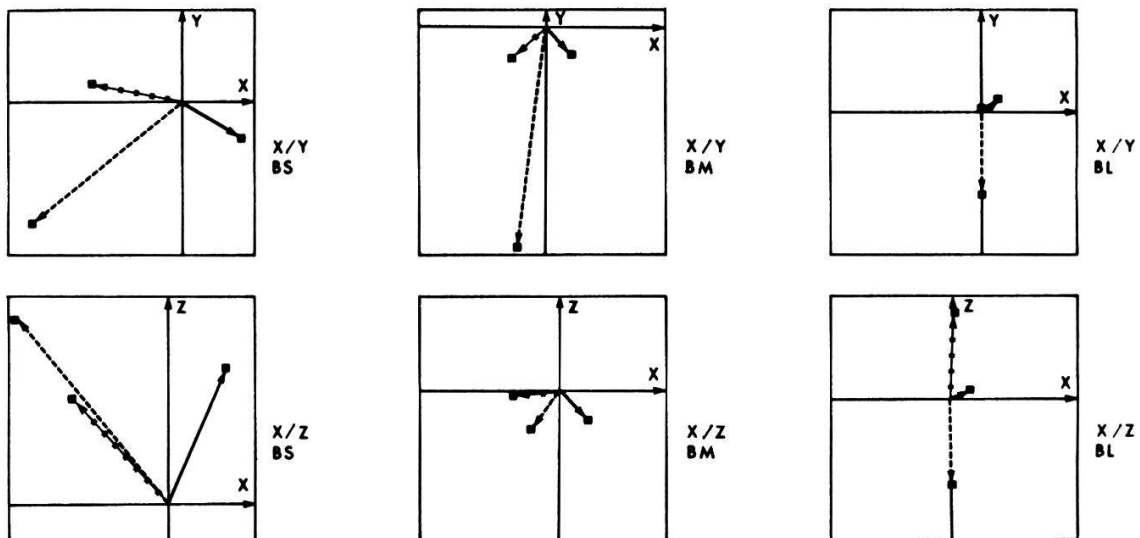


Fig. 30. Richtungstrends der Vegetationsveränderungen der Versuchsflächen BS, BL und BM in den Jahren 1975 bis 1979, Vektorsummen gleichartig bewirtschafteter Dauerquadrate auf den jeweiligen Nullpunkt der Ordination bezogen. - *Trends of vegetation changes in the experimental plots BS, BL, and BM in the years 1975 to 1979. The vector sums of the equally managed permanent squares are related to the respective neutral point of the ordination.*

■—■ = Brachfläche - *area without management*, ■---■ = Mahdfläche - *cut area*, ■-*-■ = Brandfläche - *burnt area*. Pfeilrichtung - *direction of arrow* = Jahresabfolge 1975 bis 1979 - *sequence of the years 1975 to 1979*.

4.4. DIE EINWANDERUNGSDYNAMIK VON GEHÖLZPFLANZEN

Das vollständige Ausbleiben der Bewirtschaftung der Magerwiesen über Jahre bewirkt den Ablauf einer Sukzessionsfolge, die Verbrachung als Umwandlung der Wiese zum Wald. Neben der Bildung einer Streueauflage ist das augenfälligste Merkmal von brachgefallenen Flächen meist die Zunahme von Gehölzpflanzen. Im Untersuchungsgebiet war in den vergangenen Jahrzehnten der Einfluss der Beweidung sehr gering. Demzufolge treten weideresistente Sträucher wie *Juniperus communis* und *Rosa spec.* zumeist weniger stark in Erscheinung. Aufgrund der Vegetationstabelle 1976/77 sind auf den trockenen bis wechsellrockenen Standorten im Untersuchungsraum als Pioniergehölze die in der Tabelle 11 aufgeführten Arten von Bedeutung.

Die Einwanderung der verschiedenen Gehölzarten unterscheidet sich folgendermassen: Auf den nährstoffarmen Standorten der Einheiten III und IV vermögen sich in den Lücken der Vegetations- und der Streueschicht *Pinus silvestris* und *Juniperus communis* als konkurrenzschwache, lichtbedürftige, aber stresstolerante (Trockenheit und Nährstoffarmut) Arten zu behaupten. Ähnlich, aber mit geringerer Frequenz verhält sich *Picea excelsa*. *Fraxinus excelsior*, *Quercus sp.*, *Evonymus europaea*, *Fagus silvatica* und *Corylus avellana* meiden die dichten, wechsellrockenen Böden der Einheit III. Die letzten beiden Arten beschränken sich auf die Standorte der Einheit IV in älteren Brachen. Dominierend auf allen Standorten treten *Cornus sanguinea*,

Tab. 11. Pioniergehölze auf den *Mesobromion*-Standorten im Untersuchungsraum mit Angabe der Frequenz in Kraut- und Strauchschicht aus den 195 Vegetationsaufnahmen 1976/77.

Pioneer copses on Mesobromion sites in the study region. Frequency in the herb layer and the shrub layer in the 195 relevés 1976/77 is indicated.

Art	Frequenz	Art	Frequenz
<i>Cornus sanguinea</i>	34.4%	<i>Acer pseudoplatanus</i>	13.8%
<i>Crataegus monogyna</i>	26.2%	<i>Fraxinus excelsior</i>	11.8%
<i>Prunus spinosa</i>	24.1%	<i>Sorbus aria</i>	11.3%
<i>Ligustrum vulgare</i>	21.5%	<i>Picea excelsa</i>	8.7%
<i>Viburnum lantana</i>	19.0%	<i>Evonymus europaea</i>	6.2 %
<i>Pinus silvestris</i>	16.4%	<i>Juniperus communis</i>	6.2%

Prunus spinosa, *Crataegus monogyna* und *Ligustrum vulgare* als Pioniersträucher auf.

Vereinfacht lassen sich bei den Pioniergehölzen drei Strategie-Typen unterscheiden:

1. lichtbedürftige, lückenbesiedelnde Arten, Verbreitung durch Samen
2. schattenertragende Arten, Verbreitung durch Samen
3. ausläufertreibende Arten.

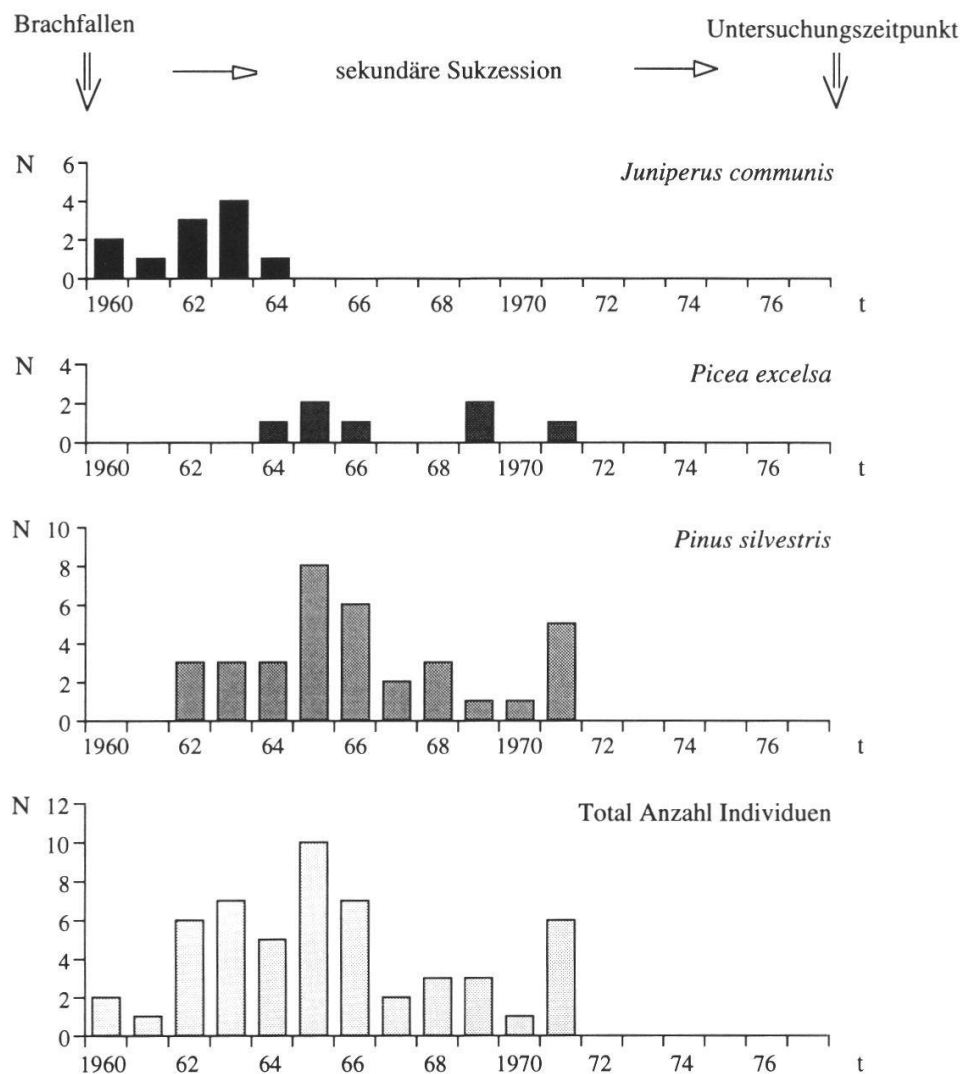


Fig. 31. Anzahl (N) neu aufwachsender Individuen der Nadelholzarten *Juniperus communis*, *Picea excelsa* und *Pinus silvestris* (nur Nadelhölzer vorhanden) in Abhängigkeit der Zeit (t, Jahrgang) seit dem Brachfallen (1960) am Standort BG, Bagen.

Number (N) of newly appearing individuals of the coniferous species *Juniperus communis*, *Picea excelsa*, and *Pinus silvestris* (site containing conifers only), in relation to the time (t, year of germination) since the site BG, Bagen, was left without management (1960).

Die Dynamik von unterschiedlichen Sukzessionsabläufen zeigte sich in der Gehölzentwicklung auf den Versuchsflächen BG, Barga, und MG, Meris-
hausen (Lage der Versuchsflächen vgl. Fig. 5 und 6).

Das Aufhören der Bewirtschaftung (Mahd) bei Standort BG, Barga, erfolgte
um das Jahr 1960. Zum Zeitpunkt der Untersuchung lag die Fläche ca. 18

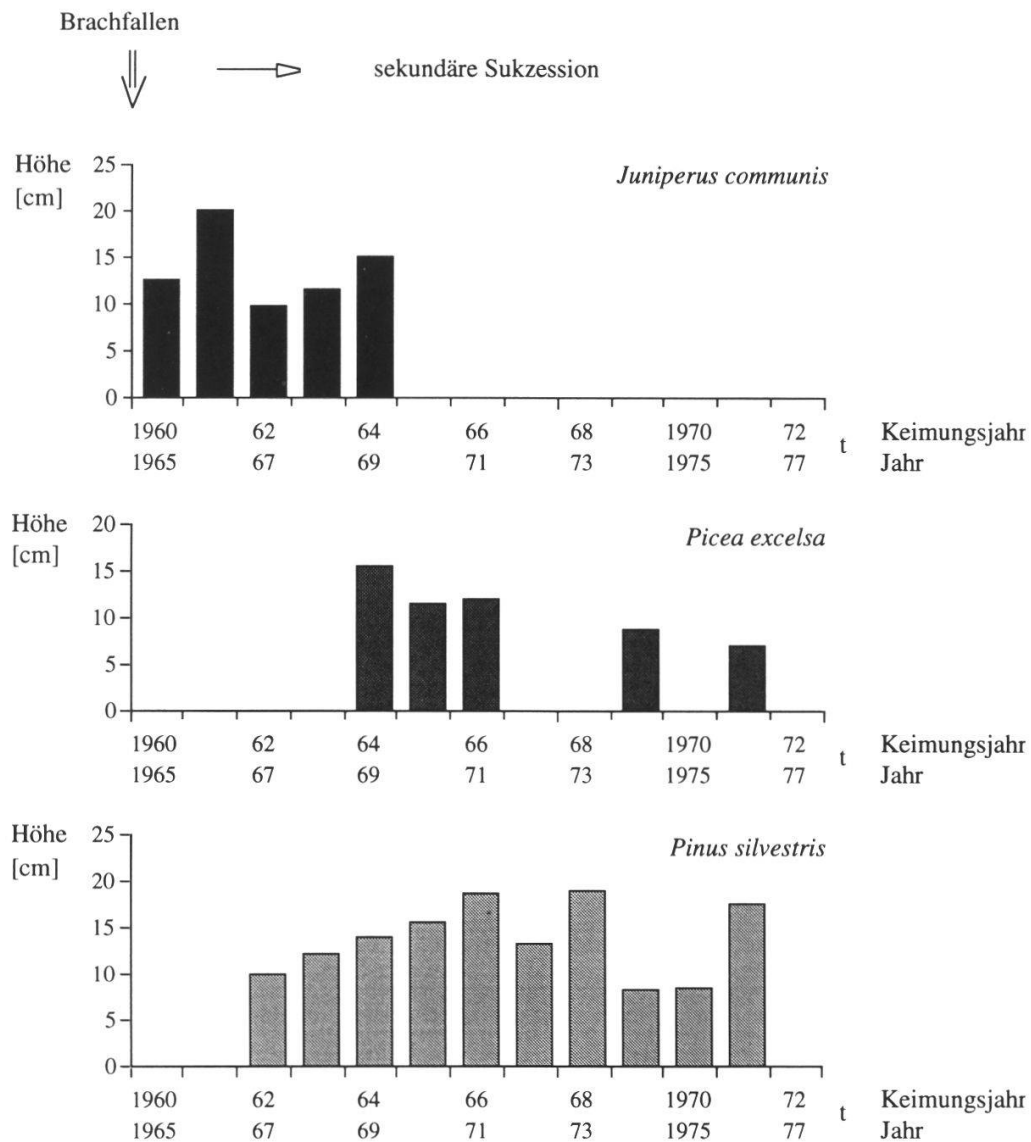


Fig. 32. Mittlere Wuchshöhe der Nadelholzarten *Juniperus communis*, *Picea excelsa* und *Pinus silvestris* nach 5 Lebensjahren in Abhängigkeit vom Zeitpunkt des Keimens (t, Jahrgang) am Standort BG, Barga.

Mean height of growth of the coniferous species *Juniperus communis*, *Picea excelsa*, and *Pinus silvestris* at the age of 5 years, in relation to the time of germination (t, year of germination) on the site BG, Barga.

Jahre lang brach. Das Erscheinen sich behauptender Gehölze war auffälligerweise auf eine wenige Jahre dauernde Periode beschränkt (Fig. 31). *Juniperus communis* erschien zuerst und nur in den ersten fünf Jahren der Verbrachung. *Picea excelsa* konnte erst nach vier Jahren nachgewiesen werden. Während acht Jahren fand sie geeignete Bedingungen für das Aufwachsen (ev. im Schutz der anderen Arten). *Pinus silvestris* konnte zwei Jahre nach Beginn der Verbrachung festgestellt werden. Keimende Jungpflanzen fanden dann für ca. zehn Jahre geeignete Bedingungen, um sich durchzusetzen. Zwölf Jahre nach der Brachlegung konnten infolge des dichten Streuefilzes, der Beschattung und Konkurrenz keine weiteren Lichtholzarten mehr erscheinen.

Innerhalb dieser Zeitspanne hat sich weitgehend eine Artengarnitur der Gehölze wie im angrenzenden Pionierwaldbestand aufgebaut. Sie entspricht dem *Brachypodio-Pinetum*. Aus der "Grasphase" (mit geringem Anteil an

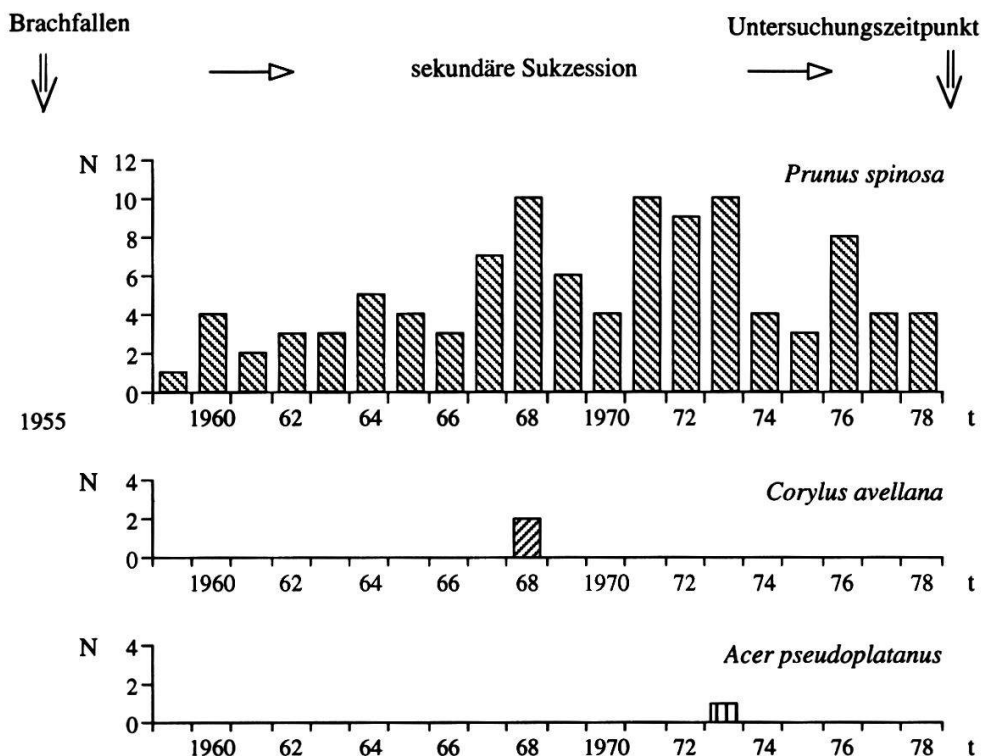


Fig. 33. Anzahl (N) neu aufwachsender Sprosse der Laubholzarten *Prunus spinosa*, *Corylus avellana* und *Acer pseudoplatanus* (nur Laubhölzer vorhanden) in Abhängigkeit der Zeit (t, Jahrgang) seit dem Brachfallen (1955) am Standort MG, Merishausen.
*Number (N) of newly appearing shoots of the deciduous species *Prunus spinosa*, *Corylus avellana*, and *Acer pseudoplatanus* (site containing deciduous shrubs and trees only), in relation to the time (t, year of germination) since the site MG, Merishausen, was left without management (1955).*

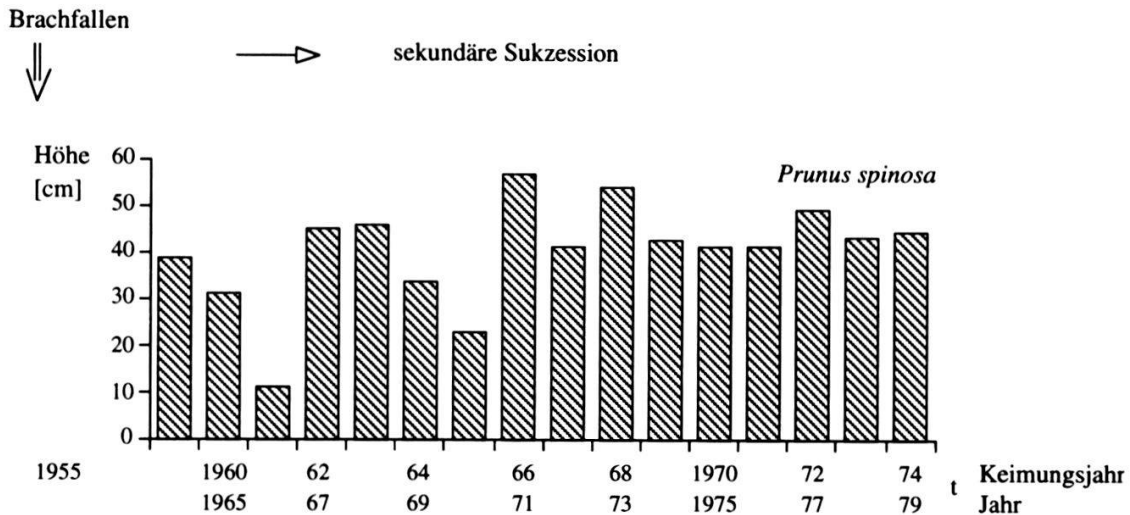


Fig. 34. Mittlere Wuchshöhe der Sprosse von *Prunus spinosa* nach 5 Lebensjahren in Abhängigkeit vom Zeitpunkt des Keimens (t, Jahrgang) am Standort MG, Merishausen.
*Mean height of growth of the *Prunus spinosa* shoots at the age of 5 years, in relation to the time of germination (t, year of germination) on the site MG, Merishausen.*

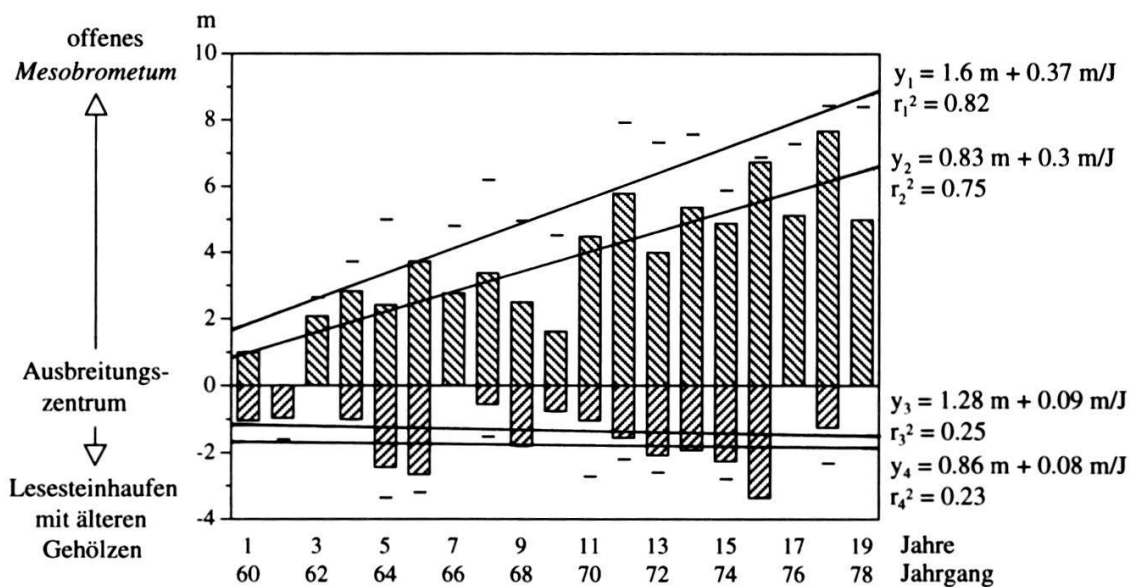


Fig. 35. Ausbreitungsgeschwindigkeit der Sprosse von *Prunus spinosa* vom Ausbreitungszentrum (1959) in Abhängigkeit der Zeit (t, Jahrgang) am Standort MG, Merishausen.
*Speed of dispersal of *Prunus spinosa* shoots from the dispersal centre (1959), in relation to the time (t, year of germination) on the site MG, Merishausen.*

▨ = Mittelwert/Jahr in Ausbreitungsrichtung Mesobrometum - mean value/year in the direction of dispersal of Mesobrometum, ▤ = Mittelwert/Jahr in Ausbreitungsrichtung Lesesteinhäufen - mean value/year in the direction of dispersal of pile of stones, - = Maximalwert/Jahr - maximum value/year. Lineare Regressionen - linear regressions: y_1 für Maximalwerte und y_2 für Mittelwerte in Richtung Mesobrometum - y_1 for maximum values and y_2 for mean values in the direction of Mesobrometum, y_3 für Maximalwerte und y_4 für Mittelwerte in Richtung Lesesteinhäufen - y_3 for maximum values and y_4 for mean values in the direction of pile of stones, r^2 = Bestimmtheitsmass - measure of confidence.

Stauden) ist gemäss der Terminologie von SURBER et al. (1973) direkt eine (Pionier-)Waldphase entstanden. Am schnellsten wuchsen die Waldföhren, in deren Schatten langsam die Fichten nachkamen (Fig. 32).

Völlig anders verlief die Verbuschung bei Standort MG, Merishausen, welcher vor 1959 nicht mehr bewirtschaftet wurde. In der Nähe eines Lesesteinhaufens befindet sich das Ausbreitungszentrum eines Polykormones von *Prunus spinosa*. Dieser breitete sich bei Annahme einer "linearen" Progression jährlich im Mittel um 30 cm (Fig. 35) gegen die offene, noch nicht verbuschte Fläche aus (vgl. z.B. auch KOLLMANN 1992).

Innerhalb des *Prunus spinosa*-Bestandes vermochten sich vorläufig nur einzelne andere Holzpflanzen wie *Corylus avellana* und *Acer pseudoplatanus* zu etablieren (Fig. 33 und 34).

Im Verlauf der Sukzessionsfolge erschien somit nach der Grasphase eine Gebüschphase, deren Zusammensetzung von der Waldphase (*Carici-Fagetum*) wesentlich verschieden war.

Während die Flächenverteilung von verbuschten und nicht verbuschten Bereichen bei Standort BG sich nach einigen Jahren (vorübergehend) stabilisiert hat, fand bei Standort MG ein langsamer, aber fortdauernder Abbau der Wiesengesellschaften (*Mesobromion*) zugunsten der Gebüschgesellschaften (*Berberidion*) statt. Bei beiden Standorten waren jedoch mosaikartig nebeneinander verbuschte und unverbuschte Teilflächen vorhanden, deren Arten- und Pflanzengarnituren sich im Laufe der Verbrachung immer stärker unterschieden.