©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

Bayer. Bot. Ges.	58	153–177	31. Dezember 1987	ISSN 0373–7640

Phänologische Beobachtungen auf Streuwiesen unter Berücksichtigung des Nutzungseinflusses (Rothenrainer Moorgebiet bei Bad Tölz)

Von **J. Weber**, München und **J. Pfadenhauer**, Freising

1. Einleitung

Überaus hohe Flächenverluste und schwerwiegende Beeinträchtigungen haben die artenreichen Streuwiesen des Alpenvorlandes zu einem Schwerpunktthema im Naturschutz gemacht. Ihr hoher Schutzwert ist sowohl durch Kriterien des Artenschutzes wie auch durch erweiterte Kenntnisse ihrer Bedeutung als Entlastungs- und Ausgleichssysteme im Landschaftshaushalt (HABER 1971, RINGLER 1977) bestimmt.

Dennoch gibt es Unklarheiten über Art und Wirkung von Schutz- und Pflegemaßnahmen. Nachdem die herbstliche Streumahd oft unrentabel geworden ist, muß der Einfluß anderer Bewirtschaftungsformen (z. B. Frühmahd zur Futtergewinnung oder Schnitt in mehrjährigem Rhythmus) sowie der häufig beobachteten Verbrachung auf Charakter und Funktion dieser Ökosysteme analysiert werden. In jüngster Zeit erfordern Tendenzen zur Stillegung meliorierter Flächen sinnvolle Renaturierungsmaßnahmen. In all diesen Fällen ist es notwendig, die Reaktionen (Lebensäußerungen) der beteiligten Pflanzenarten auf veränderte Umweltbedingungen zu kennen. Die Erforschung ihrer Lebensrhythmen mit Hilfe der Phänologie ist dabei von elementarer Bedeutung und darüberhinaus für die Ökologie der Flachmoore von grundlegendem Interesse.

Während mit dem Begriff „Phänologie" (Erscheinungslehre) im allgemeinen die Beobachtungen einzelner Arten im Dienste von Klimatologie und Landwirtschaft verbunden wird, gibt es seit Beginn dieses Jahrhunderts auch Ansätze zur Beobachtung ganzer Pflanzengemeinschaften, also einer „Symphänologie" (DIERSCHKE 1972, TÜXEN & WOJTERSKA 1977). Nach Hinweisen aus einer mehrjährigen Studie in Halbtrockenrasen (KRÜSI 1981) können phänologische Daten dazu beitragen, das Verhalten von Pflanzenarten zu prognostizieren. Im Rahmen eines Moorforschungsprogrammes (PFADENHAUER & RINGLER 1984, PADENHAUER 1986) untersucht vorliegender Beitrag die phänologischen Abläufe in regelmäßig genutzten und nicht genutzten Streuwiesen, um Aufschluß über die Lebenszyklen, ihre Beeinflussung durch Bewirtschaftungsmaßnahmen und über Prognosemöglichkeiten zu erhalten.

Für die Bereitstellung der Flächen und freundliche Auskunft sei den betreffenden Landwirten und Grundbesitzern gedankt.

2. Untersuchungsgebiet

Die Beobachtungen erfolgten in den Rothenrainer Mooren ca. 45 km südlich von München in der Grundmoränenlandschaft des Ammer-Loisach-Hügellandes (Abb. 1). In der Zeit von Mitte Mai bis Ende Oktober 1984 wurde in 14tägigem Abstand die Entwicklung von drei gebiets- und naturraumtypischen Pflanzengesellschaften unterschiedlicher Trophie erfaßt. Ergänzende Erhebungen fanden Ende November und vor Beginn der nächsten Vegetationsperiode Anfang April statt. Die klimatischen Kennwerte (Abb. 2) belegen für das Beobachtungsjahr einen ungünstigen Witterungsverlauf, der einerseits das Wachstum negativ beeinflußte,

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

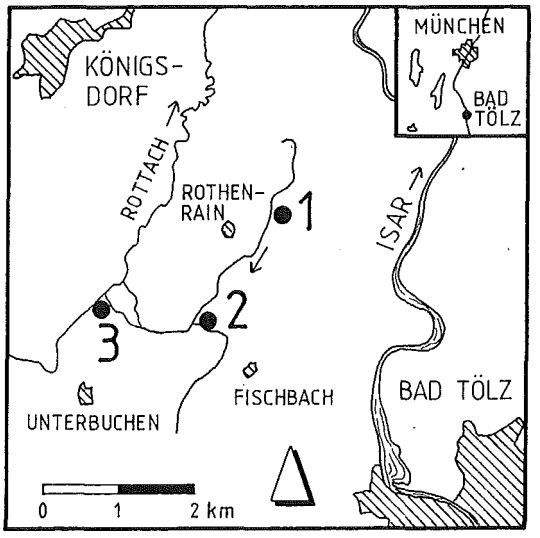
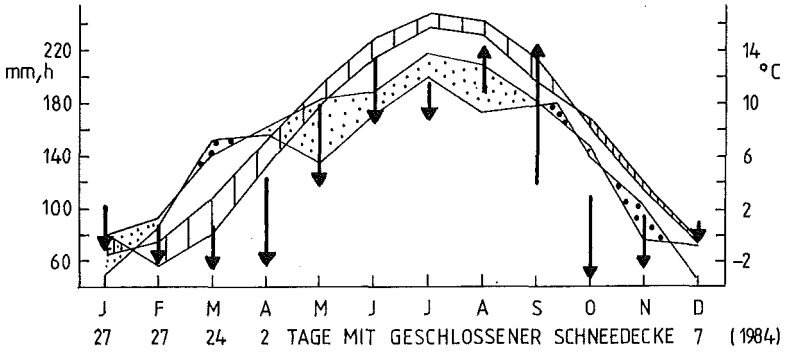


Abb. 1: Lage der Beobachtungsflächen

andererseits die phänologischen Beobachtungen durch häufige Niederschläge vor allem im Hoch- und Spätsommer erschwerte.

Alle Flächen liegen auf ca. 630 m NN in ebener, weiter Muldenlage ohne nennenswerte Horizonteinengung und werden nicht gedüngt. Für die Analyse der phänologischen Entwicklung wurden auf dem noch regelmäßig gemähten und auf dem angrenzenden ungenutzten Flurstück innerhalb einer 200 m²-großen Beobachtungsfläche jeweils 2 Parzellen von 1×5 m² Größe abgesteckt (Abb. 3).



MONATL.	NIEDERSCHLAGS-HÖHE	MITTEL-TEMPERATUR	SONNENSCHEIN-DAUER
ÜBERSCHUSS	↑		
DEFIZIT	↓		

JÄHRL.	SUMME [mm]	MITTEL [°C]	SUMME [h]
1951–76	1580	7,6	1730
1984	1320	6,7	1510

QUELLE: DEUTSCHER WETTERDIENST, METEOROLOGISCHE STATION BAD TÖLZ

Abb. 2: Vergleich der klimatischen Kennwerte des Beobachtungsjahres mit dem langjährigen Mittel

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

Standort 1: Kopfbinsenried (Primulo-Schoenetum trichophoretosum nach PREISS 1982) auf schwach saurem Niedermoor; hoher Grundwasserstand, Mahd jedes zweite Jahr; – Vergleichsfläche seit 10 bis 15 Jahren brach, Faulbaum sehr vereinzelt bis 50 cm Höhe.

Standort 2: Pfeifengraswiese (Gentiano-Molinietum caricetosum elatae nach PREISS 1982) auf schwach alkalischem, mäßig carbonathaltigem Gley; niedriger Grundwasserstand, jährliche Mahd; – Vergleichsfläche im Vorjahr nicht gemäht, davor jährliche Mahd, Brachezustand schon mehrere Jahre zurückliegend.

Standort 3: Steifseggenried (Caricetum elatae schoenetosum nach PREISS 1982) auf stark saurem Niedermoor; mäßig hoher Grundwasserstand, jährliche Mahd; – Vergleichsfläche seit 7 Jahren brach, Entwicklung zum Erlenbruch erkennbar (*Alnus glutinosa* zerstreut bis 2 m Höhe).

Die Anordnung der Beobachtungsflächen zeigt Abb. 3. Für die Fragestellung waren die brachliegenden Vergleichsflächen wichtig, um Zusammenhänge zwischen phänologischen Daten und Veränderungen im Pflanzenbestand zu prüfen. Deshalb wurden neben phänologischen Parametern auch übliche vegetationskundliche Schätzgrößen erhoben.

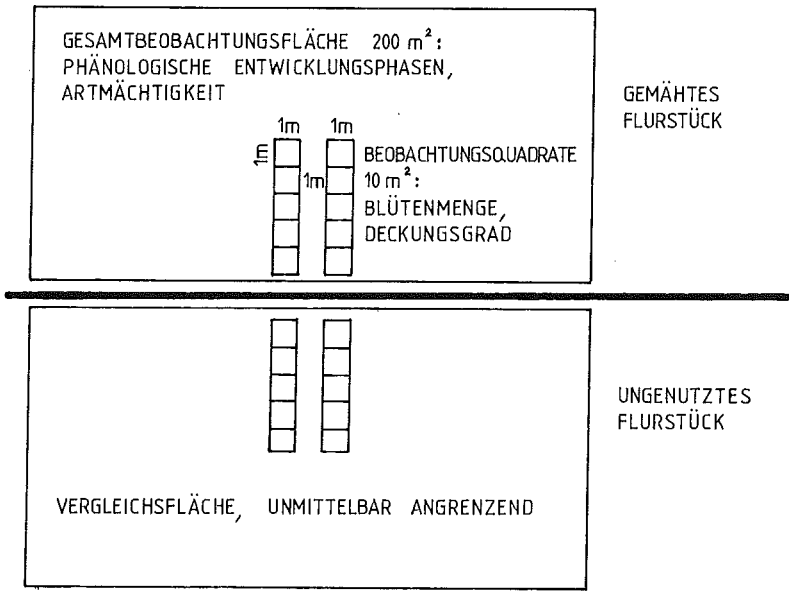


Abb. 3: Versuchsanordnung (Schemaskizze)

3. Methodik

1. Phänologische Entwicklungsphasen

Erhebung auf 200 m² in 14tägigem Abstand; Aufnahmeschlüssel nach DIERSCHKE (1972), verändert wie folgt (vgl. Abb. 5a): Vegetative Entwicklung: Schätzung als mittlere Phase der beobachteten Population, Beobachtung an vegetativen Sproßtypen/-teilen (überwiegender Biomasseanteil), Vergilbungsphasen erweitert. Generative Entwicklung: Schätzung der Phasenanteile der beobachteten Sprosse bzw. Einzelblüten, um Phasen der Samenverteilung erweitert und für die Darstellung vereinfacht.

2. Blütenmenge und Blütenfarbe

Erhebung auf 10 m² durch Auszählen geöffneter Blüten(stände) in 14tägigem Abstand und Multiplizieren mit artspezifischem Standart-Deckungsgrad (cm²) einer Blüteneinheit. Differenzierung der Blütenfarben nach gut unterscheidbaren Grundtönen (Abb. 7).

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

3. Artmächtigkeit

Einmalige Schätzung nach der Skala von BRAUN-BLANQUET (1964) auf 200 m² zum Zeitpunkt des Entwicklungsoptimums auf den gemähten und ungemähten Parzellen und Beurteilung des Unterschiedes (auch innerhalb der Skalenstufen nach Augenschein).

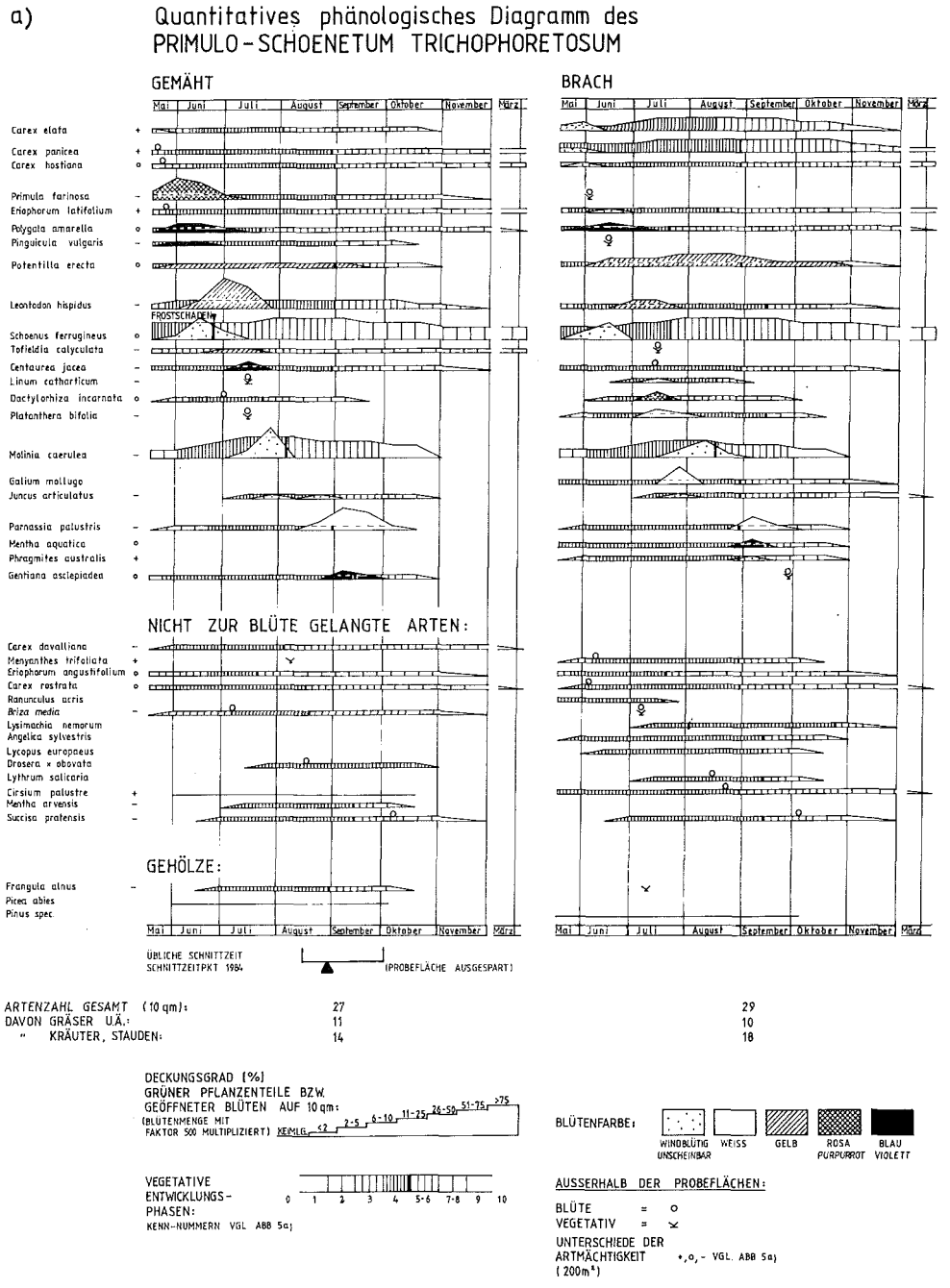
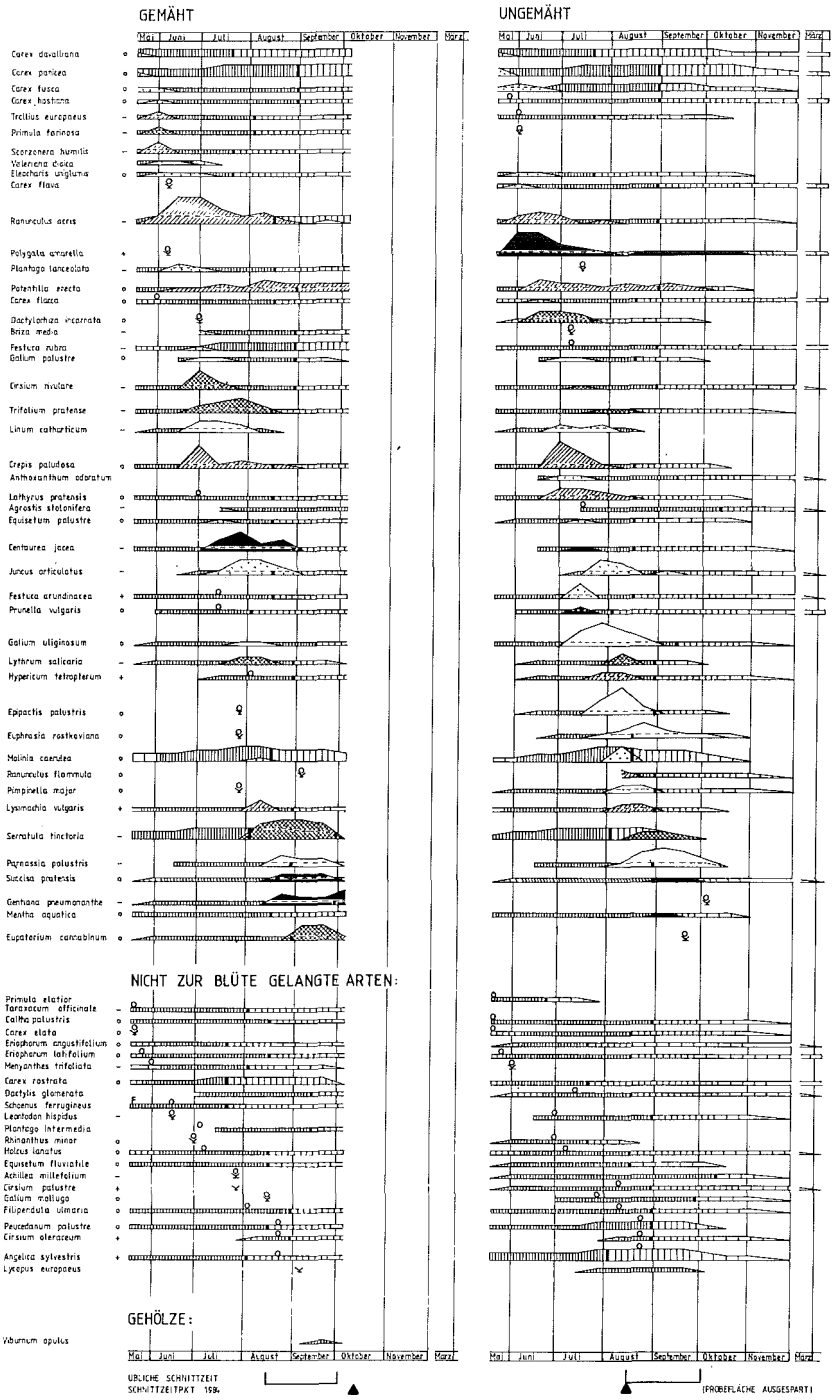


Abb. 4: Quantitative phänologische Diagramme

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

b) Quantitatives phänologisches Diagramm des GENTIANO-MOLINIETUM CARICETOSUM ELATAE

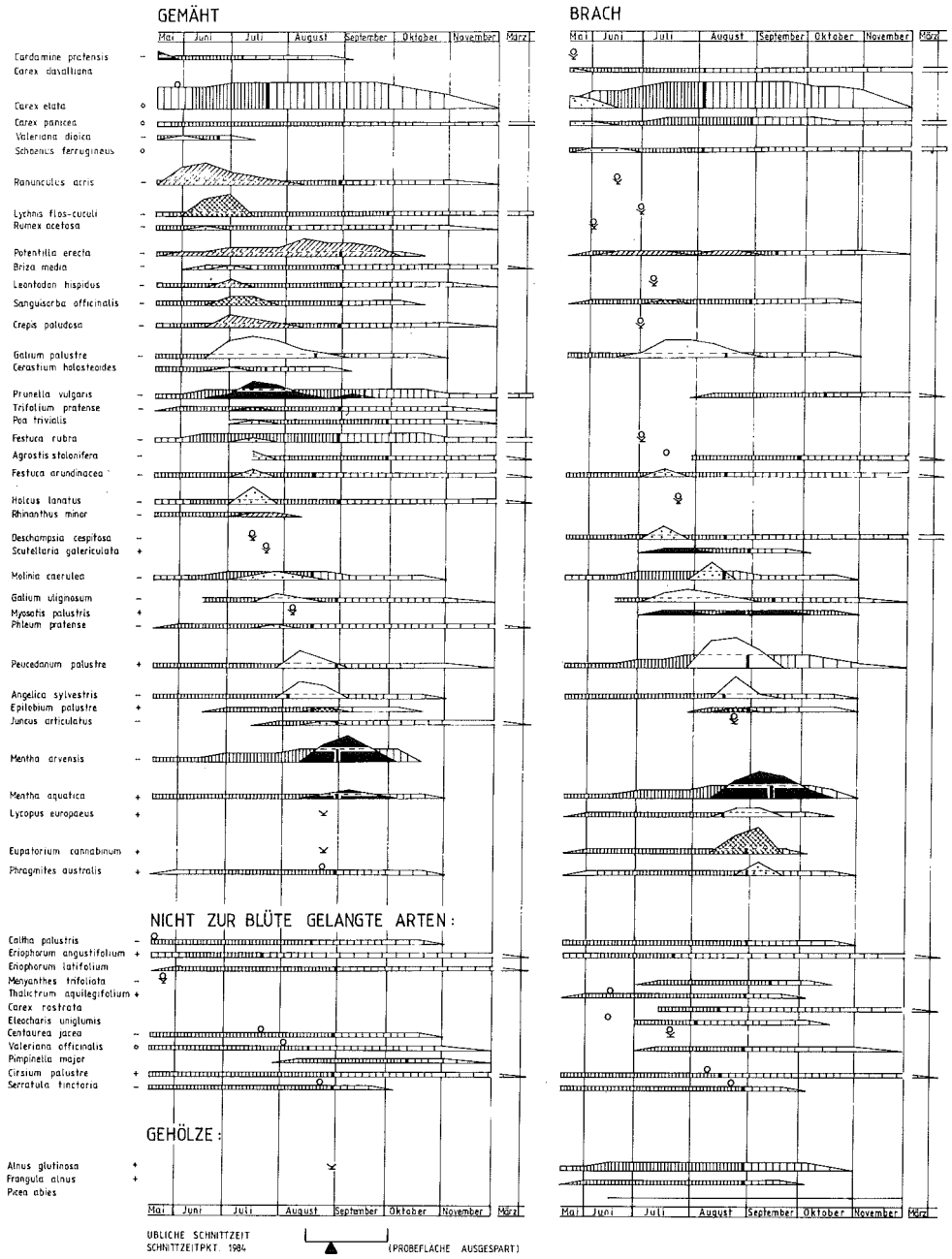


ARTENZAHL GESAMT (10 qm):	54	58
DAVON GRÄSER U.Ä.:	18	18
" KRÄUTER, STAUDEN:	35	40

LEGENDE VGL. Abb 4a)

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

c) Quantitatives phänologisches Diagramm des CARICETUM ELATAE SCHOENETOSUM



ARTENZAHL GESAMT (10 qm):	40	34
DAVON GRÄSER U.Ä.:	14	12
" KRÄUTER, STAUDEN:	26	19

LEGENDE VGL. Abb 4a)

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

4. Deckungsgrad

Schätzung der Deckung grüner Pflanzenteile in 14tägigem Abstand nach der Skala von DIERSCHKE (1972) auf 10 m² (vgl. Abb. 4a).

5. Aspektbildung

Notierung der Sproß- und Blütenaspekte in 14tägigem Abstand.

Dargestellt wurden die Ergebnisse als analytisch-qualitative Diagramme (Abb. 5) sowie unter Berücksichtigung der auf 10 m² erhobenen Parameter in analytisch-quantitativer Form (Abb. 4). Im Rahmen einer einjährigen Studie können die Einflüsse von Witterungsverlauf, endogener Populationsrhythmik und Repräsentanz (durch den notwendigen Schluß vom „Nebeneinander" auf das „Nacheinander") nicht abgeschätzt werden.

4. Ergebnisse und Diskussion

4.1 Jahreszyklus

Die untersuchten Streuwiesen durchlaufen einen relativ kurzen und gedrängten Jahreszyklus, was durch die Ungunst der Standortsfaktoren (Nährstoffarmut, Bodennässe, kalte Muldenlage) bedingt ist. Im Gegensatz zu Bergwiesen und alpinen Rasen mit ihrem beständigen Schneeschutz, aber auch zu frischen, ausreichend gedüngten Glatthaferwiesen (ELLENBERG 1982) behalten nur wenige Pflanzenarten überwinternd grüne Sproßteile. Dabei handelt es sich vorwiegend um Arten der Scheuchzerio-Caricetea nigrae mit Ordnungen und Verbänden, z. B. *Carex davalliana, C. flava, C. hostiana, C. panicea, Schoenus ferrugineus* und *Tofieldia calyculata.*

Der charakteristische braune Winteraspekt reicht etwa von Mitte Oktober bis Ende April, ähnlich wie in den kontinentaler getönten Streuwiesen der ČSSR (BALATOVA-TULACKOVA 1971). Ohne ausgeprägte, von nährstoffreichen Wiesengesellschaften des Calthion oder Arrhenatherion, aber auch aus trockenen Magerrasen und Laubwäldern bekannte Vor- und Erstfrühlingsaspekte setzen Anfang Mai das Wachstum und die Blühvorgänge (erste Seggenblüte) ein. Die Vegetationszeit umfaßt somit näherungsweise den Zeitraum mit einer Monatsmitteltemperatur von ≥ 8° C.

Demgegenüber liegt der Beginn der Vergilbung des Blattwerkes für knapp 90% der Arten bereits zwischen Mitte Juli und Ende August (Abb. 5); die nachfolgende Zeit wird häufig, wie an mehreren Beispielen nachgewiesen werden konnte (GANZERT & PFADENHAUER 1986, PFADENHAUER & ESKA 1986, PFADENHAUER & LÜTKE TWENHÖVEN 1986), zur Rückverlagerung von Nährstoffen in Speicherorgane genutzt und ist wichtig für die Vollendung der Lebensvorgänge. Auch während dieser langen Vergilbungsphase setzt sich das Blühen – wenngleich in vermindertem Umfang – fort. Viele Spätblüher schließlich beginnen ihre Blüten erst bei einsetzendem Welken der vegetativen Organe zu öffnen.

4.2 Nutzungsbedingte Unterschiede

Eine bereits länger bekannte Erscheinung in ungenutzten Streuwiesen ist der Artenschwund durch Verdrängung vieler kleinwüchsiger, konkurrenzschwacher Pflanzenarten. Im Kopfbinsen- und Steifseggenried sind nach Schätzung der Artmächtigkeit 50% bzw. 66% der Arten durch Brachfallen benachteiligt (Abb. 5). Die Verringerung der Artenzahl bedeutet auch einen – visuell leicht wahrnehmbaren – Verlust an Strukturvielfalt, der sich etwa aus der Veränderung der vorherrschenden Lebensformen ableiten läßt (Abb. 7c; bei Brache z. B. höherer Anteil von Horstpflanzen im Primulo-Schoenetum, geringerer von Rosettenpflanzen in allen Versuchsflächen). Soweit die Populationsgröße einen Vergleich erlaubte, zeigen die Rote-Liste-Arten (BayStMLU 1983) an mindestens einem der Fundorte durch Nutzungsaufgabe abnehmende Tendenz.

Phänologisch sind die brachliegenden Flächen, mit Einschränkung auch die ungemähte Pfeifengraswiese, durch eine für viele Arten 7 bis 14 Tage später einsetzende Entwicklung gekennzeichnet. Besonders deutlich wird dies bei Betrachtung der generativen und der Vergilbungs-

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

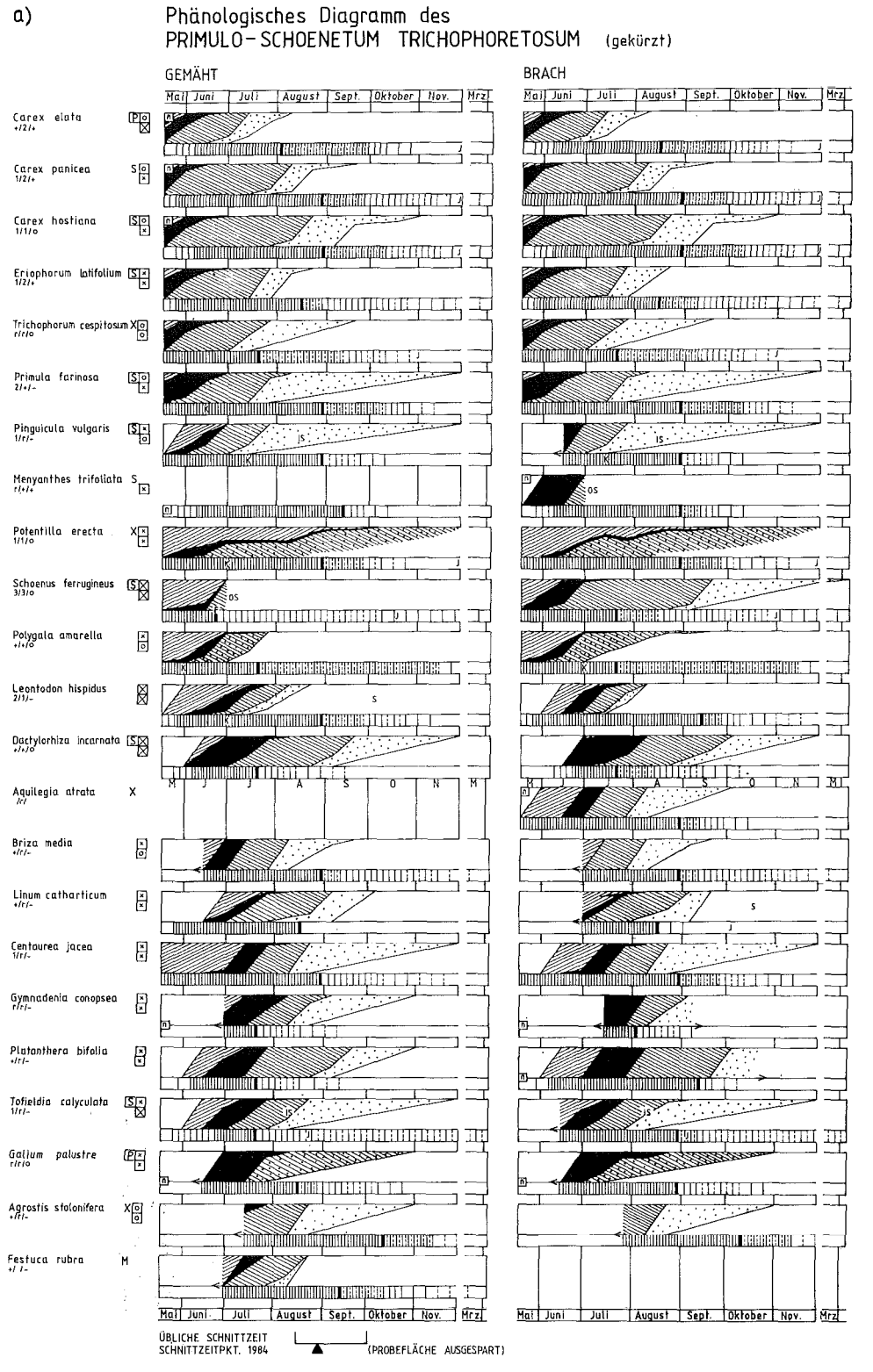
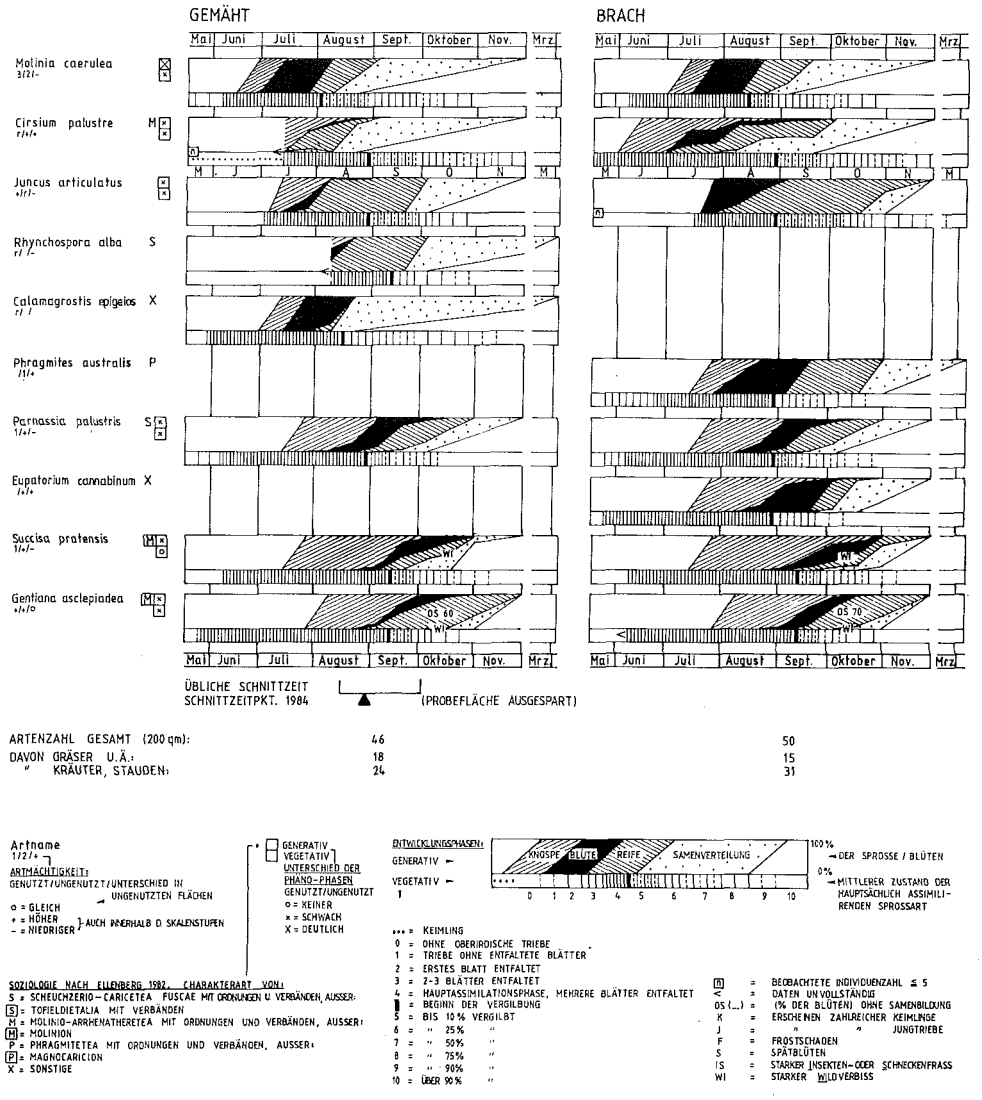


Abb. 5: Qualitative phänologische Diagramme

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at



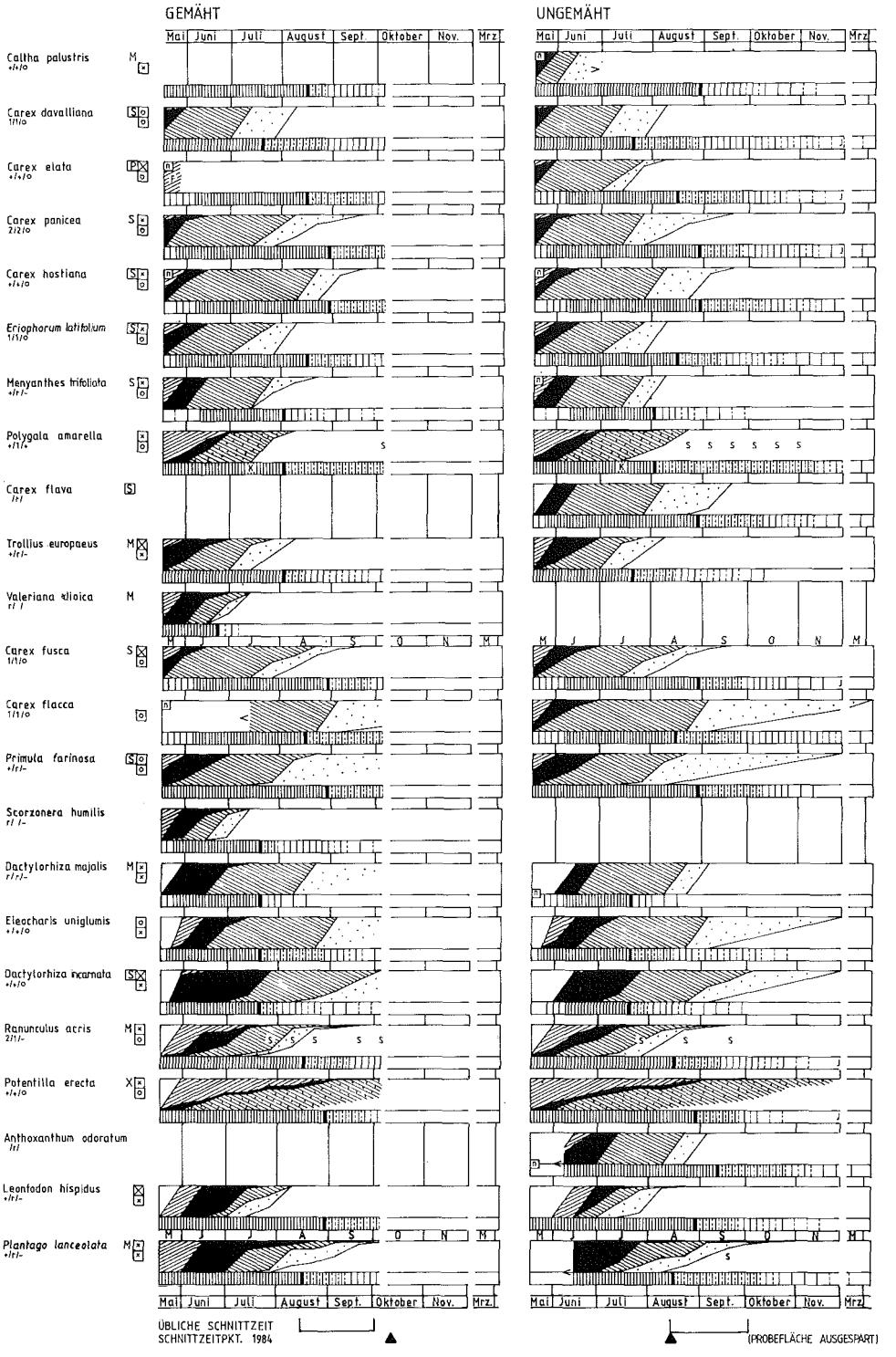
phasen: Im Mittel der drei Standorte zeigen 11 bis 15% der Arten verfrühte, 39 bis 51% gleichzeitige und 31 bis 44% verspätete Entwicklung (Abb. 4, 5). Eine der Ursachen dürfte in der Wirkung der Streuschicht liegen, die im Frühjahr eine rasche Erwärmung der dunklen Bodenoberfläche und somit den Wachstumsbeginn, im Spätsommer die Abkühlung des Bodens und die Absterbeprozesse verzögert. Daneben trägt im Frühjahr die zum Durchstoßen der Streuschicht notwendige Vorlaufzeit zur Verspätung bei. Der artenspezifische Überwinterungszustand bleibt von den beschriebenen Effekten unbeeinflußt. Auch sind keine Zusammenhänge zwischen veränderter phänologischer Entwicklung und der Stellung der jeweiligen Art in der saisonalen Blühabfolge oder im soziologischen System zu erkennen; die beobachteten Veränderungen sind jedoch als Ausdruck der Konkurrenzkraft zu werten (vgl. Abschnitt 4.5)

Die auffälligste, dem Landwirt und Moorkenner nicht unbekannte Entwicklung in brachfallenden Streuwiesen besteht in der Veränderung der Blühaspekte. Der vielfältige, bunte Blütenflor, der zahlreiche Insekten anzieht und den Erholungssuchende zu schätzen wissen, wird im Verlauf weniger Jahre drastisch reduziert. Aus den quantitativen Diagrammen (Abb. 4) ist der

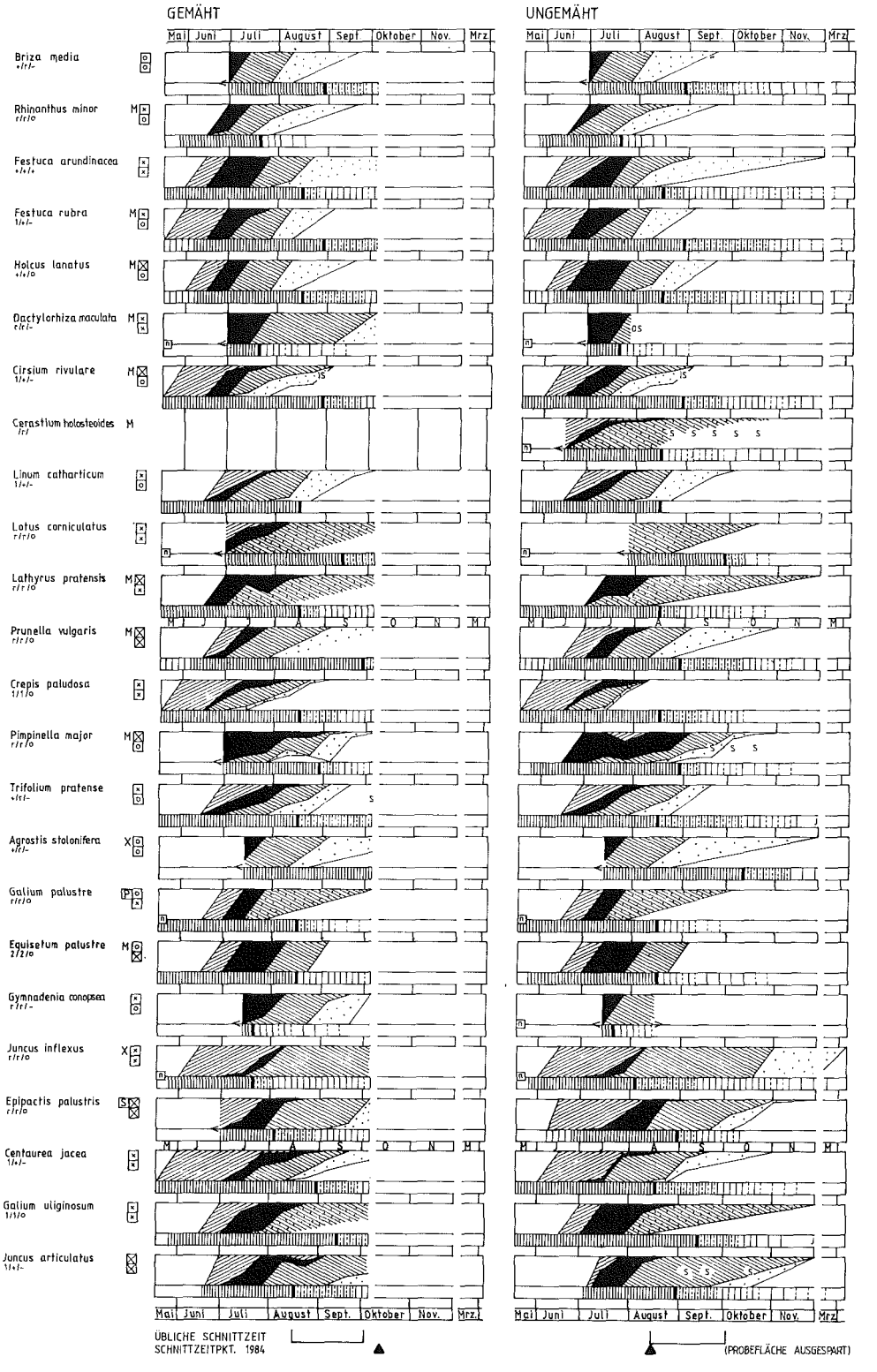
©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

b)

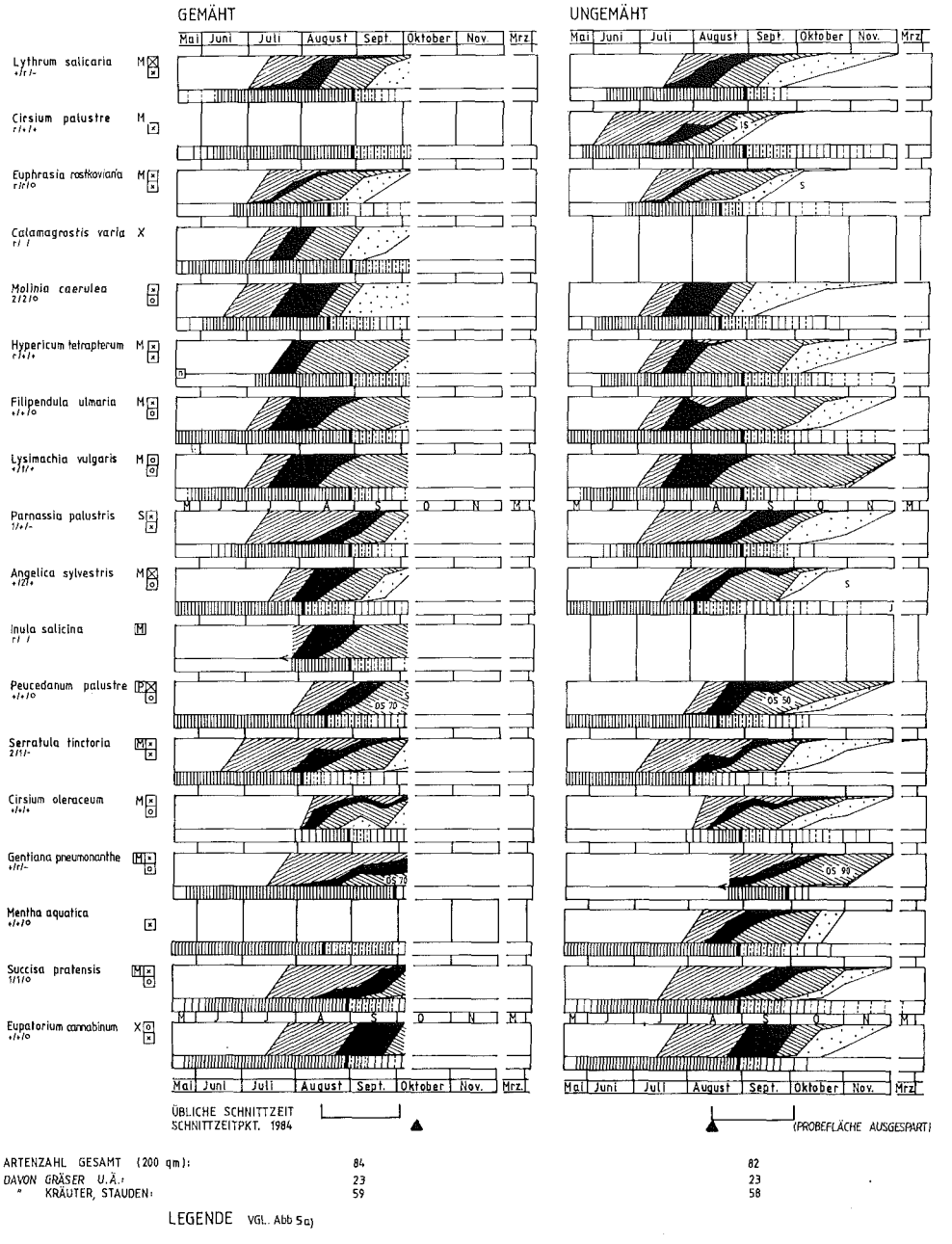
Phänologisches Diagramm des GENTIANO-MOLINIETUM CARICETOSUM ELATAE (gekürzt)



©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at



©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

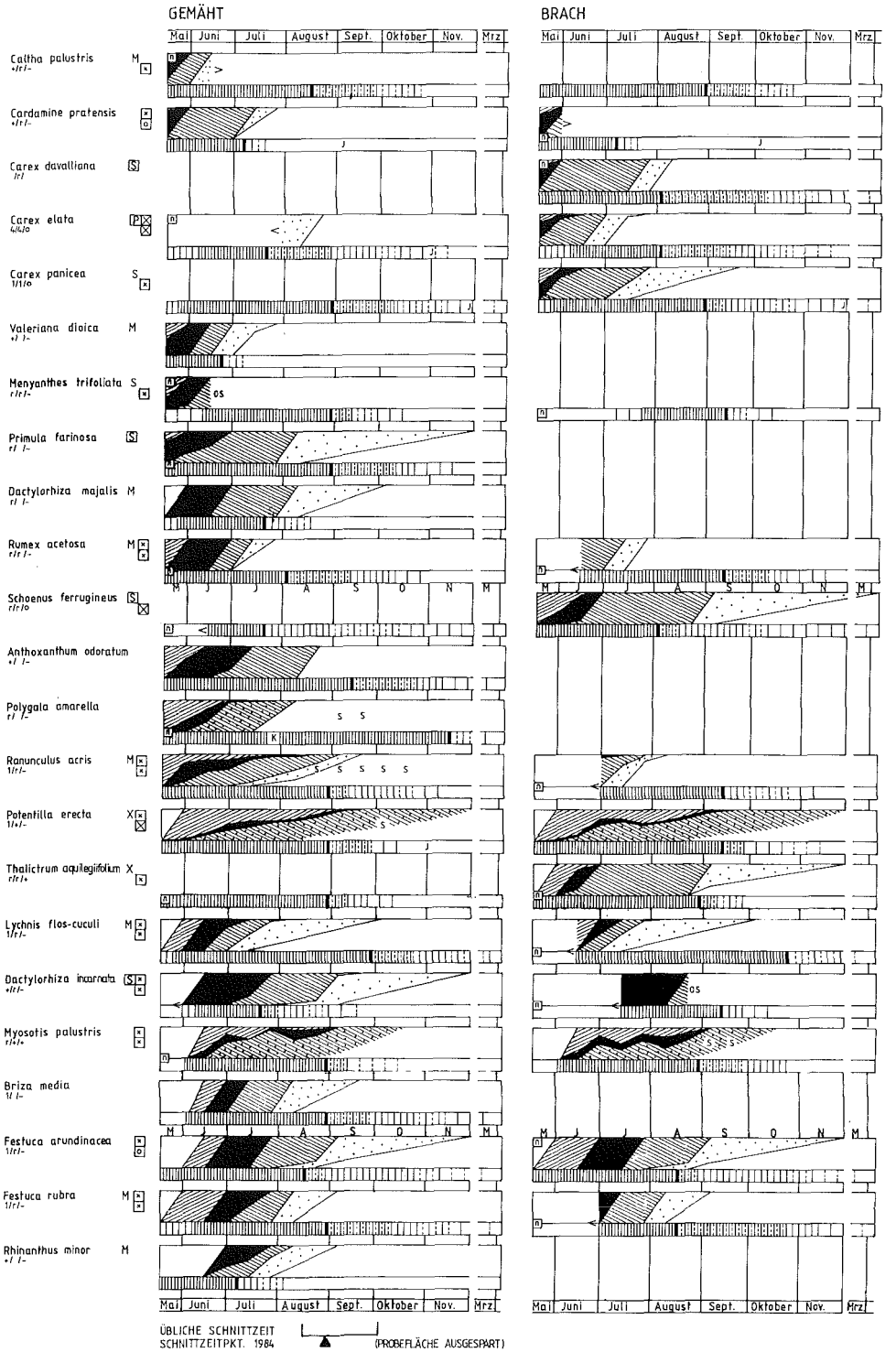


Rückgang typischer Aspektbildner wie *Primula farinosa, Leontodon hispidus, Parnassia palustris* oder *Serratula tinctoria* zu ersehen. Hingegen bringen die *Carex*-Arten häufig erst nach Einstellen der Nutzung ihre unscheinbaren Blüten hervor (vgl. Abb. 4: Mehr Blütenstände bei *Carex elata* im Primulo-Schoenetum und im Caricetum elatae). Zur Ausbildung deutlicher neuer Blütenaspekte kommt es nur im Großseggenried durch *Peucedanum palustre, Eupatorium cannabinum* und *Mentha aquatica* (Abb. 5c). Die Entwicklung der Pfeifengraswiese als blütenreichste Gemeinschaft (Standort 2) ist aufgrund der abweichenden Nutzungsgeschichte schwer zu interpretieren. Vermutlich schwächt die Wiederaufnahme der Nutzung die erwähnten Effekte.

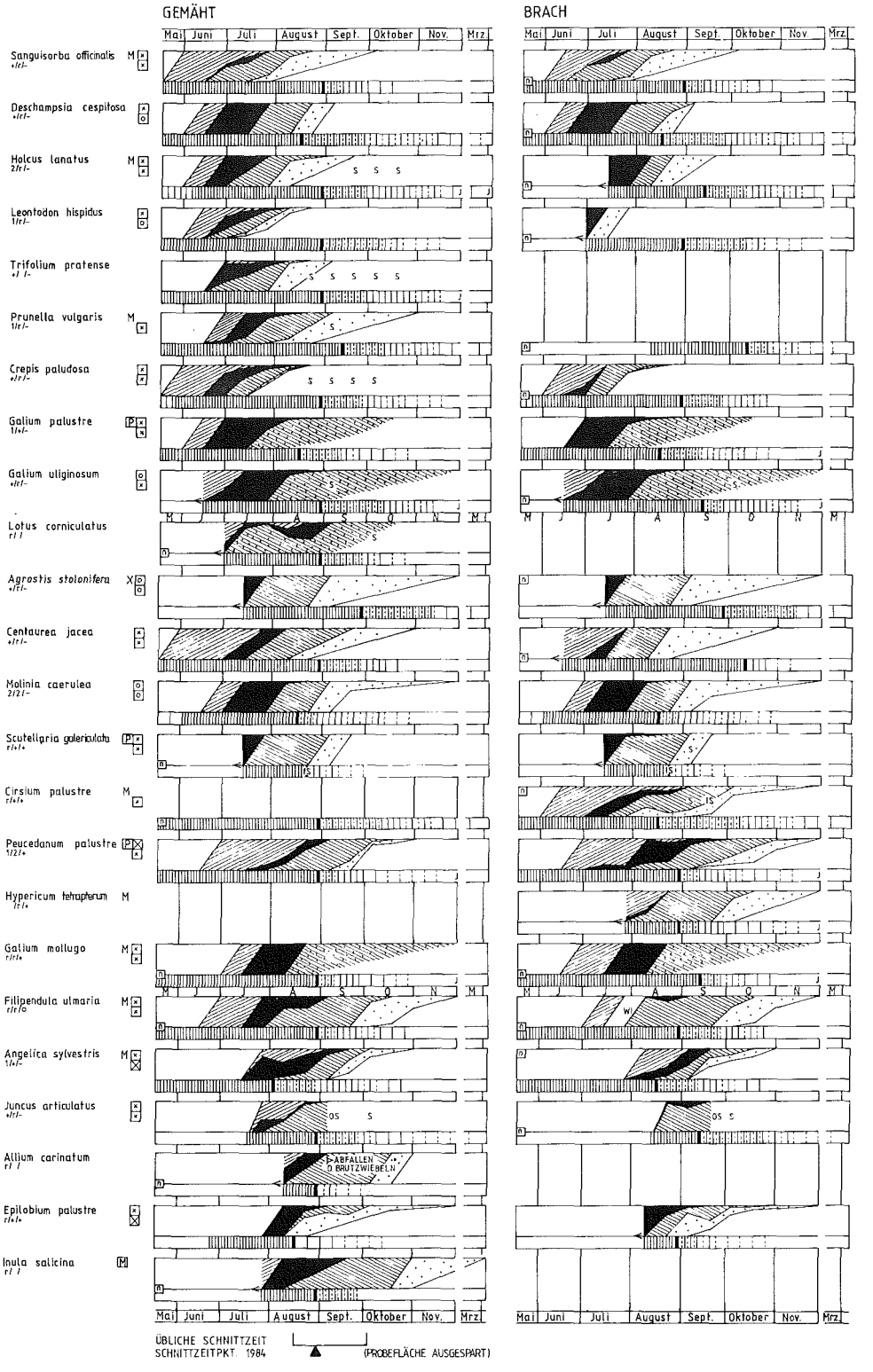
©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

c)

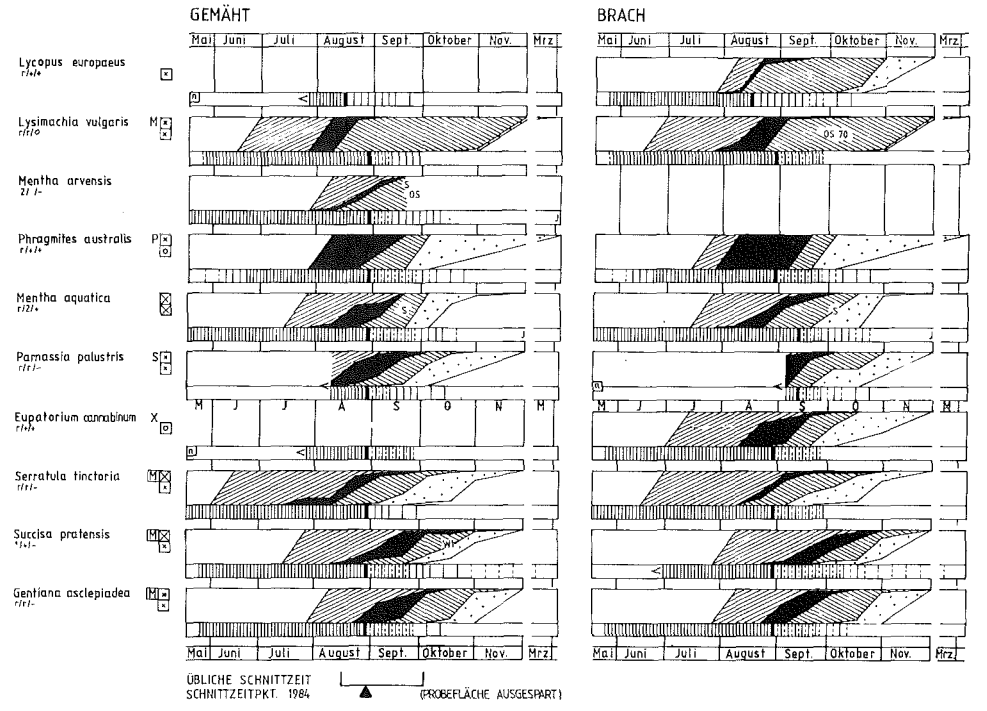
Phänologisches Diagramm des CARICETUM ELATAE SCHOENETOSUM (gekürzt)



©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at



©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at



ARTENZAHL GESAMT (200 qm):	68	56
DAVON GRÄSER U.Ä.:	19	17
" KRÄUTER, STAUDEN:	48	36

LEGENDE VGL. Abb. 5a)

Weiteren Aufschluß über die Blührhythmik geben die synthetischen Diagramme der Abb. 6. Danach unterscheiden sich die Brachflächen hinsichtlich Blütenmenge und Blütenvielfalt in typischer Weise auch im jahreszeitlichen Verlauf von den gemähten Parzellen. Unterdrückt werden hauptsächlich die Frühlings- und Frühsommermaxima (meist niederwüchsige Arten); dafür können hochwüchsige, robuste Hoch- und Spätsommerblüher zu besserer Entfaltung gelangen. Hierin kommt die Anpassung der Gesellschaften an die Herbstmahd durch Konzentration der Lebensvorgänge auf die erste Hälfte der Vegetationsperiode zum Ausdruck. Ähnliche Verhältnisse belegen Diagramme von Mesobrometen in der Nordschweiz von Krüsi (1981), wobei aber die Blütenmenge der beschriebenen Halbtrockenrasen 5 bis 10 mal größer sind.

Übereinstimmend zeigen die Spektren der Jahresblütenmenge (Abb. 7a), daß an allen drei Standorten der Blau-Weiß-Anteil auf Kosten des Rot-Gelb-Anteiles zunimmt. Nach Steber (1949) bestehen Zusammenhänge zwischen Blütenfarben und Standortklima, die von Fülle-krug (1969) z. T. bestätigt werden. In den Untersuchungsflächen korreliert der höhere Anteil der nach Steber „kälteren" Farben in ungenutzten Flächen mit der verzögerten phänologischen Entwicklung und an zwei Standorten mit der Zunahme des Mengenanteiles von Pflanzen mit kürzerer Assimilationsdauer (Abb. 7b). Rosettenpflanzen mit blattlosem Stengel, die von höheren Bodentemperaturen profitieren könnten, sind in ungenutzten Streuwiesen aber vermutlich wegen ihrer geringen Konkurrenzkraft benachteiligt.

4.3 Standortbedingte Unterschiede

Arten- und Blütenreichtum nehmen in moortypischer Weise (vgl. Balatova-Tulackova 1971) mit steigendem mittlerem Grundwasserstand von der Pfeifengraswiese über das Groß-

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

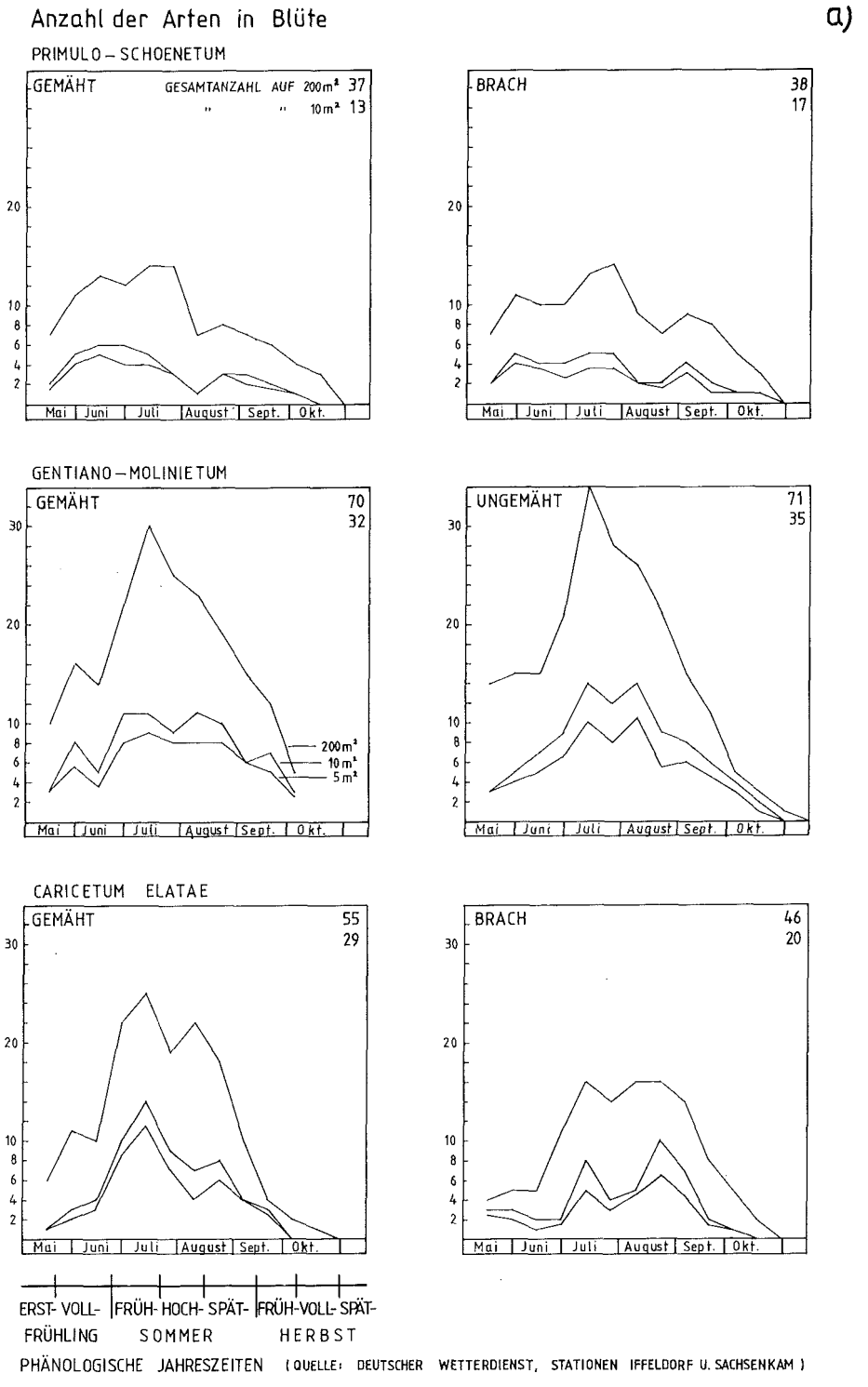


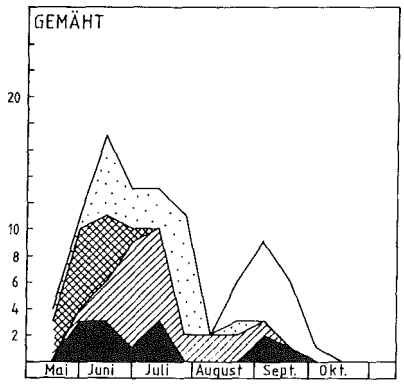
Abb. 6: Blütenvielfalt (a) und Blütenmenge (b) im jahreszeitlichen Verlauf

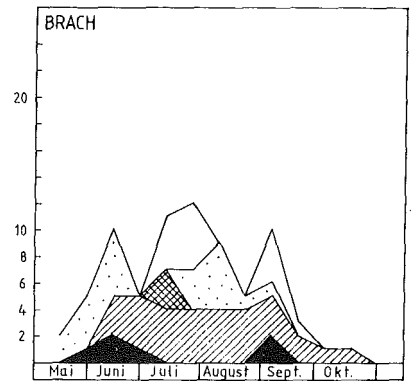
©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

Blütenmenge und Farbanteile

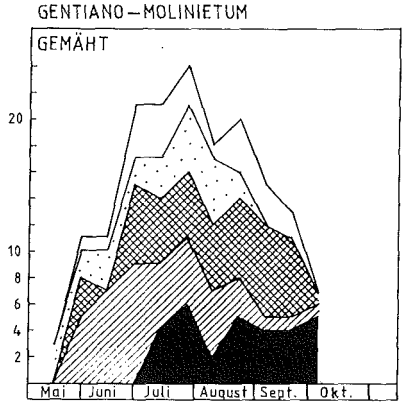
b)

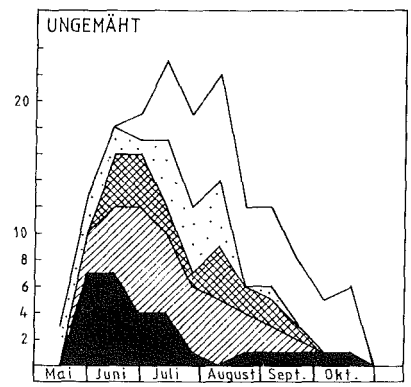
PRIMULO – SCHOENETUM



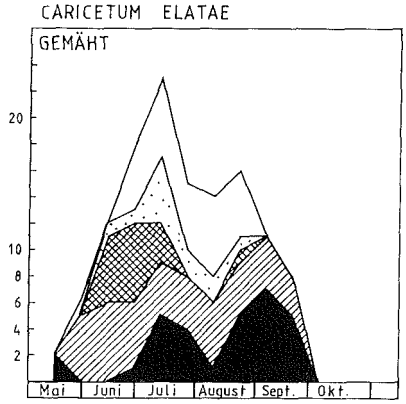


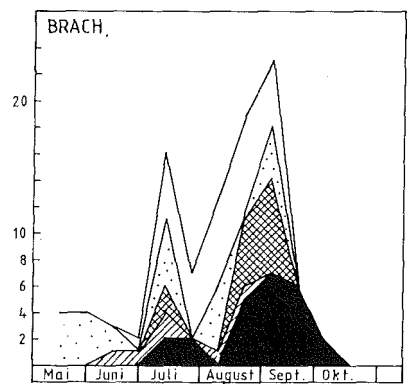
GENTIANO – MOLINIETUM





CARICETUM ELATAE





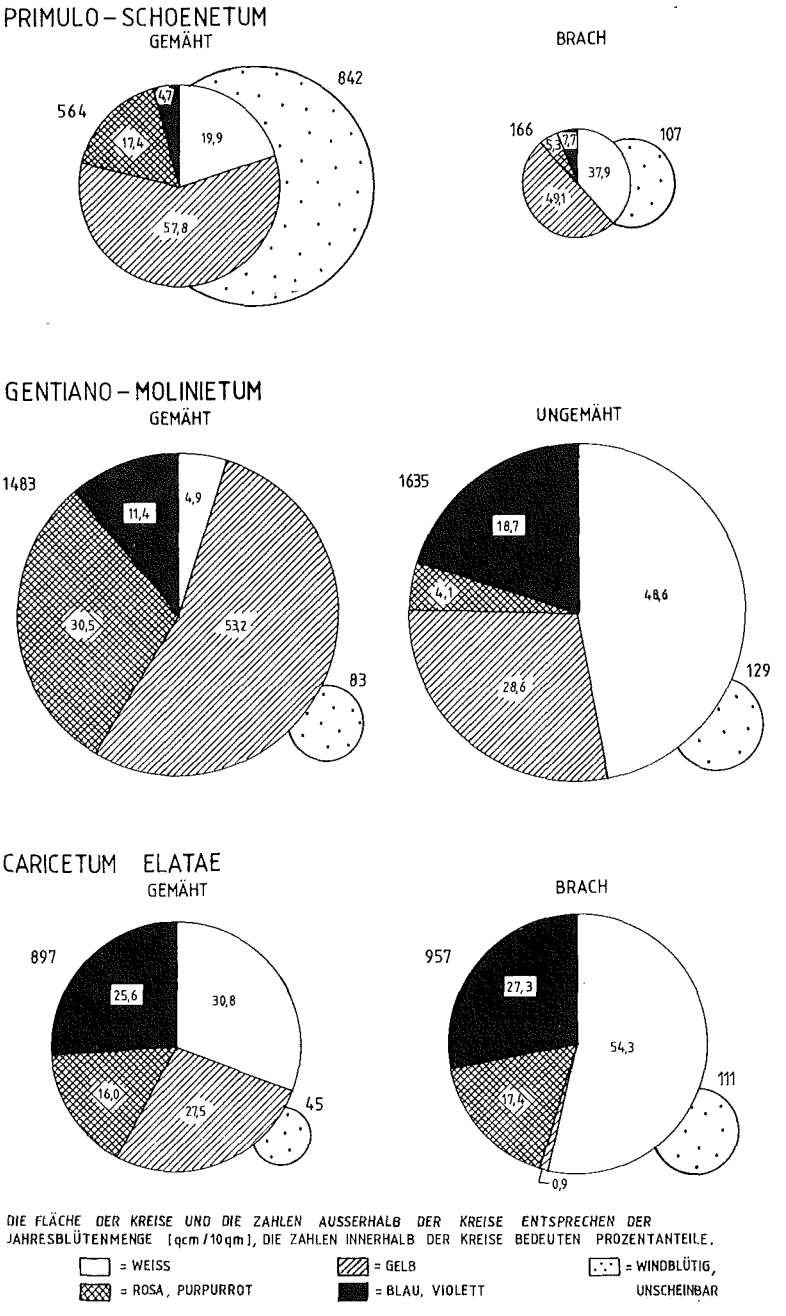
DIE ORDINATE KENNZEICHNET DIE DECKUNG DURCH GEÖFFNETE BLÜTEN IN NICHTLINEAREN WERTEKLASSEN

WINDBLÜTIG, UNSCHEINBAR | WEISS | GELB | ROSA, PURPURROT | BLAU, VIOLETT

EINHEITEN DER ORDINATE:

1	≤2,5 cm²/10m²	4	10,1 - 20 cm²/10m²	7	100,1 - 200 cm²/10m²
2	2,6 - 5 "	5	20,1 - 50 "	8	200,1 - 400 "
3	5,1 - 10 "	6	50,1 - 100 "	9	400,1 - 800 "
				10	>800 "

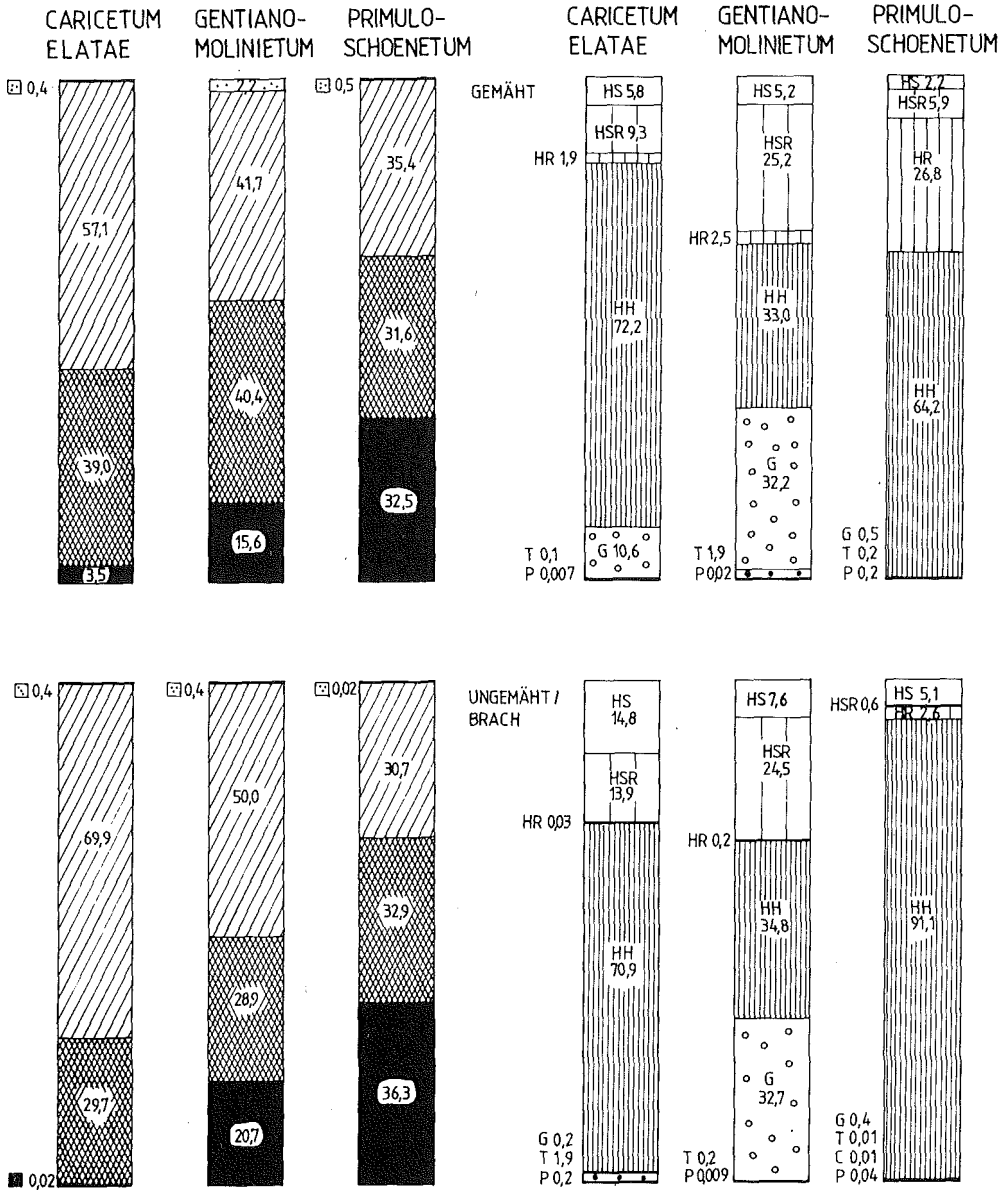
©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at



a)

Abb. 7: Spektren der Blütenfarbe (a), Assimilationsdauer (b) und Lebensformen (c)

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at



ZEIT VOM ERREICHEN DER HAUPTASSIMILATIONSPHASE BIS HÖCHSTENS ZU 75 % ABGESTORBEN:

= < 3 MONATE = 3 – < 5 MONATE
= 5 – < 10 MONATE = ≧ 10 MONATE

HEMIKRYPTOPHYTEN:
HS = STAUDEN OHNE ROSETTE
HSR = STAUDEN MIT BEBLÄTTERTEM STENGEL UND ROSETTE
HR = ROSETTENPFLANZEN, STENGEL BLATTLOS
HH = HORSTPFLANZEN

G = GEOPHYTEN
T = THEROPHYTEN
C = CHAMAEPHYTEN
P = PHANEROPHYTEN

(NACH RAUNKIAER 1942)

DIE ZAHLEN IN DEN STABDIAGRAMMEN BEZEICHNEN DIE PROZENTANTEILE VON DER SUMME ALLER DECKUNGSWERTE (GRUPPENMENGE) DER AUF 200 qm GEFUNDENEN ARTEN.

b) c)

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

seggenried zum Kopfbinsenried ab (Abb. 5, 6, 7) und dokumentieren die dominierende Rolle des Wasserfaktors. Daneben weisen die verschiedenen Streuwiesen auch unterschiedliche Entwicklungsrhythmen auf. Während die meisten Kennarten der Kalk-Kleinseggenrieder, zu denen auch das Kopfbinsenried gehört, bereits kurz nach Beginn der Vegetationsperiode zum Blühen kommen, liegt die Blütezeit vieler Arten der Pfeifengraswiesen in den Monaten August und September (Abb. 5). Nach umfangreichen Standortanalysen begründet dies GÖRS (1951) mit der thermischen Begünstigung von Naßböden durch ständig hohen Grundwasserstand im Spätwinter. Die Autorin verweist ferner auf die zur Hauptblütezeit der Gesellschaften jeweils arealtypische Faktorenkonstellation (im Kalkflachmoor alpine Tönung durch erwärmten Boden und kühle Luft, in der Pfeifengraswiese Kontinentalität durch warmen Boden und hohe Lufttemperaturen). Dazu paßt, daß im Kopfbinsenried die dominierende Art *(Schoenus ferrugineus)* im Vergleich zu *Molinia* und *Carex elata* in den beiden anderen Versuchsflächen am weitesten in den Herbst hinein grün bleibt (Abb. 7b, oben; vgl. Abschnitt 4.1). Dies gilt sowohl für gemähte als auch für brachgefallene Parzellen. Auch der Anteil blauer Blüten ist im Primulo-Schoenetum am geringsten. Im weniger nassen Großseggenried findet man bei mäßig hohem Grundwasserstand die kürzeste Assimilationsdauer, den höchsten Blau-Weiß-Anteil im Blütenspektrum und die wenigsten Rosettenpflanzen, was durch die bessere Nährstoffversorgung und eine stärkere, thermisch ungünstigere Grundwasserbewegung an dem bachufernahen Standort verursacht sein könnte.

4.4 Beeinflussung der phänologischen Entwicklung durch Mahd

Noch der Streugewinnung dienende Wiesen werden heute zunehmend mehrere Wochen früher – im Untersuchungsgebiet ab Mitte August je nach Witterung – gemäht als seit der Zeit ihrer Entstehung (Markenteilung gegen Ende des 18. Jahrhunderts) üblich. Durch die Motorisierung der Arbeitsabläufe können die Landwirte heute die Feldarbeiten früher beenden; zudem trocknet das Mähgut im Spätsommer schneller ab. In die Monate August und September vorgezogener Schnitt beeinflußt die Pflanzenentwicklung durch Nährstoff- und Samenentzug erheblich (Abb. 8). Etwa Mitte August stehen im Kopfbinsenried noch 19%, in der Pfeifengraswiese 30% und im Großseggenried 40% aller auf 200 m^2 vorgefundener Arten in Blüte. Nach der Blütezeit vergehen in der Regel noch 4–8 Wochen, bis die Samen ausgefallen sind. Auch die vegetative Entwicklung (Vergilbungsprozeß) findet einen vergleichbar späten Abschluß. Noch in den beiden ersten Oktoberwochen ist erst etwa die Hälfte der Arten bis zu 50% abgestorben. Ein noch früherer Schnitt wie zur Futtergewinnung im Juli würde bereits das Aussamen von Frühlingsblühern wie *Primula farinosa* verhindern und trifft nahezu alle Arten in voller vegetativer Entwicklung. Da viele der gewünschten konkurrenzschwachen, sich vorwiegend generativ vermehrenden Streuwiesenpflanzen kein persistentes Samenpotential im Boden bilden, ihre Samen vielmehr rasch die Keimfähigkeit verlieren (PFADENHAUER & MAAS 1987), sind sie durch solche Bewirtschaftungsweisen leicht und rasch zu eliminieren. Aber selbst dominante Gräser und Cyperaceen werden dann zugunsten von Magerkeitszeigern wie *Festuca rubra* und *Anthoxanthum odoratum* verdrängt (KAPFER & PFADENHAUER 1986).

4.5 Prognosemöglichkeiten aufgrund der phänologischen Entwicklung

Aus den Ergebnissen lassen sich phänologische Indikatoren für mögliche Gefährdungen schutzwürdiger Systeme ableiten. Diese sollten hohen Ansprüchen auf Sensibilität, rascher Erhebbarkeit und Reproduzierbarkeit genügen. Zur Beurteilung des Prognosewertes wurden mit Hilfe von Kontingenztafeln (Chi-Quadrat-Methode, CLAUS & EBNER 1982) Blütenmenge, Eintrittszeit, phänologische Daten und Beeinflussung vegetativer bzw. generativer Entwicklung und Schnitt für den Stichtag 6. September 1984 auf ihren Zusammenhang mit den Unterschieden der Artmächtigkeit zwischen genutzten und ungenutzten Flächen geprüft (Tab. 1).

Die Unterschiede der Blütenmenge stehen in hochsignifikanter positiver Korrelation zu den Unterschieden der Artmächtigkeit. Eine höhere Blütenmenge kann also als Begünstigung der betreffenden Art interpretiert werden. Nach KRÜSI (1981) bietet der Parameter gegenüber herkömmlichen Vegetationsaufnahmen (z. B. Schätzung der Artmächtigkeit nach BRAUN-BLAN-

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

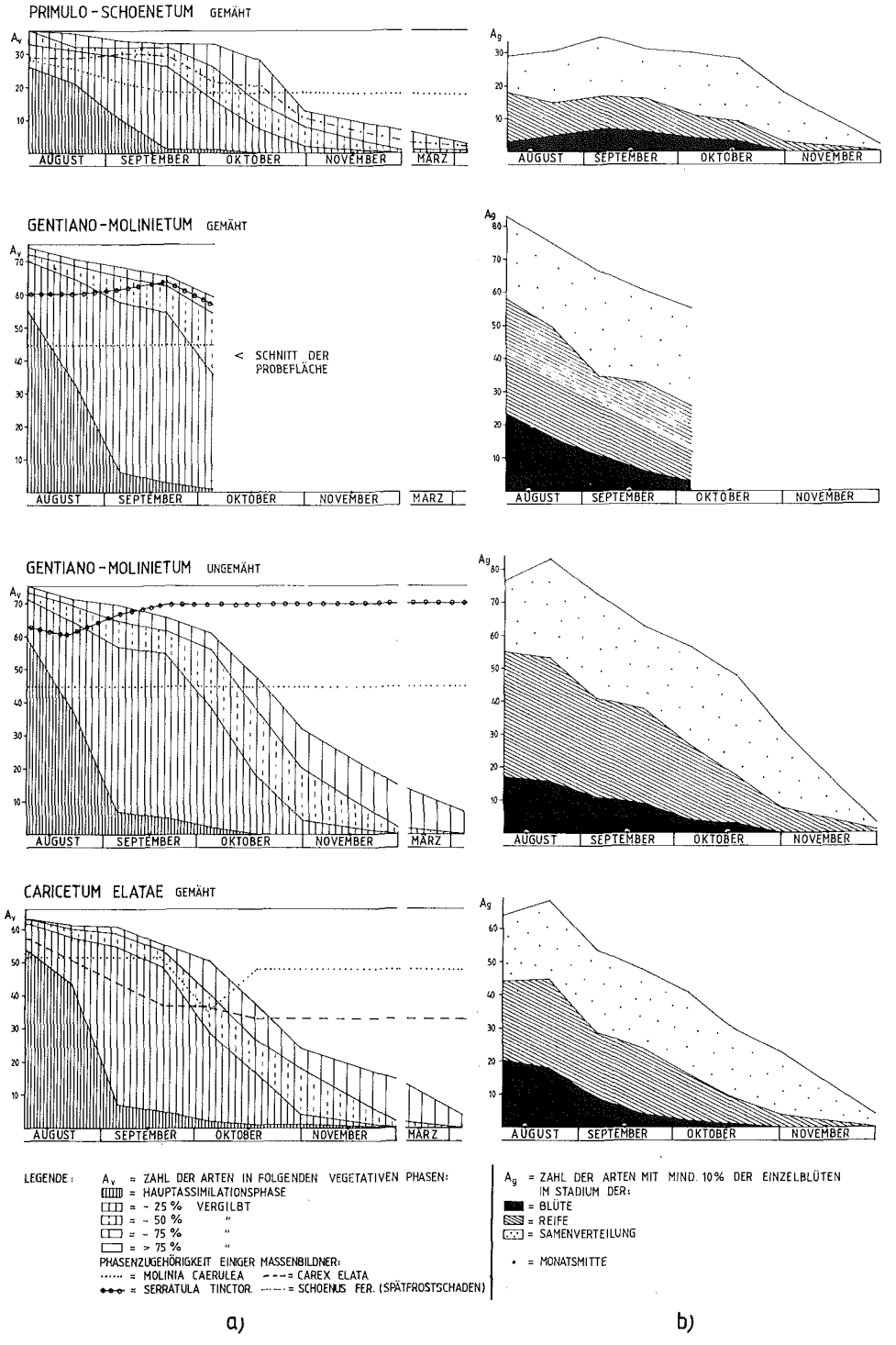


Abb. 8

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

QUET) den Vorteil früherer Erkennbarkeit. Die Erfassung der Blütenmenge ist deshalb gut zur Überwachung von Pflanzenbeständen auf Dauerflächen geeignet. Je nach Pflanzenart kann aber eine unterschiedliche Blütenmenge verschiedene Bedeutung haben. Verringerte Blütenzahl ist bei Arten mit geringem generativem Sproßanteil (z. B. *Leontodon hispidus)* sicherlich weniger kritisch zu bewerten als bei denjenigen mit hohem, wo fehlende Blüten das Erlöschen der Population bedeuten können. Für letztere scheinen zur Früherkennung der Populationsdynamik andere Parameter wie der Anteil juveniler vegetativer Sprosse geeigneter.

Die Trends der Zusammenhänge zwischen unterschiedlicher Eintrittszeit phänologischer Phasen und Unterschiede der Artmächtigkeit zeigen zwar überwiegend keine signifikanten Zusammenhänge, stehen aber im Einklang mit Erfahrungen über Konkurrenzbeziehungen in Pflanzengemeinschaften (BALATOVA-TULACKOVA 1971, BRAUN-BLANQUET 1964). In höherer Deckung gefundene Arten weisen danach früheren Assimilations- (rascherer Aufbau von Biomasse) und Blühbeginn (letzterer signifikant) sowie späteren Blühabschluß auf; in geringerer Deckung gefundene Arten verhalten sich gegenteilig. Insbesondere der Blühbeginn, der zudem methodisch am exaktesten zu erfassen ist, kann danach zu Prognosezwecken dienen.

Das Fehlen eines Trends beim Abschluß der vegetativen Entwicklung (Vergilbungsphasen) wie auch die nicht signifikanten Zusammenhänge für Assimilationsbeginn und Blühende könnten Hinweise geben auf eine Überlagerung artspezifischer, konkurrenzbedingter Phasenverschiebungen durch Auswirkungen einer Veränderung des Mikroklimas in brachgefallenen Wiesen.

Für Zusammenhänge von unterschiedlicher Artmächtigkeit mit der Beeinflussung durch Schnitt am gewählten Stichtag, der ungefähr in der Mitte der üblichen Mahdzeit liegt, ließ sich keine Signifikanz nachweisen. Trotzdem sind über Erwarten häufig die nicht durch Schnitt beeinflußten Arten in ungenutzten Flächen mit geringerer Artmächtigkeit zu finden (vor allem frühentwickelnde Arten, vgl. die unterschiedliche Blührhythmik) und stark durch Schnitt beeinflußte Arten mit höherer Artmächtigkeit (vor allem spätentwickelnde Arten). Der Mangel an Signifikanz wird durch folgende Beobachtungen verständlich: Bei mehreren Arten folgen die Zusammenhänge entweder beim vegetativen oder generativen Zyklus dem beschriebenen Trend; das heißt, daß arttypische Unterschiede in der Bedeutung der beiden Lebenszyklen eine Rolle spielen können. So haben z. B. sowohl *Carex elata* und *Carex panicea* wie *Leontodon hispidus* zur Mahdzeit alle Samen verteilt. Während die letztgenannte Art an die Mahd in grünem Zustand angepaßt scheint (höhere Artmächtigkeit in genutzten Flächen), kommen die beiden Seggen in Brachflächen bei ungestörtem vegetativen Zyklus zu besserer Entwicklung (vgl. höhere Artmächtigkeit und Blütenmenge im Primulo-Schoenetum). Daneben läßt eine Anzahl typischer, auf regelmäßige Mahd angewiesener Streuwiesenarten (u. a. *Gentiana pneumonanthe, Parnassia palustris, Serratula tinctoria)* die starke Beeinflussung beider Lebenszyklen durch die Mahd am Stichtag erkennen. In Anbetracht der erst in heutiger Zeit verfrühten Mahd und damit höheren Beeinflussung der Lebensvorgänge muß dies nicht im Widerspruch zum offenbar bevorzugten Vorkommen nicht beeinflußter Arten in gemähten Flächen stehen und kann vielmehr die Gefährdung der genannten Arten durch die heutige Bewirtschaftung unterstreichen.

5. Schlußfolgerungen

1. Klare Unterschiede in der Artenzusammensetzung zwischen ungenutzten und genutzten Streuwiesen unterstreichen die Notwendigkeit der Pflege.
2. Die untersuchten Streuwiesen haben einen von anderen Grünlandgesellschaften abweichenden, durch späten Austrieb und frühes Vergilben, aber langanhaltendes Blühen gekennzeichneten Lebenszyklus.
3. Die phänologischen Parameter Assimilations- und Blühdauer, Blütenmenge und Blütenfarbe lassen standort- und nutzungsbedingte Unterschiede erkennen und können zur Charakterisierung von Pflanzengemeinschaften sowie ihres Standorts, aber auch zur Erfolgs-

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

Signifikanz der Zusammenhänge	Phänologische Indikatoren in **ungenutzten** Flächen ...	sind im Vergleich mit genutzten Flächen ...	Artmächtigkeit in **ungenutzten** Flächen (200qm) ist im Vergleich mit genutzten Flächen ...			
			höher	gleich	geringer	
hochsignifikant	Blütenmenge (Jahressumme qcm/10qm)	höher	17 (7,9)	21 (13,1)	7 (24,0)	45
		gleich	1 (0,9)	2 (1,5)	2 (2,7)	5
		geringer	0 (9,3)	7 (15,4)	46 (28,3)	53
			18	30	55	103
nicht signifikant, aber interpretierbarer Trend	Beginn vegetativer Entwicklung	früher	3 (1,6)	3 (3,8)	3 (3,6)	9
		zugleich	15 (14,0)	36 (34,3)	30 (32,7)	81
		später	0 (2,4)	5 (5,9)	9 (5,7)	14
			18	44	42	104
signifikant, bei Vernachlässigung unverändtr. Werte sehr signifikant	Beginn generativer Entwicklung	früher	5 (1,8)	4 (4,6)	2 (4,7)	11
		zugleich	7 (7,4)	23 (19,0)	16 (19,6)	46
		später	2 (4,8)	9 (12,4)	19 (12,8)	30
			14	36	37	87
nicht signifikant, kein interpretierbarer Trend	Abschluß vegetativer Entwicklung	früher	2 (3,5)	12 (8,1)	8 (10,4)	22
		zugleich	10 (9,0)	2o (21,1)	27 (26,9)	57
		später	8 (7,6)	15 (17,8)	25 (22,7)	48
			20	47	60	127
nicht signifikant, aber interpretierbarer Trend	Abschluß generativer Entwicklung	früher	0 (1,9)	3 (4,0)	9 (6,1)	12
		zugleich	8 (8,8)	19 (18,7)	29 (28,5)	56
		später	8 (5,3)	12 (11,3)	14 (17,3)	34
			16	34	52	102
	Beeinflussung der Lebenszyklen in genutzten Flächen durch Mahd am Stichtag 6.Sept. 1984					
nicht signifikant, aber interpretierbar. Trend	vegetative Entwicklung	stark 1)	24 (21,2)	nicht berücksichtgt.	59 (61,8)	83
		gering 2)	1 (3,8)		14 (11,2)	15
			25		73	98
(knapp) nicht signfkt., aber interpretierbar. Trend	generative Entwicklung	stark 3)	13 (9,4)	nicht berücksichtgt.	26 (29,6)	39
		gering 4)	7 (10,6)		37 (33,4)	44
			20		63	83

Definition:
1) Vergilbung ≤ 25%
2) Vergilbung > 75%
3) vor Beginn der Samenverteilung
4) Phase der Samenverteilung mehr als zur Hälfte vorüber

Die Zahlen bezeichnen die beobachtete und - in Klammern gesetzt - die erwartete Häufigkeit gefundener Kombinationen sowie die Zeilen- und Spaltensummen bei Berücksichtigung aller drei Untersuchungsstandorte.

Tab. 1: Zusammenhänge zwischen phänologischen Indikatoren und Artmächtigkeit durch Vergleich der Unterschiede zwischen genutzten und ungenutzten Streuwiesen (Chi-Quadrat-Methode)

(hochsignifikant = Signifikanz auf 0,1%-Niveau,
sehr signifikant = Signifikanz auf 1%-Niveau,
signifikant = Signifikanz auf 5%-Niveau)

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

kontrolle von Management-Maßnahmen und zur Beweissicherung beitragen. Als Indikatoren für Umwelteinflüsse sind sie allerdings nur bei kontinuierlicher Erhebung auf Dauerflächen brauchbar. Lediglich Veränderungen der Blütenmenge und des Blühbeginns eignen sich gut zur kurzfristigen Prognose des Artenschicksals.

4. Durch die heute vielerorts übliche Mahd im Sommer und Frühherbst werden die Lebensrhythmen von Pflanzenarten in hohem Maße beeinflußt, so daß ein schleichender Floren- und Faunenverlust zu erwarten ist. Solche Änderungen von Blütenvielfalt und Blütenmenge dürften sich auch negativ auf die Insektenwelt auswirken (OPPERMANN et al. 1987, PFADENHAUER 1987). Eine Mahd, die allen Arten die Beendigung ihrer Lebensvorgänge ermöglichen soll, muß für die beobachteten Wiesen etwa Ende Oktober angesetzt werden, was auch der früher üblichen Mahdzeit eher entspricht (STEBLER 1898, KLAPP 1983).
5. Die Vegetationsdynamik der Streuwiesen bedarf weiterer Erforschung, denn auch mit Blütenmenge und Blühbeginn werden lediglich bereits eingetretene Veränderungen konstatiert, ohne Klarheit über Ursachenkomplexe zu haben. Die Beurteilung der Beeinflussung durch Schnitt bedarf der Ergänzung durch Angaben über Keimverhalten und Regenerationskraft. Ein authentisches Prognosemodell als Grundlage eines Managementkonzeptes müßte möglichst vollständige Kenntnis der Zusammenhänge und Wechselwirkungen der Ökosysteme voraussetzen.
7. Zur Bewältigung der großen Datenmenge und zur Optimierung von Auswertung und Vergleich der Forschungsergebnisse sollte eine Vereinheitlichung und EDV-gestützte Erstellung phänologischer Diagramme angestrebt werden. Im Rahmen eines Netzes geobotanischer Dauerbeobachtungsflächen (PFADENHAUER, POSCHLOD & BUCHWALD 1986) können phänologische Teilprogramme wertvolle Beiträge liefern.

6. Zusammenfassung

Im Rothenrainer Moorgebiet bei Bad Tölz (Oberbayern) wurde die jahreszeitliche Entwicklung der Streuwiesentypen Kopfbinsenried, Pfeifengraswiese und Steifseggenried im Vergleich genutzter und ungenutzter Flächen beschrieben. Phänologische Parameter wie Assimilationsdauer und Blütenmenge weisen standort- und nutzungsbedingte Unterschiede auf, die Rückschlüsse auf Standortfaktoren erlauben und die Pflegeabhängigkeit unter Beweis stellen. In ungenutzten Flächen zeigen viele Arten eine bis zu 14 Tage verzögerte Entwicklung. Frühlings- und Frühsommerblüher treten in Brachflächen zugunsten von Hoch- und Spätsommerblühern zurück. Die starke Beeinflussung der Lebensvorgänge durch die heute übliche frühere Mahd läßt negative Auswirkungen auf den Artenbesatz erwarten. Prognosemöglichkeiten für das Verhalten der Arten werden anhand der nutzungsbedingten Veränderung von Blütenmenge, Eintrittszeit phänologischer Phasen und dem Beeinflussungsgrad des Lebenszyklus durch die Mahd diskutiert.

Literatur

BALÁTOVÁ-TULÁČKOVÁ, E. 1971: Phänospektrum-Diagramme der Wiesen im Opava-Tal und ihre Auswertung. – Acta Sci. Natur. Acad. Sci. Bohemoslov. Brno. V. Nova Ser. **6**: 1–60. Praha. – BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN (Hrsg.), 1983: Rote Liste bedrohter Farn- und Blütenpflanzen in Bayern. München. – BRAUN-BLANQUET, J. 1964: Pflanzensoziologie. Wien, Springer, 865 S. – CLAUSS, G. & H. EBNER, 1982: Statistik (Band 1). Thun, Deutsch, 530 S. – DIERSCHKE, H. 1972: Zur Aufnahme und Darstellung phänologischer Erscheinungen in Pflanzengesellschaften. Ber. Int. Symp. Rinteln 1970, 291–311. Den Haag. – ELLENBERG, H. 1979: Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. Scripta Geobotanica Vol. **9**: 122 S. – ELLENBERG, H. 1982: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Stuttgart, Fischer, 989 S. – FÜLLEKRUG, E. 1969: Phänologische Diagramme von Glatthaferwiesen und Halbtrockenrasen. – Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N. F. **14**: 255–273. – GANZERT, Ch. & J. PFADENHAUER, 1986: Seasonal dynamics of shoot nutrient levels in *Schoenus ferrugineus* (Cyperaceae).

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

Holarctic Ecol. **9:** 137–142. – KAPFER, A. & J. PFADENHAUER, 1976: Vegetationskundliche Untersuchungen zur Pflege von Pfeifengrasstreuwiesen. Natur und Landschaft 61: 428–432. – KLAPP, E. 1983: Taschenbuch der Gräser. Berlin, Parey, 260 S. – KRÜSI, B. 1981: Phenological methods in permanent plot research. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftg. Rübel, Zürich, **75:** 115 S. – OPPERMANN, R., J. REICHHOLF & J. PFADENHAUER, 1987: Beziehungen zwischen Vegetation und Fauna in Feuchtwiesen – untersucht am Beispiel von Schmetterlingen und Heuschrecken in zwei Feuchtgebieten Oberschwabens. Beih. Veröff. Landschaftspflege Naturschutz Bad.-Württ., im Druck. – PFADENHAUER, J. 1986: Konzept zur Moorrenaturierung im Süddeutschen Alpenvorland: Ziele, Verfahrungsweisen, offene Fragen. Telma **16:** 269–278. – PFADENHAUER, J. 1987: Indikatoren zur Erfassung anthropogener Vegetationsveränderungen in Streuwiesen des Alpenvorlandes. Wiss. Ztschr. Univ. Halle/Saale, im Druck. – PFADENHAUER, J. & U. ESKA, 1986: Untersuchungen zum Nährstoffhaushalt eines Schneidbinsen-Bestandes (Cladietum marisci). Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftg. Rübel, Zürich **87:** 309–327. – PFADENHAUER, J. & F. LÜTKE-TWENHÖVEN, 1986: Nährstoffökologie von *Molinia caerulea* und *Carex acutiformis* auf baumfreien Niedermooren des Alpenvorlandes. Flora **178:** 157–166. – PFADENHAUER, J. & D. MAAS, 1987: Samenpotential in Niedermoorböden des Alpenvorlandes bei Grünlandnutzung unterschiedlicher Intensität. Flora **179:** 85–97. – PFADENHAUER, J., P. POSCHLOD & R. BUCHWALD, 1986: Überlegungen zu einem Konzept geobotanischer Dauerbeobachtungsflächen für Bayern. Teil I. Ber. ANL (Laufen) **10:** 41–60. – PFADENHAUER, J. & A. RINGLER, 1984: Aufgaben der Geobotanik in der Umweltforschung am Beispiel der Moore. Landschaft u. Stadt **16:** 200–210. – PREISS, H. 1982: Vegetation und Nährstoffumsatz von Flachmoor-Biotopen im Raum von Bad-Tölz unter Berücksichtigung von Nutzungsänderungen. Diss. Inst. f. Botanik u. Mikrobiologie Techn. Univ. München. – RAUNKIAER, C. 1942: Dansk Ekskursions-Flora. – København. – RINGLER, A. 1977: Zur Erfassung der landschaftsökologischen Funktion der Moore. Schriftenr. Natursch. u. Landschaftspfl. **8:** 57–70. – STEBER, L. 1949: Über die geographische Verteilung der Blütenfarben. Naturw. Rundschau **2:** 171–174. Stuttgart. – STEBLER, F. G. 1898: Die besten Streupflanzen. IV. Teil des Schweiz. Wiesenpflanzenwerkes. Bern, Wyss, 148 S. – TÜXEN, R. & M. WOJTERSKA 1977: Bibliographie der Phänospektrum-Diagramme von Pflanzengesellschaften. Pars II. – Excerpta Botanica, Sectio B, 16 (4): 306–317.

Dipl.-Ing. Jochen WEBER
Aidenbachstraße 125
D-8000 München 71

Prof. Dr. J. PFADENHAUER
Lehrgebiet Geobotanik der TU München
D-8050 Freising-Weihenstephan

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft zur Erforschung der Flora

Jahr/Year: 1987

Band/Volume: 58

Autor(en)/Author(s): Weber Jochen, Pfadenhauer Jörg

Artikel/Article: Phänologische Beobachtungen auf Streuwiesen unter Berücksichtigung des Nutzungseinflusses (Rothenrainer Moorgebiet bei Bad Tölz) 153-177