

Sonderdruck aus

**NNA**

**Berichte**

2. Jahrgang/Heft 1, 1989

Biozönotische Umschichtungen  
im Grünland  
durch Düngung

Von Anselm Kratochwil

---

NNA-Berichte – 2/1, 1989 –

Herausgeber:  
Norddeutsche Naturschutzakademie  
Hof Möhr  
3043 Schneverdingen  
Telefon: 051 99/318 + 319



# Biozönotische Umschichtungen im Grünland durch Düngung\*

Von Anselm Kratochwil

## Einführung

Als eine der Hauptursachen für den drastischen Rückgang oder gar das Verschwinden zahlreicher Pflanzen- und Tierarten müssen die landwirtschaftlichen Intensivierungsmaßnahmen der letzten Jahrzehnte angeführt werden. Als besonders betroffen gelten extensiv genutzte Standorte, z. B. trockene Kalkmagerrasen, Borstgrasrasen, feuchtes Extensivgrünland. Durch Düngung wurden viele dieser Lebensräume in ertragreiche Wiesen und Weiden überführt.

Die Anzahl der bereits verschollenen und gefährdeten Pflanzen- und Tierarten extensiv genutzten Grünlandes ist beträchtlich. So sind durch landwirtschaftliche Grünlandintensivierung z. B. betroffen:

- 1/4 (139) aller Gefäßpflanzenarten,
- 1/3 (30) aller Vogelarten,
- 1/2 (45) aller Schmetterlingsarten der Roten Liste der BRD (SUKOPP 1980, BAUER und THIELCKE 1982; BLAB und KUDRNA 1982).

Für fast alle in den Roten Listen bearbeiteten Tierartengruppen, die Offenlandstandorte besiedeln, werden als eine der Hauptgefährdungsursachen, auch wenn für sie keine detaillierten Zahlenangaben vorliegen, ebenfalls Intensivierungsmaßnahmen in ehemals extensiv bewirtschaftetem Grünland genannt. Dies gilt z. B. für Wanzen (*Heteroptera*), für ausgewählte Hautflügler-Gruppen (*Hymenoptera Symphyta*: Blatt-, Halm- und Holzwespen; *Hymenoptera Apoidea*: Wildbienen), unter den Macrolepidopteren u. a. für Spinner (*Bombyces*, *Sphinges*), Eulenfalter (*Noctuidae*), Spanner (*Geometridae*), für Netzflügler (*Neuroptera*), für zahlreiche Käferfamilien (*Carabidae*, *Meloidae*, *Chrysomelidae*, Familien der *Rhynchophora*), für Geradflügler (*Orthoptera*) und Spinnen (*Araaneae*); s. Rote Listen in BLAB et al. (1984).

Auch auf der Ebene von Phytozönosen kann der drastische Rückgang extensiv genutzten Grünlandes belegt werden; dies dokumentieren die Roten Listen von Pflanzengesellschaften einzelner Bundesländer (z. B. Schleswig-Holstein, DIERSEN 1983), aber auch die im Manuskript vorliegende Rote Liste der Pflanzengesellschaften der BRD (BOHN 1986). Über regionale Veränderungen des Pflanzengesellschaftsinventars durch Düngung liegen zahlreiche Analysen vor: der Rückgang von *Mesobromion*-Gesellschaften (ZOLLER et al. 1986), *Calthion*-Gesellschaften (MEISEL und V. HÜBSCHMANN 1976), *Molin*-

*nion*-Gesellschaften (SCHWABE 1986), *Nardetalia*-Gesellschaften (SCHWABE-BRAUN 1979; HOBOMH und SCHWABE 1985). Ebenso kennen wir Untersuchungen, die den Einfluß der Düngung und der Mahd auf einzelne Tiergruppen zeigen, z. B. auf Tagfalter (ERHARDT 1985), Heuschrecken (THOMAS 1980) und Vögel (REICHHOFF et al. 1979).

In der Regel ist es die drastische Dezimierung in den Artenbeständen nach länger anhaltendem intensiven landwirtschaftlichen Einfluß, die auffällt. Weniger bekannt sind hingegen die schleichenden Prozesse bei nur geringer Düngungsintensität und der damit verbundenen veränderten Bewirtschaftung. Die Frage nach der Umschichtung des Biozönosegefüges in einzelnen Lebensräumen auch bei geringem Düngungseinfluß wird um so aktueller, nachdem neben der von der Landwirtschaft betriebenen »gezielten« Düngung heute in vermehrtem Umfang auch mit Immissionen aus der Luft zu rechnen ist, deren Auswirkungen wir langfristig noch nicht absehen können (ELLENBERG jun. 1983, 1985; s. aber WILMANN 1988).

Aufgrund mehrjähriger Untersuchungen in einem kleinräumigen Vegetationsmosaik verschiedener meso- und eutraphenter Grünlandgesellschaften des Naturschutzgebietes »Taubergießen« (Südliche Oberrheinebene) können wir über einen aktualistischen Vergleich Veränderungen innerhalb des Biozönosegefüges aufzeigen, die bei der Überführung von Halbtrockenrasen (Mesobrometen) und Pfeifengraswiesen (Molinieten) in Glatthaferwiesen (Ar-

rhenathereten) durch Düngung eingetreten sind (Photo 1 und 2).

Die hier vorgestellten Untersuchungen seien als exemplarisches Beispiel dafür betrachtet, wie selbst geringe Düngergaben und die damit verbundene veränderte Bewirtschaftung schwerwiegende Folgen für die Vegetation und die Fauna haben können.

Folgende Fragen sollen beantwortet werden:

1. Wie verändern sich die Magerrasen nach Düngung in ihrem Arteninventar, in der Vegetationsdeckung, -dichte und -höhe, in ihrer Blühphänologie und Blumendichte?
2. Wie unterscheiden sich die meso- und eutraphenten Pflanzengesellschaften im Zeitpunkt und in der Häufigkeit der Mahd und welche Folgen hat dies für die Vegetationsstruktur?
3. Wie verändert sich das Kleinklima in den einzelnen Beständen nach Düngung?
4. Welche Unterschiede sind im Arteninventar und in der Individuendominanz bei einzelnen Tiergruppen (Wildbienen, Schwebfliegen, Tagfalter, Heuschrecken) in ungedüngten und gedüngten Pflanzengesellschaften festzustellen?
5. Können wir bestimmte Gründe für die Bindung einzelner Tierarten an die jeweiligen Pflanzengesellschaften angeben und was bedingt im einzelnen den Artenwechsel nach Düngung?
6. Wie verändert sich mit der Intensität des menschlichen Einflusses die Biozönose aus Naturschutzsicht?



Photo 1: Halbtrockenrasen (*Mesobrometum*, Subass. von *Cirsium tuberosum*); Frühjahrsaspekt mit dem Hufeisenklee *Hippocrepis comosa* und dem Wundklee *Anthyllus vulneraria*; Mai 1987 (alle Photos vom Verfasser).

\* Nach einem Vortrag, gehalten anlässlich der Vortrags- und Diskussionsveranstaltung »Eutrophierung – das gravierendste Problem im Naturschutz?« am 22. 11. 1988 an der Norddeutschen Naturschutzakademie, Hof Möhr, Schneverdingen.

## Untersuchungsgebiet

Das Naturschutzgebiet »Taubergießen« liegt ca. 50 km nördlich von Freiburg direkt am Rhein; es ist mit etwa 1600 ha das zweitgrößte Baden-Württembergs. Jenseits der im Überflutungsbereich stockenden Auenwälder befinden sich im Schutz der Hochwasserdämme großflächige Grünlandbereiche. Das nähere, ungefähr 10 ha große Untersuchungsgebiet liegt im südlichen G'schleider auf der Gemarkung Rhinau. Auch in diesem heute vorwiegend als Grünland genutzten Gelände paust sich immer noch der ehemalige Einfluß des Rheins durch: Auf kleinem Raum wechseln die Niveau-Unterschiede der Bodenoberfläche im Zentimeter-Bereich; einstige Auf- und Abtragungsflächen geben dem Gebiet eine wellige Struktur. Diese dadurch bedingten unterschiedlichen, kleinräumig wechselnden Standortverhältnisse ermöglichen nach Rodung der Auenwälder vor etwa 120 Jahren die Ausbildung verschiedener Grünlandgesellschaften. Neben Xerobrometen, Mesobrometen und Molinieten (Photo 1, 2), die durch eine jahrelange Magerwiesennutzung gefördert wurden und mit Ausnahme der Xerobrometen früher die dominierenden Grünlandgesellschaften darstellten, sind es heute die nach Düngung entstandenen ein- und zweischürigen trockenen Arrhenathereten, die das Gebiet prägen. Der große Pflanzenartenreichtum auch dieser Arrhenathereten ist auf Trockenheit (dies belegt das Vorkommen einiger *Festuco-Brometea*-Arten) und auf die geringe Düngungsintensität im Gebiet zurückzuführen; sie ist seit mehreren Jahren wie folgt festgelegt: alle zwei Jahre höchstens 750 kg Thomasmehl/ha mit einem  $P_2O_5$ -Gehalt (Reinnährstoffgehalt) von bis zu 12 % und 200 kg Kalisalz/ha mit einem  $K_2O$ -Gehalt (Reinnährstoffgehalt) von bis zu 60 %. Stickstoffhaltige Düngemittel werden seit Jahren nicht mehr verwendet (Mitt. der Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege, Freiburg).

Zwischen den Wiesengesellschaften wachsen in tieferen Senken auch Großseggen- und *Phragmites*-Bestände; eingestreute Gebüschgruppen und Einzelbäume geben dem Gebiet ein parkartiges Aussehen. Dieses räumliche und standörtliche Nebeneinander meso- und eutraphenter Gesellschaften bot eine günstige Voraussetzung für einen aktualistischen Vergleich verschiedener Grünlandbiozönos.

## Methoden

**Erfassung der Vegetation**  
(homologe Gesellschaften, Arteninventar, Deckung)

Aufgrund des umfangreichen Materials an Vegetationsaufnahmen aus weiten Bereichen des gesamten Naturschutzgebietes (GÖRS 1974; SCHALL und LUTZ 1982; LUTZ 1983, eigene Aufnahmen) konnten über pflanzensoziologische Tabellenarbeit ein-



Photo 2: Pfeifengraswiese (*Cirsio tuberosi*-Molinietum) mit dem Rohr-Pfeifengras *Molinia arundinacea*, umgeben von angrenzenden Schilf-Beständen (*Phragmites communis*); Mitte Juli 1986.

ander homologe (meso-/eutraphente) Grünlandgesellschaften herausgearbeitet werden. Die folgenden vier häufigeren Typen seien, da hierfür auch zoologische Daten vorliegen, näher behandelt:

- Typ 1 *Mesobrometum*, Subass. von *Cirsium tuberosum* (Photo 1),
- Typ 2 *Cirsio tuberosi*-Molinietum, Subass. von *Bromus erectus* (Photo 2),
- Typ 3 *Arrhenatheretum*, Subass. von *Salvia pratensis*, Typische Variante,
- Typ 4 *Arrhenatheretum*, Subass. von *Salvia pratensis*, Variante von *Colchicum autumnale*.

Der Typ 1 kann ceteris paribus durch Düngung in Typ 3, der Typ 2 in Typ 4 überführt werden.

Die im folgenden dargestellten Detailuntersuchungen erfolgten in vier repräsentativen, diesen Typen entsprechenden Dauerbeobachtungsflächen (100 m<sup>2</sup>) oder in deren unmittelbaren Umgebung (STEFFNY et al. 1984; KRATOCHWIL 1989a).

**Erfassung der Vegetationsdichte**  
mittels eines IR-Lichtmeßgerätes

Das Gerät wurde von Herrn Dipl.-Ing. R. Oppermann entwickelt (OPPERMANN i. Dr.): 110 Leuchtdioden, die auf einer Fläche von 40 × 10 cm verteilt sind, emittieren ein gepulstes IR-Licht (Wellenlänge 950 nm, Frequenz 10 kHz), das von einer Si-Solarzelle in 27 cm Entfernung aufgefangen wird. Die auftreffende Lichtmenge wird in % angegeben und stellt ein Maß für die Vegetationsdichte dar. Die Messungen erfolgten in den einzelnen Vegetationsschichten in 10 cm-Schritten. Die Untersuchungen wurden im Rahmen einer Diplomarbeit (FEDERSCHMIDT 1988) durchgeführt.

**Erfassung des Kleinklimas**

Über einen Zeitraum von 3 Jahren liegen Angaben über Temperatur und Luftfeuchte aus den Dauerbeobachtungsflächen vor; die Thermohygrographen befanden sich in Wetterhäusern etwa 5 cm über der Bodenoberfläche.

**Blühphänologie und Blumdichte**

Innerhalb des Zeitraumes von 1983–1987 wurde über die gesamte Vegetationsperiode in den einzelnen Untersuchungsflächen in wöchentlichem Abstand die Blühphänologie aller entomophilen Pflanzenarten erfaßt (zur Methode s. KRATOCHWIL 1983, 1984). Die jeweils festgestellte Blumdichte bezieht sich dabei auf die Anzahl Blüten, Infloreszenzen und Synfloreszenzen in den einzelnen Dauerbeobachtungsflächen zum jeweiligen Beobachtungszeitpunkt. Es liegen derzeit Daten von insgesamt 120 Pflanzenarten vor.

**Erfassung der Blütenbesucher- und Heuschrecken-Gemeinschaften**

Aufgrund der unterschiedlichen Lebensweise, insbesondere auch ihrer unterschiedlichen Mobilität, kamen bei der Erfassung der ausgewählten Insektengruppen verschiedene Methoden zum Einsatz:

a) In den einzelnen Dauerbeobachtungsflächen der verschiedenen Pflanzengesellschaften wurde auf einer Fläche von jeweils 100 m<sup>2</sup> die blütenbesuchende Entomofauna mindestens zweimal wöchentlich über die gesamte Vegetationsperiode erfaßt, bei leicht kenntlichen Arten durch Beobachtung, bei schwierigen Gruppen durch Absammeln und anschließende Determination. Angaben über das Verhalten, z. B. Blütenbesuch, wurden mitprotokolliert.

b) Die Erfassung von Blütenbesuchern mit größerer Mobilität (Hummeln, Tagfalter) geschah über die sogenannte Transekt-Methode. Auf normierten Strecken wurden in homogenen Beständen innerhalb eines bestimmten, gut überschaubaren Ausschnittes alle angetroffenen Hummeln und Falter einschließlich ihres jeweiligen Verhaltens protokolliert (zur Methode STEFFNY et al. 1984).

c) Eine besonders genaue Methode kam zur Anwendung, um die Pollensammelhabitate verschiedener Hummelarten (*Bombus terrestris*, *B. lucorum*, *B. lapidarius*) zu erfassen.

*darius*) festzustellen. Hierbei erfolgte eine Analyse des Corbicularpollens individuell markierter Arbeiterinnen von Hummelvölkern, die in künstlichen Nestern im Untersuchungsgebiet gehalten wurden. Nach den bevorzugten Sammelpflanzen konnte auf die besuchten Pflanzengesellschaften rückgeschlossen werden (KRATOCHWIL und KOHL 1988; KOHL 1989).

d) Die Erfassung der Heuschrecken geschah im wesentlichen durch Fangen der Imagines mit dem sogenannten Isolationsquadrat (Grundfläche 2 m<sup>2</sup>), durch Keschern der Larven und Imagines in den Dauerbeobachtungsflächen und durch die Zählung akustisch erfaßter Heuschrecken nach der Transekt-Methode (FEDERSCHMIDT 1988).

## Ergebnisse und Diskussion

### Vegetationsveränderungen

#### Gesellschaftsvergleich

Das vorliegende Aufnahmematerial aus Bereichen des gesamten Naturschutzgebietes läßt jeweils einander homologe Gesellschaften auf ungedüngten und gedüngten Flächen erkennen (s. o.). Entscheidend ist hier der unterschiedliche Wasserhaushalt der Böden. Das *Mesobrometum*, Subass. von *Cirsium tuberosum*, und das daraus durch Düngung hervorgegangene *Arrhenatheretum salvietosum*, Typische Variante, wachsen auf einer Kalk-Paternia, das *Cirsio tuberosi-Molinietum*, Subass. von *Bromus erectus*, und das *Arrhenatheretum salvietosum*, Variante von *Colchicum autumnale*, auf einem Gley- bzw. Gleypaternia-Standort.

#### Veränderungen im Arteninventar

Das Vegetationsschema in Abbildung 1 faßt die wesentlichen Unterschiede der ungedüngten und gedüngten Gesellschaften aus Bereichen des gesamten Naturschutzgebietes zusammen. Die Differentialarten-Gruppen 1–3 sind durch Arten charakterisiert, die den gedüngten Beständen fehlen (s. auch Tabelle 1, Photo 3 und das Titelbild). Die Arten der Gruppe 2 vermitteln zwischen dem *Mesobrometum* und *Molinietum*; auch handelt es sich hier um durch Wechsel trockenheit geförderte Arten. Die meisten Arten der Gruppe 3 reagieren darüber hinaus empfindlich gegenüber einem länger andauernden angespannten Wasserhaushalt, sie fehlen deshalb im *Mesobrometum*. Die Arten der Gruppen 5 und 6 kommen in nicht oder schwach gedüngten Beständen vor, in vielen Fällen handelt es sich auch um konkurrenzschwache Arten. Die Vertreter der Gruppen 7–10 treten in gedüngten Beständen auf, bei denen der Gruppe 7 handelt es sich häufig um Wechsel trockenheitszeiger. Die Arten der Gruppe 8 und 10 haben einen Schwerpunkt in gedüngten Beständen, das Vorkommen der Arten der Gruppe 9 und 10 in den Mesobrometen und Molinieten zeigt bereits eine Störung des Nährstoffhaushaltes in diesen Beständen an.

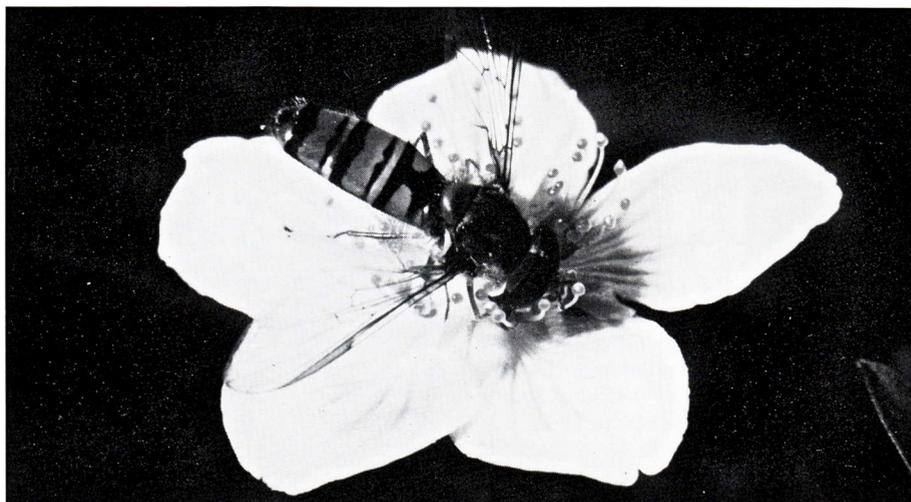


Photo 3: Das Herzblatt *Parnassia palustris* kommt im Gebiet häufig im *Cirsio tuberosi-Molinietum* vor. Diese Art erträgt ebenfalls eine Düngung nicht. An der Blüte nimmt die Schwebfliege *Episyrphus balteatus* Nektar auf, Sept. 1985.

#### Veränderung in der Artenzahl

Die mittlere Artenzahl ist beim *Molinietum* und *Arrhenatheretum salvietosum*, Variante von *Colchicum autumnale*, mit 43 Arten am höchsten, beim *Arrhenatheretum salvietosum*, Typische Variante, mit 37 Arten am niedrigsten (Tabelle 1). Ein Mittelwertvergleich über den t-Test (0,05 %-Niveau) ergibt bei den hier untersuchten Gesellschaften keine statistisch signifikanten Unterschiede in den mittleren Artenzahlen. Dies dokumentiert den noch geringen Einfluß der Düngung auf die Artendiversität dieser Gesellschaften im Gebiet.

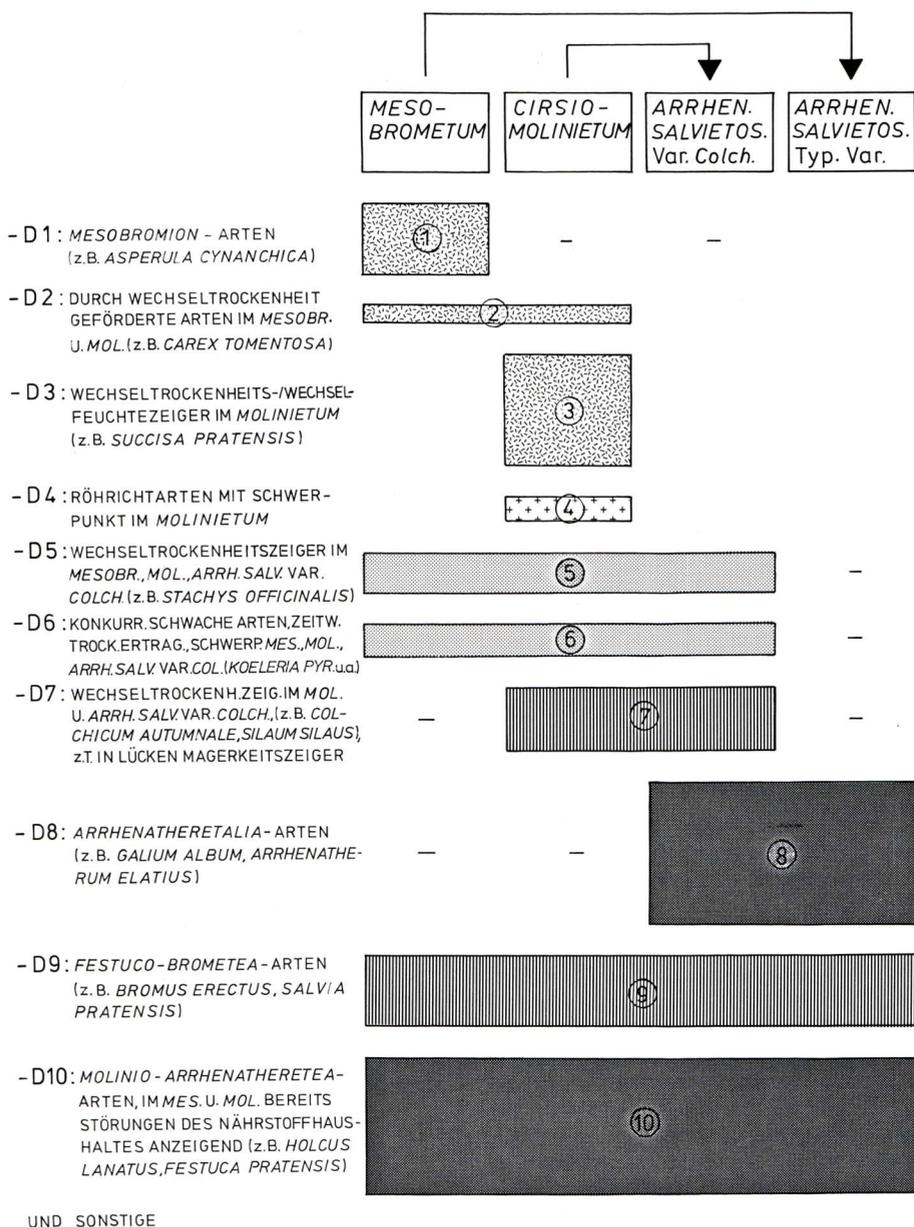
#### Veränderungen in der Dominanzstruktur

Auch wenn sich die ungedüngten und gedüngten Gesellschaften in der mittleren Ar-

tenzahl gleichen, so ist bei den gedüngten Gesellschaften, legen wir alle vorhandenen Aufnahmen aus weiten Bereichen des Naturschutzgebietes zugrunde (insbes. SCHALL und LUTZ 1982), eine deutliche Zunahme von Arten mit höherer Deckung zu verzeichnen. Die Veränderung der Dominanzstruktur verläuft in den einzelnen Artengruppen (Abbildung 1) sehr unterschiedlich. Die allgemeine Zunahme ist um so höher zu bewerten, als zahlreiche Arten der Gruppen 1–6 (Abbildung 1) in den Magerrasen eine höhere Deckung besitzen, nach einer Überführung in ein *Arrhenatheretum* entweder ganz verschwinden oder deutlich in ihrer Deckung abnehmen (für das *Mesobrometum* z. B. *Thymus pulegioides*, *Hippocrepis comosa*; für das *Molinietum* z. B. *Carex tomentosa*, *Deschampsia cespitosa*). Die Überführung

Tab. 1: Ausschnitt aus der pflanzensoziologischen Tabelle Gruppe 1–3 von Abbildung 1

	MESO-BROMETUM	CIRSIO-MOLINIETUM	ARRHEN. SALVIETOS. Var. Colch.	ARRHEN. SALVIETOS Typ. Var.
ANZAHL AUFNAHMEN	10	9	14	9
MITTLERE ARTENZAHL	41	43	43	37
ANZAHL ROTE-LISTE-ARTEN	9	12	5	1
①				
* <i>Thymus pulegioides</i>	V		+	I
* <i>Orchis ustulata</i>	II		+	
<i>Helianthemum num. obscurum</i>	II	I		
<i>Hippocrepis comosa</i>	V		+	
<i>Dianthus carthusianorum</i>	II		+	
<i>Plantago lanc. sphaerostachya</i>	V			
<i>Asperula cynanchica</i>	III			
<i>Anthyllis vulneraria</i>	II			
* <i>Euphorbia seguierana</i>	II			
②				
* <i>Tetragonolobus maritimus</i>	II	IV	+	
* <i>Carex tomentosa</i>	II	II		
③				
* <i>Parnassia palustris</i>	+	II		
* <i>Epipactis palustris</i>	+	I		
<i>Gymnadenia conopsea</i>	+	II		
* <i>Ophrys sphegodes</i>	+	I		
* <i>Equisetum x trachyodon</i>	+	I		
<i>Succisa pratensis</i>		IV	I	
* <i>Selinum carvifolia</i>		I	+	
<i>Molinia arundinacea</i>		IV		
* <i>Ophrys apifera</i>		II		
<i>Potentilla erecta</i>		II		
<i>Viola hirta</i>		II		
<i>Solidago virgaurea</i>		I		
* <i>Ophioglossum vulgatum</i>		I		
<i>Galium boreale</i>		I		



UND SONSTIGE

Abb. 1: Schema zur pflanzensoziologischen Tabelle der untersuchten Grünlandgesellschaften im Naturschutzgebiet »Taubergießen«; zusammengestellt nach SCHALL und LUTZ 1982 und eigenen Aufnahmen. D = Differentialarten-Gruppen im Gebiet; D 1–3: in gedüngten Beständen fehlend; D 5, 6: in nicht oder schwach gedüngten Beständen vorkommend; D 7, 9: auch in gedüngten Beständen vorkommend; D 8, 10: mit Schwerpunkt in gedüngten Beständen.

des *Molinietum* in ein *Arrhenatheretum salvietosum*, Variante von *Colchicum*, führt zu einer deutlichen Zunahme der Artmächtigkeitsklassen 2m und 2a, bei der des *Mesobrometum* in ein *Arrhenatheretum salvietosum*, Typische Variante, zu einer Zunahme der Klassen 1 und 2b (SCHALL und LUTZ 1982, unpubl. Tabellenmaterial).

Die im folgenden dargestellten Ergebnisse wurden im Rahmen der Detailuntersuchungen in den repräsentativen Dauerbeobachtungsflächen gewonnen.

#### Veränderungen in der Vegetationshöhe und -dichte

Die einzelnen Gesellschaften zeigen eine unterschiedliche Vegetationshöhe und eine unterschiedliche Verteilung der Vegetationsdichte in den einzelnen Straten der Krautschicht (Abbildung 2). Innerhalb ei-

ner Gesellschaft verändern sich Höhe und Dichte der Vegetation im Laufe der Vegetationsperiode in spezifischer Weise; je nach Zeitpunkt der Mahd bildet sich diese Schichtung wieder neu aus.

– Vergleich *Mesobrometum*/*Arrhenatheretum salvietosum*, Typische Variante

Bei einer Überführung des *Mesobrometum* in ein *Arrhenatheretum* verändert sich die Vegetationshöhe um ca. 30 cm und vor allem die Vegetationsdichte in allen Straten der Krautschicht deutlich (Abbildung 2). Der stufige Aufbau der Straten ist beim *Mesobrometum* deutlicher ausgeprägt, der Kurvenverlauf entspricht einer Exponentialfunktion; beim *Arrhenatheretum* liegt in der Regel ein sigmoider Kurvenverlauf vor, wobei eine deutliche Abnahme der Vegetationsdichte erst nach Überschreiten des Wendepunktes eintritt. Mit der Überführung verändern sich auch der

Mahdtermin und der Mahdrhythmus. Während das *Mesobrometum* im näheren Untersuchungsgebiet der Dauerbeobachtungsflächen aufgrund seiner geringen Produktivität nicht alle Jahre gemäht wird, dann in der Regel auch erst ab Juli, findet eine Mahd alljährlich im *Arrhenatheretum* im Juni statt. Auch dies bedingt einschneidende Veränderungen in der Vegetationsstruktur im Jahresverlauf. Um so gravierender müssen die Auswirkungen bei zwei bis dreischürigen *Arrhenathereten* in der »normalen« Intensivlandschaft sein.

– Vergleich *Molinietum*/*Arrhenatheretum salvietosum*, Variante von *Colchicum autumnale*

Auch hier verändert sich bei der Überführung die Vegetationshöhe um ca. 30 cm und in einem noch größeren Umfang die Vegetationsdichte (Abbildung 2). Durch diese Erhöhung der Vegetationsdichte kommt es zu einer Nivellierung des stufigen Schichtenaufbaus, der zumindest in der ersten Jahreshälfte für das *Molinietum* typisch ist. Das *Molinietum* wird im Gebiet frühestens Ende August, das *Arrhenatheretum salvietosum*, Variante von *Colchicum*, Mitte Juni und Mitte bis Ende August gemäht. Diese zeitliche Verschiebung des Mahdtermins, aber auch die Zweischürigkeit des *Arrhenatheretum*, führen zu einer beträchtlichen Veränderung der Vegetationsstruktur im Jahresverlauf.

#### Veränderungen im Mikroklima

Das Mikroklima wird in den einzelnen Gesellschaften im wesentlichen durch die Vegetationsstruktur, aber auch durch das Kleinrelief und den Wasserhaushalt geprägt. Da sich die Meßelemente über die gesamte Vegetationsperiode unverändert in ca. 10–30 cm Höhe über dem Boden befinden, ist die Vegetationsstruktur ein wichtiger, die Lufttemperatur und -feuchte in diesem Bereich beeinflussender Faktor.

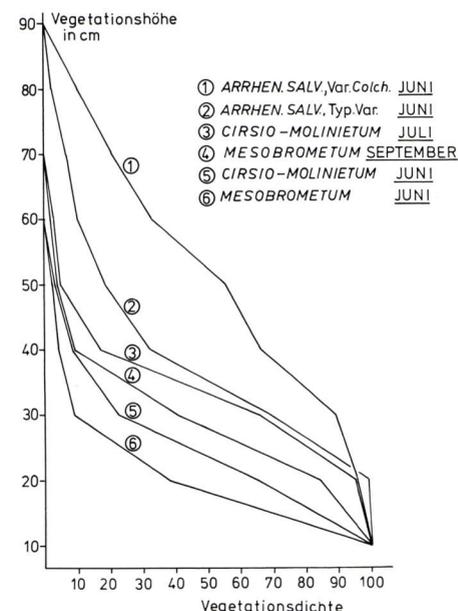


Abb. 2: Die Vegetationshöhe und -dichte der untersuchten Grünlandgesellschaften zu verschiedenen Zeitpunkten im Jahresverlauf.

Ohne Mahdeinfluß liegen die Tagesmaxima und -minima der Temperatur beim *Mesobrometum* um ca. 1 °C höher, beim *Molinietum* – hier nur die Tagesmaxima – um ca. 1 °C niedriger als im *Arrhenatheretum*, das im Jahresgang der Temperatur zwischen den beiden ungedüngten Gesellschaften liegt. Gegenüber dem *Mesobrometum* haben das *Molinietum* und das *Arrhenatheretum* eine um durchschnittlich 10–15 % höhere Luftfeuchte in der Krautschicht. Die Überführung der Magerrasengesellschaften bewirkt demnach eine »mikroklimatische Nivellierung« im Tagesgang von Temperatur und Luftfeuchte in der Krautschicht.

Als weiterer wichtiger Faktor muß der Einfluß des Windes mitberücksichtigt werden. An Tagen mit Windstille wird in Gesellschaften mit niedriger Krautschicht bei höherer Sonnenstrahlung eine höhere Temperatur erreicht als bei solchen, wo der Wind einen Wärmeluftstau verhindert. In Gesellschaften mit höherer Krautschicht ist die Wirkung des Windes in den untersten Bereichen der Krautschicht wesentlich geringer, entsprechend auch sein Einfluß auf die Temperatur. Zusammen mit der höheren Luftfeuchte hat die höhere Vegetationsdichte eine ausgleichende Wirkung auf den tageszeitlichen Temperaturgang.

Einen besonderen Einfluß auf das Mikroklima der Gesellschaften übt die Mahd aus, die Auswirkungen sind gesellschaftsspezifisch und vom Zeitpunkt des Eingriffs abhängig. Sie hat beim *Mesobrometum* (Mahd im Juli) und *Molinietum* (Mahd Ende August/Anfang September) auf den mikroklimatischen Jahresgang geringere Auswirkungen als im ein- bzw. zweischürigen *Arrhenatheretum* (Mahd im Juni und August).

Zusammenfassend ist festzustellen, daß im Vergleich zu den ungedüngten Gesellschaften die gedüngten ein tageszeitlich ausgeglicheneres Mikroklima besitzen, jahreszeitlich jedoch durch die Mahd starke Veränderungen im Mikroklima der Krautschicht zeigen.

#### Veränderungen in der Anzahl blühender entomophiler Pflanzenarten und in der Blumendichte

Eine für die spätere Beurteilung von Veränderungen in den Blütenbesucher-Gemeinschaften wichtige Frage behandelt die Unterschiede der einzelnen Gesellschaften in der Anzahl dort vorkommender blühender entomophiler Pflanzenarten und in der Blumendichte. Bei der Überführung des *Mesobrometum* in ein *Arrhenatheretum* kommt es zu einer deutlichen Abnahme in der Anzahl blühender entomophiler Pflanzenarten. In der Blumendichte sind die Unterschiede nicht sehr groß, ähnlich den Ergebnissen im Vergleich der mittleren Deckungsgrade. Dennoch fällt auf, daß eine Art, die in beiden Gesellschaften vorkommt, trotz gleicher Deckung in sehr unterschiedlicher Blumendichte auftreten kann. Interessant ist hierbei, daß unter die-

sen die *Festuco-Brometea*-Arten im *Mesobrometum* eine höhere Blumendichte haben als im *Arrhenatheretum* (z. B. *Sanguisorba minor*, *Scabiosa columbaria*) umgekehrt *Molinio-Arrhenatheretea*-Arten eine höhere Dichte im *Arrhenatheretum* (z. B. *Centaurea jacea*, *Lathyrus pratensis*). Dieses Ergebnis zeigt, daß auch hier Veränderungen in der Blumendichte auftreten, diese jedoch derzeit nur bei einer Differenzierung nach soziologischen Gruppen nachzuweisen sind.

Eine Abnahme in der Anzahl blühender entomophiler Pflanzenarten ist bei der Überführung des *Molinietum* nicht festzustellen, doch besitzt das *Arrhenatheretum salvietosum*, Variante von *Colchicum*, eine deutlich höhere Anzahl von Arten mit größerer Floreszenzzahl als das *Molinietum*.

#### Veränderungen in der Blühphänologie

Allen untersuchten Gesellschaften ist eine für sie typische Blühphänologie eigen, die einerseits durch die natürliche Abfolge der Blühzeiten der sie aufbauenden Arten, andererseits aber auch durch anthropogene Einflüsse (z. B. die Mahd) bestimmt wird (KRATOCHWIL 1989a).

##### – Vergleich *Mesobrometum* / *Arrhenatheretum salvietosum*, Typische Variante

Bei einer Überführung eines *Mesobrometum* in ein *Arrhenatheretum* verändert sich die Blühphänologie besonders in den Monaten Mai und Juni. Es verschwinden einerseits die das *Mesobrometum* im Mai und Juni blühphänologisch charakterisierenden Magerrasen-Arten völlig, wodurch die Anzahl der zu diesem Zeitpunkt blühenden Arten stark vermindert wird, andererseits kommt es durch die Vorverlagerung des Mahdtermins im *Arrhenatheretum* auf Anfang bis Mitte Juni, an dem zuvor das *Mesobrometum* die höchste Anzahl blühender entomophiler Arten im Jahresverlauf besaß, jetzt zu einer deutlichen Verringerung des Blumenangebotes. Die Veränderungen in der zweiten Jahreshälfte sind gering.

##### – Vergleich *Molinietum* / *Arrhenatheretum salvietosum*, Variante von *Colchicum autumnale*

Die für das *Molinietum* typische, über den Zeitraum Juni und Juli reichende kontinuierliche Blühfolge wird im *Arrhenatheretum* Mitte Juni durch die Mahd unterbrochen, so daß im Gegensatz zum *Molinietum*, das durch hohe Floreszenzzahlen im Juli charakterisiert ist, im *Arrhenatheretum* ein zweites, jedoch nur kurzes Blühmaximum Ende Juli/Anfang August vor dem zweiten Schnitt erreicht wird.

Die Ergebnisse zeigen, daß es mit der Überführung der Gesellschaften zu erheblichen Veränderungen in der Blühphänologie kommt. Dies beruht einerseits auf Verschiebungen im Arteninventar, andererseits ist es die Folge des veränderten Mahdzeitpunktes und Mahdrhythmus.

#### Veränderungen im Arealtypen-Spektrum

Das *Mesobrometum* besitzt mit 41 % den höchsten Anteil an submediterranen Arten von den vier untersuchten Pflanzengesellschaften. Mit der Überführung des *Mesobrometum* in ein *Arrhenatheretum* kommt es zu einer Abnahme des Anteils submediterranen Arten um 11 % und einer Zunahme europäisch-eurosibirisch verbreiteter Arten um 12 %. Das *Molinietum* und das *Arrhenatheretum salvietosum*, Variante von *Colchicum*, haben ein weitgehend identisches Arealtypen-Spektrum.

#### Veränderungen im Naturschutzwert

Bei allen hier untersuchten Pflanzengesellschaften handelt es sich um solche, die in Baden-Württemberg und auch in der gesamten BRD gefährdet sind; dies gilt auch für das *Arrhenatheretum salvietosum*.

Eine unter Naturschutzgesichtspunkten wichtige Zielartengruppe (KRATOCHWIL 1989b) umfaßt im Untersuchungsgebiet alle stenöken Magerrasen-Arten, im Falle des *Mesobrometum* viele submediterrane Arten, im *Molinietum* bestimmte dort typische europäisch-eurosibirisch verbreitete Arten. Die Erhaltung dieser Standortsspezialisten ist in den Glatthaferwiesen nicht möglich.

#### Veränderungen im Tierartenbestand

##### **Wildbienen (Hymenoptera Apoidea)**

##### Veränderungen im Arteninventar und mögliche Ursachen

Von den insgesamt 87 Wildbienenarten, die in den vier untersuchten Pflanzengesellschaften nachgewiesen werden konnten, kommen 27 Arten in höheren Individuenzahlen vor, so daß sie zu einem Vergleich herangezogen werden können. Die Tabelle 2 faßt diese Arten nach ihrem Stenotopiegrad und Schwerpunktverkommen zusammen. Hierbei lassen sich grob drei Gruppen unterscheiden:

- Arten der untersuchten ungedüngten Wiesen (1–3, bedingt 4, 7, 10)
- Arten der untersuchten gedüngten Wiesen (6, 8, 9, bedingt 4, 5)
- indifferente Arten (11, 12).

Die Ursachen für die Bindung der einzelnen Arten an diese Gesellschaften sind z. T. sehr verschieden, auch wirken oft mehrere Faktoren zusammen. Im folgenden seien an einigen Beispielen Gründe für die Veränderungen des Arteninventars bei der Überführung der Magerrasen durch Düngung genannt.

##### – Nistplatzangebot

Für die im Boden nistenden Wildbienen-Arten spielen u. a. der Bodentyp, die Dichte der darüber wachsenden Vegetation, die Exposition und das Mikroklima eine wichtige Rolle. Das *Mesobrometum* besitzt durch seine lückige Vegetationsstruktur sehr günstige Voraussetzungen für Bo-



Photo 4: Die Sandbiene *Andrena falsifica* sammelt vorwiegend Pollen an Fingerkräutern (z. B. am Frühlings-Fingerkraut *Potentilla tabernaemontani*). Durch Aufdüngung verschwindet ihre Vorzugspflanze, darüber hinaus erhöht sich die Vegetationsdeckung und offene Bodenstellen, die diese im Boden nistende Bienenart benötigt, überwachsen. Ende April 1987.

Tab. 2: Die dominanten Wildbienen-Arten der untersuchten Grünlandgesellschaften, gegliedert nach Schwerpunktorkommen und Stenotopiegrad; AZ = Artenzahl, RL = Anzahl Rote-Liste-Arten.

AZ / RL	54   6	46   7	45   4	42   6
	MESOBROMETUM	CIRSIO-MOLINIETUM	ARRHENATHER. SALVIETOSUM VAR. COLCHICUM	ARRHENATHER. SALVIETOSUM TYP. VARIANTE
①	<i>Lasioglossum albipes</i> <i>L. morio</i> <i>Nomada</i> <i>Sphecodes</i>	—	—	—
②	<i>Lasioglossum leucozonium</i> <i>Lasioglossum pauxillum</i> <i>Lasioglossum villosulum</i> <i>Lasioglossum zonulum</i>	—	—	—
③	—	<i>Andrena falsifica</i> <i>Hylaeus</i>	—	—
④	<i>Andrena</i> <i>Lasioglossum</i>	—	<i>ovata</i> <i>calceatum</i>	—
⑤	—	<i>Halictus simplex</i> , <i>H. tumulorum</i>	—	—
⑥	—	—	<i>Andrena nitidiuscula</i> <i>A. cineraria</i> <i>A. humilis</i>	—
⑦	<i>Bombus</i> <i>Lasioglossum</i>	—	—	<i>humilis interruptum</i>
⑧	—	—	<i>Bombus terrestris</i> <i>Bombus lucorum</i> <i>Bombus lapidarius</i>	—
⑨	—	—	—	<i>Andrena viridescens</i> <i>A. minutuloides</i>
⑩	<i>Halictus maculatus</i> <i>Halictus major</i> <i>Lasioclossum politum</i>	—	—	<i>H. maculatus</i> <i>H. major</i> <i>L. politum</i>
⑪	<i>A. flavipes</i>	—	<i>Andrena flavipes</i>	—
⑫	<i>Bombus pascuorum</i> <i>Bombus sylvarum</i>	—	—	—

dennister. Ihr Anteil ist dort auch besonders hoch, für viele Arten, die im *Mesobrometum* auftraten, liegen Nistnachweise vor. Mit der Überführung des *Mesobrometum* in ein *Arrhenatheretum* wird dieses Nistplatzangebot reduziert. Dies zeigt sich auch daran, daß Kuckucksbienen der Gattungen *Nomada* (Wespenbienen) und *Sphecodes* (Blutbienen), die selbst keine Brut versorgen, sondern ihre Eier in die Nester von spezifischen Wirtsbienen der Gattungen *Andrena* (Sandbienen) und *Halictus/Lasioglossum* (Furchenbienen) legen, in den untersuchten Gesellschaften nur im *Mesobrometum* auftraten (Tabelle 2).

Das Vorkommen der zahlreichen *Hylaeus* (Maskenbienen)-Arten im *Molinietum* hat u. a. ebenfalls seinen Grund in spezifischen Nistgewohnheiten. Es handelt sich bei ihnen zumeist um Pflanzenstengel-Nester. Der späte Mahdtermin, das Vorkommen bestimmter höherer Stauden und zahlreicher dickstengeligere Poaceen-Arten begünstigt dort ihr Vorkommen.

– Anwesenheit bestimmter Nektar- und Pollenpflanzen

Ein typisches Beispiel für das spezifische Vorkommen einer Wildbienen-Art aufgrund der Anwesenheit einer Vorzugspflanze ist die Sandbiene *Andrena falsifica* (Photo 4). Diese Art sammelt bevorzugt an Arten der Gattung *Potentilla*, im *Cirsio-Molinietum* an *Potentilla erecta*. Wenn durch eine Überführung des *Cirsio-Molinietum* in ein *Arrhenatheretum* die *Potentilla erecta* verschwindet, kann auch diese Sandbienen-Art dort nicht überleben. Ein hoher Prozentsatz unserer Wildbienen besitzt Blütenbesuchspräferenzen (KRATOCHWIL 1988).

– Mahdtermin

Ein weiterer wichtiger Faktor, der das Vorkommen bestimmter Wildbienen-Arten stark beeinflusst, ist die Mahd. Für die Arten der Gruppe 1–3 (Tabelle 2) liegt der Mahdzeitpunkt in den *Arrhenathereten* Mitte Juni genau in ihrer Hauptaktivitätszeit (Abbildung 3A). Da die meisten Kleinbienen-Arten nur einen geringen Aktionsradius um ihr Nest besitzen, fallen nach einer großflächigen Mahd Nektar- und Pollenquellen über einen längeren Zeitraum aus. Für Arten mit höherer Nahrungsspezifität und z. T. nur geringer jahreszeitlicher Flugaktivität ist dieser Eingriff besonders schwerwiegend (Photo 5). Die Arten der gedüngten Wiesen entgehen einer Mahd dadurch, daß präadaptiv ihre Hauptaktivitätszeit entweder vor der ersten oder zweiten Mahd liegt, oder in den Mahdrhythmus eingepaßt ist (Abbildung 3B).

Im Vergleich zu zahlreichen Wildbienen-Arten sind Hummeln dadurch, daß sie großräumiger ausweichen können, von dem Faktor Mahd unabhängiger, aber auch bei dieser Tiergruppe zeigt es sich bei näherer Analyse, daß sich nicht alle Hummelarten gleich verhalten. Während *Bombus pascuorum* und *B. sylvarum* aufgrund ihrer Sammelstrategie leicht auf andere nicht oder noch nicht gemähte Pflanzengesellschaften überwechseln können,

reagieren andere Arten (*B. lapidarius*, *B. lucorum*, *B. terrestris*; s. u.) wesentlich empfindlicher.

– Blumendichte

Die Transektuntersuchungen an Hummeln, aber auch die Analyse des von einzelnen Arbeiterinnen in ihre Nester eingebrachten Pollens belegt, daß den Glatthaferwiesen als Sammelhabitat für Hummeln eine größere Bedeutung zukommt als den Magerrasen (Tabelle 2). Besondere Präferenzen zeigen hierbei die Arten *Bombus lapidarius*, *B. lucorum* und *B. terrestris*. Für sie ist nicht eine hohe Diversität blühender Pflanzenarten in einer Pflanzengesellschaft entscheidend, sondern die Dominanz einzelner weniger, von ihnen gut nutzbarer Pollen- und Nektarpflanzen, z. B. *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, *Vicia cracca*, *Lathyrus pratensis*, *Lotus corniculatus*.

Insgesamt ist festzustellen, daß die Überführung von *Mesobrometum* und *Molinietum* in ein *Arrhenatheretum salvietosum* das Vorkommen einer arten- und individuenreichen Hummelgemeinschaft fördert (s. ausführlich in STEFFNY et al. 1984; KRATOCHWIL 1987, 1989a; KOHL 1988; KRATOCHWIL und KOHL 1988).

Änderungen in der Dominanzstruktur

Soziale Bienenarten zeichnen sich aufgrund der gebildeten Arbeiterinnen-Generation(en) durch wesentlich höhere Individuenzahlen aus als solitär lebende Arten. Das Verhältnis solitäre zu sozialen Arten stellt deshalb ein gutes Maß für die Dominanzstruktur der jeweiligen Zönose dar. In den gedüngten Gesellschaften kommen im Vergleich zu den ungedüngten mehr soziale Arten vor. Da Pollen, in gewissem Umfang auch Nektar, zu einem limitierenden Faktor werden kann, ist bei der Zunahme von Arten mit höheren Individuenzahlen bei gleicher Ressourcennutzung und gleichem Ressourcenangebot mit einer Erhöhung des Konkurrenzdruckes auf individuenarme, in der Regel solitäre und häufig nahrungsspezifische Arten zu rechnen.

Veränderungen im Arealtypen-Spektrum

Analog zu den Verhältnissen bei der Vegetation besitzt auch das *Mesobrometum* mit 24 % den höchsten Anteil an submediterranen Arten. Die Aufdüngung eines *Mesobrometum* führt auch hier zu einer »arealgeographischen Umschichtung« mit einer Abnahme des submediterranen (um 6 %) und einer Zunahme des europäisch-eurosibirischen Elementes (um 7 %). Bei der Überführung des *Molinietum* in ein *Arrhenatheretum* tritt hingegen keine Veränderung im Arealtypen-Spektrum ein.

Veränderung im Naturschutzwert

Insgesamt ist eine deutliche Abnahme in der Wildbienen-Artenzahl (12 Arten) im Untersuchungsgebiet nur bei der Überführung des *Mesobrometum* in ein *Arrhenatheretum* festzustellen, hinsichtlich der Anzahl Rote-Liste-Arten sind die Unterschiede allgemein gering. Dies liegt u. a.

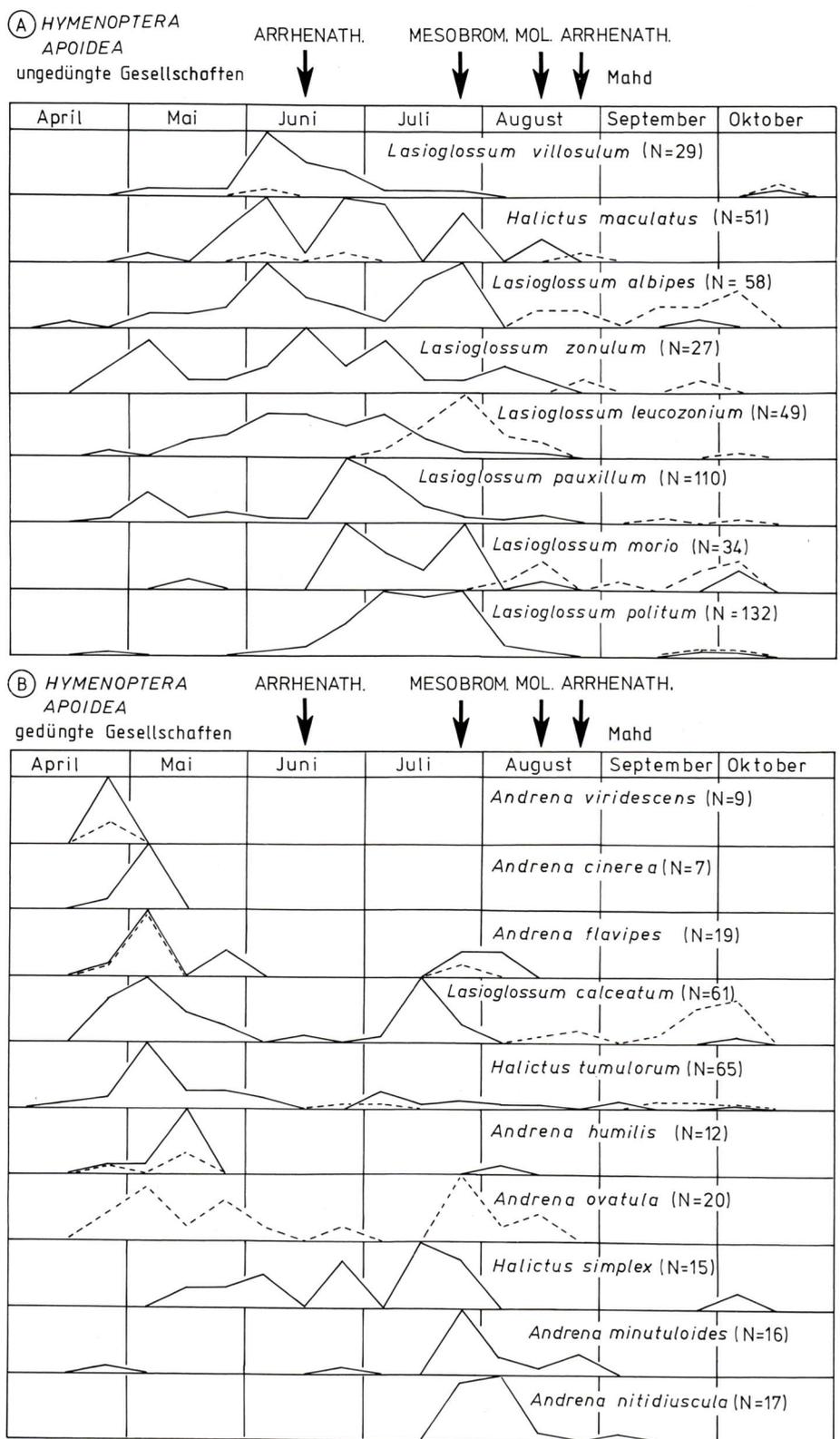


Abb. 3: Aktivitätsphänologien verschiedener im Gebiet häufiger Wildbienen-Arten. A: Arten mit einem Schwerpunkt in den Magerrasen (s. Tabelle 2, Gruppe 1 und 2); B: Arten mit einem Schwerpunkt in den Glatthaferwiesen (s. Tabelle 2, Gruppe 5–7, 9–11). Ausgezogene Linie: Weibchen und Arbeiterinnen; gebrochene Linie: Männchen.

auch an der kleinräumigen Mosaikstruktur des Gebietes. Eine differenzierte Analyse im Vorkommen der Rote-Liste-Arten zeigt jedoch, daß *Mesobrometum* und *Molinietum* besonders durch stenotope Rote-Liste-Arten charakterisiert sind, die den Arrhenathereten fehlen. Fast alle dort vorkommenden Rote-Liste-Arten treten hingegen auch im *Mesobrometum* und *Molinietum* auf. Die unter Naturschutzge-

sichtspunkten im Untersuchungsgebiet wichtige Zielartengruppe (KRATOCHWIL 1989b) sollte die stenotopen Standortspezialisten, die im *Mesobrometum* besonders dem submediterranen Faunenelement angehören, im *Molinietum* dem europäisch-eurosibirischen, umfassen. Ihre Erhaltung ist in den Arrhenathereten nicht gewährleistet. Die Hummeln gehören jedoch nicht zu der Zielartengruppe,

die in Mesobrometen und Molinieten zu fördern ist (KRATOCHWIL und KOHL 1988).

Die Magerrasen werden im wesentlichen von standortsspezifischen, biotopeigenen Arten bestimmt, die Glatthaferwiesen hingegen sind in ihrer Artenzusammensetzung stark durch zufliegende Arten der Umgebung geprägt.

**Schwebfliegen (Diptera, Syrphidae)**

*Veränderungen im Arteninventar und mögliche Ursachen*

In den vier Pflanzengesellschaften konnten von SCHANOWSKI (1985), auf dessen Untersuchungen im wesentlichen die hier vorgestellten Ergebnisse basieren, 48 Syrphidenarten festgestellt werden. Die 22 in höherer Individuenzahl vorkommenden Arten sind in Tabelle 3 nach Stenotopiegrad und Schwerpunktorkommen aufgelistet. Analog zu den Verhältnissen bei den Wildbienen können auch hier drei Gruppen voneinander unterschieden werden:

- a) Arten der untersuchten ungedüngten Wiesen (1–3, bedingt 4 und 6)
- b) Arten der untersuchten gedüngten Wiesen (5, 7, bedingt 1)
- c) indifferente Arten (8).

Im Gegensatz zu den apoïden Hymenopteren ist eine Analyse der Biotopbindung aus zwei Gründen schwieriger: Zum einen besitzen Syrphiden im Larvalstadium häufig eine sehr spezifische Lebensweise (aquatisch, terrestrisch, phytophag, zoophag, saprophag), somit leben viele von ihnen im Larvalstadium nicht in den untersuchten Grünlandgesellschaften. Zum anderen haben viele Arten im Adultstadium die Fähigkeit, große Ortswechsel durchführen zu können. Im folgenden seien einige Gründe für die Veränderungen im Arteninventar durch Düngung von Magerrasen angeführt.

– Änderungen in den Larvalhabitaten

Auch wenn in den meisten Fällen keine Aussage darüber getroffen werden kann, ob die in den Untersuchungsflächen erfaßten Arten dort auch im Larvenstadium leben, ist dennoch über das prozentuale Vorkommen der verschiedenen, nach Larval-

Tab. 3: Die dominanten Schwebfliegen-Arten der untersuchten Grünlandgesellschaften, gegliedert nach Schwerpunktorkommen und Stenotopiegrad; AZ = Artenzahl

AZ	32	29	28	24
	MESOBROMETUM	CIRSIO-MOLINIETUM	ARRHENATHER. SALVIETOSUM VAR. COLCHICUM	ARRHENATHER. SALVIETOSUM TYP. VARIANTE
①	<i>Paragus tibialis</i> <i>Chrysogaster macquarti</i> <i>Microdon latifrons</i> <i>Syrirta pipiens</i>	—	—	—
②	<i>Sphaerophoria menthastris</i> ♂♂		—	—
③	—	<i>Eumerus tuberculatus</i> <i>Neoascia dispar</i> <i>Platycheirus clypeatus</i> <i>Platycheirus fulviventris</i>	—	—
④	—	<i>Eoeristalis arbustorum</i>		—
⑤	—	—	<i>Orthonevra brevicornis</i> <i>Syrphus vitripennis</i> <i>Eristalis tenax</i>	—
⑥	<i>Pipizella pipizella</i>	—	—	<i>virens varipes</i>
⑦	—	—	—	<i>Myathropa florea</i> <i>Platycheirus angustatus</i>
⑧	<i>Episyrphus balteatus</i> <i>Melanostoma mellinum</i> <i>Metasyrphus corollae</i> <i>Scaeva pyrastris</i> <i>Sphaerophoria scripta</i> ♂♂ <i>Sphaerophoria</i> ♀♀			



Photo 5: Ein Schmalbienen-Weibchen von *Lasioglossum leucozonium* sammelt Pollen auf einem Blütenstand des Kleinen Mausöhrchens *Hieracium pilosella*. *Lasioglossum leucozonium* ist in Baden-Württemberg zwar weit verbreitet, die durch Düngung hervorgerufenen Veränderungen erträgt dieser Blütenbesucher jedoch nicht. Besonders gravierend wirkt sich die Abnahme offener Niststellen durch Zunahme der Vegetationsdeckung und die Vorverlagerung des Mahdtermins in seine Hauptaktivitätszeit aus. Hinzu kommt, daß diese Art gelbblühende Compositen bevorzugt besammelt. *Hieracium pilosella* ist eine Magerrasen-Art, die eine Düngung nicht erträgt. Anfang Juni 1987.

lebensweise differenzierten Gruppen eine ökologische Charakterisierung der einzelnen Syrphidengemeinschaften möglich. Eine Überführung von Mesobrometen und Molinieten in Arrhenathereten führt:

- a) zu einer Abnahme der im Larvalstadium phytophag lebenden Arten;
- b) zu einem völligen Verschwinden saprophag in Bienen-, Wespen- oder Ameisennestern lebender Arten. Auch hier spiegelt sich das reduzierte Nistplatzangebot der Wirte wider;
- c) zu einer Abnahme von Arten des *Mesobrometum*, die im Larvenstadium saprophag terrestrisch (an sich zersetzendem Pflanzenmaterial) leben;
- d) zu einer Zunahme von Arten mit saprophag aquatischer Lebensweise, die mit Sicherheit nicht ihr Larvalhabitat in den Grünlandgesellschaften haben. Bei diesen handelt es sich um Arten, die im Imaginalstadium z. T. sehr große Ortswechsel durchführen können.

– Veränderungen im Mikroklima

Für viele Syrphidenarten, dabei besonders für die präferenten Arten, spielt das Mikroklima eine wichtige Rolle. So nimmt an heißen Tagen im Tagesverlauf mit steigender Temperatur und abnehmender Luftfeuchte die Flugaktivität der Syrphiden deutlich ab (SCHANOWSKI 1985). Eine Veränderung der Vegetationsstruktur und damit auch des Kleinklimas, z. B. durch Mahd, führt für viele Syrphidenarten zu ungünstigen klimatischen Bedingungen.

– Verändertes Nahrungspflanzen-Spektrum der Imagines

Analog zu den Wildbienen gibt es auch bei den Schwebfliegen zahlreiche Arten, die bestimmte Pflanzenarten, aber auch solche einer bestimmten Blumenfarbe oder eines bestimmten Blumentyps bevorzugen (KRATOCHWIL 1987). Eine Veränderung im Pflanzenarten-Spektrum führt deshalb gleichzeitig zu einem Artenwechsel bei den Syrphiden. Der prozentuale Anteil von Nahrungsspezialisten ist in den Magerrasen höher als in den untersuchten Glatthaferwiesen.

– Veränderungen in der Blumdichte der Pflanzengesellschaften

Auch unter den Syrphiden kennen wir einige Arten, die sich wie die oben erwähnten Hummelarten blumenstet verhalten können. So bevorzugt *Eristalis tenax* Glatthaferwiesen im Gebiet, da ihre Sammelstrategie analog zu den oben erwähnten Hummelarten das Vorherrschen bestimmter Blumentypen in hoher Dichte voraussetzt (KRATOCHWIL 1987).

– Mahdtermin

Auch für die Syrphiden können Zusammenhänge zwischen Standortpräferenz, Hauptaktivitätszeit und pflanzengesellschaftsspezifische Mahdtermine nachgewiesen werden. Die Ergebnisse gleichen denen, die bei den Wildbienen vorgestellt wurden. Die Arten der ungedüngten Wiesen haben ihre Hauptaktivitätszeit in der Regel zu einem Zeitpunkt, an welchem die Glatthaferwiesen gemäht werden. Da sie

Tab. 4: Die dominanten Tagfalter der untersuchten Grünlandgesellschaften, gegliedert nach Schwerpunktverhalten und Stenotopiegrad; AZ = Artenzahl, RL = Anzahl Rote-Liste-Arten

	AZ/RL 31	4	23	3	16	0	20	2
	MESOBROMETUM		CIRSIO-MOLINIETUM		ARRHENATHER. SALVIETOSUM VAR. COLCHICUM		ARRHENATHER. SALVIETOSUM TYP. VARIANTE	
①	<i>Aricia agestis</i> <i>Clossiana dia</i> <i>Lysandra coridon</i> <i>L. bellargus</i> <i>Pyrgus serratulae</i> <i>Thymelicus sylvestris</i>		—		—		—	
②	—		<i>Minois dryas</i> <i>Melanargia galathea</i> <i>Ochlodes venatus</i>		—		—	
③	—		<i>Maculinea nausithous</i> <i>M. telejus</i>		—		—	
④	—		—		<i>Polyommatus icarus</i> <i>Cynthia cardui</i>		—	
⑤	<i>Zygaena</i> <i>Colias australis</i>		—		<i>filipendulae</i> <i>/hyale</i>		—	
	—		—		<i>Leptidia sinapis</i>		—	
⑥	—		—		—		<i>Anthocharis cardamines</i> <i>Cupido minimus</i>	
⑦	<i>Hesperia Maniola</i> <i>Coenonympha</i>		—		<i>comma jurtina</i> <i>pamphilus</i>		—	
⑧	—		<i>Aphantopus hyperanthus</i>		—		<i>A. hyperanthus</i>	
⑨	—		<i>Artogeia napi</i>		—		—	

sehr standortsspezifisch sind und auch nur über einen geringen Aktionsraum verfügen, können sie einer Mahd nicht ausweichen. Die Arten der Glatthaferwiesen sind dagegen entweder an den Mahdrhythmus angepaßt, oder es handelt sich um Arten, die großräumige Ortswechsel durchführen können.

Änderungen in der Dominanzstruktur

Mit der Überführung der Magerrasen in gedüngte Grünlandgesellschaften ändert sich die Dominanzstruktur der Syrphidengemeinschaft. Die Anzahl der selteneren stenöken Arten nimmt gegenüber den euryöken, in höheren Individuenzahlen vorkommenden Arten ab.

Veränderungen im Naturschutzwert

Eine deutliche Abnahme in den Syrphiden-Artenzahlen (8 Arten) ist analog zu den Wildbienen nur bei der Überführung des *Mesobrometum* in ein *Arrhenatheretum* nachzuweisen. Wie bei den Wildbienen ist die Syrphiden-Gemeinschaft der Mager-

rasen durch eine Vielzahl standortsspezifischer und dort biotopeigener Arten gekennzeichnet, die in den Glatthaferwiesen keine geeigneten Lebensbedingungen mehr finden. Bei einer Überführung durch Düngung kommt es zu einer deutlichen Abnahme dieser standortsspezifischen Arten (z. B. der Gattungen *Eumerus*, *Cheilosia*, *Chrysotoxum*), die unter Naturschutzgesichtspunkten als Zielartengruppe einzustufen sind, hingegen zu einer Zunahme von meist euryöken Arten, die große Ortswechsel durchführen können und häufig als Zuflieger die Glatthaferwiesen aufsuchen.

Tagfalter i. w. S. (*Rhopalocera*, *Hesperiidae*, *Zygaenidae*)

Veränderungen im Arteninventar und mögliche Ursachen

In den vier Gesellschaften treten insgesamt 45 Arten auf. Die 23 häufigeren sind in Tabelle 4 zusammengefaßt. Nach Stenotopiegrad und Schwerpunktverhalten sind folgende Gruppen zu unterscheiden:

- a) Arten der untersuchten ungedüngten Wiesen (1–3, bedingt 5)
- b) Arten der untersuchten gedüngten Wiesen (4–6)
- c) indifferente Arten (7–9).

Viele Tagfalter reagieren besonders empfindlich auf eine Düngung. Eine typische Magerrasenart ist z. B. der Skabiosen-Scheckenfalter *Euphydryas aurinia*. Er tritt nur in trockenen und feuchten Magerrasen auf, im Wirtschaftsgrünland mittlerer Standorte fehlt die Art. Es gibt Populationen in Mesobrometen, hier lebt die Art im Raupenstadium an *Scabiosa columbaria*, und ferner solche im *Molinietum* an *Succisa pratensis*. Im *Arrhenatheretum*, wo mit *Knautia arvensis* ebenfalls eine Dipsacacee als potentielle Raupenfutterpflanze auftritt, kommt *Euphydryas aurinia* nicht vor (KRATOCHWIL 1987).

Die Ursachen für Veränderungen im Arteninventar sind sehr vielschichtig, im folgenden seien einige wenige Beispiele genannt.

- Ausfallen spezifischer Larvalfutterpflanzen

Im *Mesobrometum* lebt z. B. *Aricia agestis* als Larve spezifisch an *Helianthemum nummularium*, *Lysandra coridon* und *L. bellargus* an *Hippocrepis comosa*. Mit der Düngung verschwinden diese Larvalpflanzen und auch die an sie im Larvenstadium gebundenen Tagfalterarten.

- Anwesenheit von Ameisennestern

Die im *Molinietum* des Untersuchungsgebietes vorkommenden Bläulingsarten *Maculinea nausithous* und *M. telejus* (Photo 6) benötigen neben ihrer Larvalfutterpflanze *Sanguisorba officinalis* auch Ameisennester, in denen die Raupen obligatorisch eine bestimmte Zeitspanne leben. Der Rückgang solcher Nester durch Düngung wurde bereits bei den in Ameisennestern lebenden Syrphidenarten besprochen.

- Anwesenheit einer bestimmten lückigen Vegetationsstruktur

Die Weibchen zahlreicher Schmetterlingsarten müssen, insbesondere wenn die Arten sehr spezifische Larvalfutterpflanzen besitzen, zur Eiablage auch die jeweiligen Pflanzenarten und dabei häufig auch ganz bestimmte Teile der Pflanze erreichen können. Mit zunehmender Vegetationsdichte wird dies für die Falter zunehmend schwieriger (WEIDEMANN 1986). Auch bestimmte Schlafplätze, z. B. für *Lysandra coridon* *Bromus erectus*-Halme, müssen gut erreichbar sein; auch dürfen nicht andere Halme oder Stengel an den ruhenden Faltern stoßen. Für *Lysandra coridon* sind solche Schlafplätze wichtige Lebensraum-Requisiten (STEFFNY et al. 1984).

- Nektarpflanzen der Falter, Rendezvous-Plätze

Bei bestimmten Pflanzenarten spielen die Blütenfarbe und der Blumentyp eine besondere Rolle. So besuchen im Untersuchungsgebiet *Melanargia galathea* und *Zygaena filipendulae* fast ausschließlich blau-rotviolette Körbchen- oder Köpfchenblumen, bei *Zygaena filipendulae* werden diese gleichzeitig als Rendezvous- und Schlafplätze genutzt.

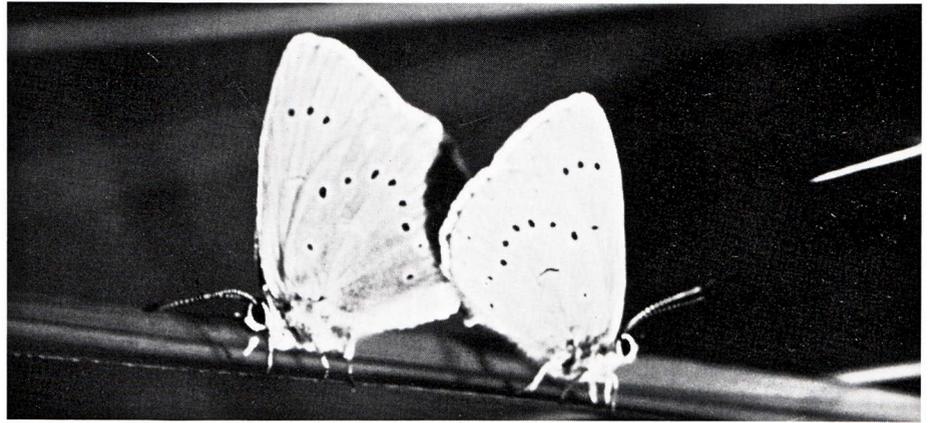


Photo 6: Der große Moorbläuling *Maculinea telejus* gehört zu den »Ameisen-Bläulingen«. Die Larven leben zunächst an den Blütenknospen des Großen Wiesenknopfes *Sanguisorba officinalis*, später ernähren sie sich obligat in Ameisennestern. Anfang August 1986.

- Einfluß der Mahd

Gemähte Flächen bleiben etwa 3–4 Wochen von Faltern nahezu unbesiedelt. Die Vorverlagerung des Mahdtermins und die Zweischürigkeit sind die wesentlichen Faktoren für die deutliche Abnahme der Artenzahlen in den Glatthaferwiesen (STEFFNY et al. 1984).

Neben diesen genannten Faktoren hat eine besondere Bedeutung aber auch das Mikro- und Mesoklima (sowohl für die Larven als auch für die Falter), aber auch zahlreiche Kleinstrukturen (offene Bodenstellen, Steine u. a.) können eine wichtige Rolle spielen (WEIDEMANN 1986).

#### Veränderung in der Dominanzstruktur

Analog zu den anderen untersuchten Tiergruppen kommen auch bei den Tagfaltern in den Glatthaferwiesen die Arten mit den höchsten Dominanzwerten bei verringerter Artenzahl vor.

#### Veränderung im Arealtypen-Spektrum

Wie bereits für die Vegetation und die Wildbienen nachgewiesen, verändert sich auch bei den Tagfaltern mit der Überführung des *Mesobrometum* in ein *Arrhenatheretum* das Arealtypen-Spektrum. Der Anteil der submediterranen Arten nimmt um 11 % ab, der des europäisch-eurosibirischen Elementes um denselben Prozentsatz zu. Bei der Überführung des *Molinietum* treten nur geringfügige Veränderungen auf.

#### Änderungen im Naturschutzwert

Mit der Düngung der Magerrasen ist es zu einer deutlichen Abnahme in den Artenzahlen der Tagfalter gekommen, gleiches gilt auch für die Anzahl der Rote-Liste-Arten. Im *Arrhenatheretum salvietosum*, Variante von *Colchicum*, tritt keine einzige Rote-Liste-Art mehr auf. Analog zu den Verhältnissen bei den übrigen Blütenbesuchern werden besonders die gefährdeten Standortsspezialisten durch die Düngung der Magerrasen verdrängt. Die für die Mesobrometen typischen submediterranen Arten und die an feuchte Magerrasen

adaptierten europäisch-eurosibirisch verbreiteten Arten können in Glatthaferwiesen nicht überleben.

#### Heuschrecken (*Saltatoria*)

##### Veränderungen im Arteninventar und mögliche Ursachen

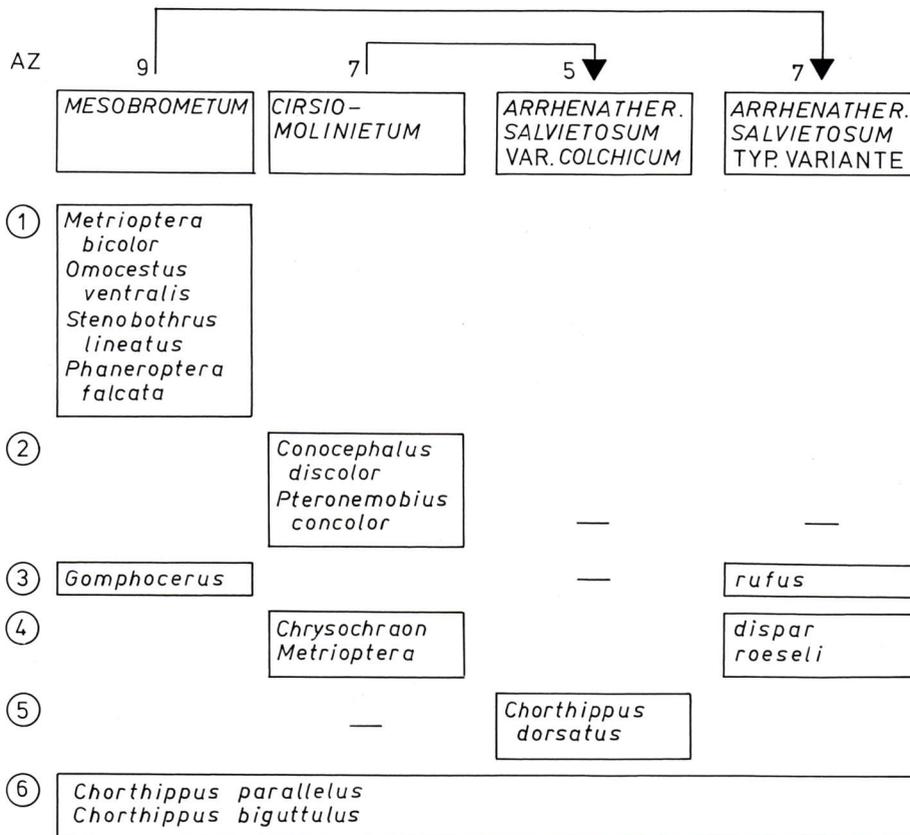
In den vier untersuchten Pflanzengesellschaften konnte FEDERSCHMIDT (1988) insgesamt zwölf Heuschreckenarten feststellen. Nach Schwerpunktverhalten und Stenotopiegrad sind zu unterscheiden (Tabelle 5):

- a) Arten der untersuchten ungedüngten Wiesen (1, 2, bedingt 3 und 4)
- b) Arten der untersuchten gedüngten Wiesen (5, bedingt 3 und 4)
- c) indifferente Arten (6).

Folgende Ursachen liegen dem Artenwechsel bei Düngung der Magerrasen u. a. zugrunde:

- Veränderungen in der Vegetationsstruktur und im Kleinklima

*Omocestus ventralis* und *Stenobothrus lineatus* haben ihren Verbreitungsschwerpunkt an trockenen Standorten mit einer Vegetationshöhe von höchstens 30 cm bei geringer Vegetationsdichte. Mit der Überführung des *Mesobrometum* in ein *Arrhenatheretum* nimmt die Temperatur im Bestand ab, die Luftfeuchte erhöht sich, beruhend auf der Zunahme von Vegetationshöhe und -dichte. Die beiden Heuschreckenarten können bei solchen Veränderungen nicht überleben. An eine höhere Trockenheit ist auch *Metrioptera bicolor* angepaßt. Veränderungen des Kleinklimas sind auch für den Rückgang der nur an feuchten Stellen vorkommenden Sumpfgrippe *Pteronemobius concolor* verantwortlich zu machen. Interessant ist das Vorkommen von *Metrioptera roeseli* und *Chrysochraon dispar*, die aufgrund ihres höheren Luftfeuchtebedarfs das *Molinietum* bevorzugen. Sie kommen aber auch in dem einschürigen *Arrhenatheretum salvietosum*, Typische Variante, vor, und haben demnach durch Düngung der Mesobrometen an Lebensraum gewonnen (Erniedrigung der Temperatur, Erhöhung der Luftfeuchte). In zweischürigen *Arrhenathereten* können sie hingegen nicht überleben.



Tab. 5: Die dominanten Heuschreckenarten der untersuchten Grünlandgesellschaften, gegliedert nach Schwerpunkt-vorkommen und Stenotopiegrad; AZ = Artenzahl

– Ausfall des Eiablagesubstrats

Die Weibchen von *Conocephalus discolor* legen ihre Eier in die Blattscheiden von Cyperaceen ab, die nach einer Aufdüngung der Molinieten stark zurückgeben.

– Einfluß der Mahd

Der Zeitpunkt der Mahd, aber auch ihre Häufigkeit im Jahresverlauf, haben einen entscheidenden Einfluß auf die Bestandsstruktur der Heuschreckengemeinschaft. Eine zweimalige Mahd, wie sie nach der Überführung des *Molinietum* in ein *Arrhenatheretum salvietosum*, Variante von *Colchicum*, immer durchgeführt wird, bewirkt eine deutliche Verarmung. Da die meisten Arten erst in der zweiten Jahreshälfte ihre Hauptaktivitätszeit haben, reduziert eine zweite oder späte Mahd deutlich die Bestände. Betroffen sind hierbei alle Arten, die eine höhere und dichtere Vegetation und das durch sie hervorgerufene Mikroklima benötigen (z. B. *Metrioptera roeseli*, *Gomphocerus rufus* (Photo 7), *Chrysochraon dispar*). Natürlich profitieren auch einige Arten von einer Mahd, die niedrigwüchsige Vegetation bevorzugen und sich stark vermehren können (z. B. *Chorthippus parallelus*).

Veränderungen im Naturschutzwert

Mit der Überführung der Magerrasen durch Düngung in Glatthaferwiesen kommt es zu einer Abnahme der Artenzahl und zu einem deutlichen Rückgang bestimmter Standortsspezialisten. Im Untersuchungsgebiet ist durch Düngung besonders die submediterran verbreitete

Sumpfgrippe *Pteronemobius concolor* gefährdet, das einzige aus neuerer Zeit in der BRD bestätigte Vorkommen dieser vom Aussterben bedrohten Art!

Düngung und Naturschutz

Unsere Untersuchungen haben gezeigt, daß es auch bei einem recht geringen Intensivierungseinfluß zu erheblichen Veränderungen im Biozönosegefüge kommt. Innerhalb der Vegetation sind u. a. festzustellen:

- ein deutlicher Rückgang von typischen Magerrasen-Arten, darunter zahlreichen Rote-Liste-Arten,
- eine Zunahme der Vegetationsdeckung, -höhe und -dichte,

- eine Abnahme in der Anzahl blühender entomophiler Pflanzenarten in Korrelation mit der Zunahme der Blumdichte einiger weniger Arten,
- eine Abnahme der Strukturdiversität,
- eine über die gesamte Vegetationsperiode betrachtete deutliche Nivellierung des Kleinklimas: geringere Temperatur, höhere Luftfeuchte gegenüber den Trockenrasen, höhere Temperatur, geringere Luftfeuchte gegenüber den Pfeifengraswiesen,
- zeitweise starke Raumstruktur- und Kleinklima-Schwankungen durch eine frühere und häufigere Mahd und den durch Düngung bedingten schnellen Zuwachs.

Von folgenden Vegetations- und Standortveränderungen sind die untersuchten Tiergruppen besonders betroffen:

- verändertes Pflanzenarten-Spektrum,
- Abnahme der pflanzlichen Strukturdiversität,
- Abnahme der Lückigkeit der Vegetation am Boden,
- Zunahme der Vegetationsdichte u. -höhe,
- verändertes Kleinklima,
- Vorverlagerung des Mahdtermins und die Mehrschürigkeit.

Veränderungen im Tierarten-Inventar sind bei bestimmten Tiergruppen auch dann festzustellen, wenn wie im hier gezeigten Beispiel in unmittelbarer Umgebung nicht intensiviertere Lebensräume angrenzen. Sie müssen in solchen Gebieten noch gravierender sein, wo dieser Kontakt nicht besteht. Die untersuchten Magerrasen sind durch besonders typische, biotopeigene Arten gekennzeichnet, der Grad der Verflechtung innerhalb der dortigen Biozönose ist hoch. Bei den meisten dieser Standortsspezialisten handelt es sich um Arten, die bei uns allgemein gefährdet sind und häufig in der Roten Liste angeführt werden. Die gedüngten Gesellschaften weisen hingegen eine geringere Eigenständigkeit in der Zusammensetzung der untersuchten Zoozönosen auf, ihr Artengefüge wird bei der Tierwelt besonders von der Umgebung beeinflusst. Die dort vorkommenden Arten sind in der Regel nicht gefährdet.



Photo 7: Die Keulenschrecke *Gomphocerus rufus* fehlt in den zweischürigen Glatthaferwiesen. Der späte zweite Mahdtermin fällt mit ihrer Hauptaktivitätszeit zusammen. *Gomphocerus rufus* profitiert von einer extensiven Magerrasennutzung und erreicht hohe Populationsdichten in den verbrachten Trockenrasen des Untersuchungsgebietes. Mitte September 1982.

Eine Biozönose reagiert sehr fein auf veränderte Umweltbedingungen. Im Falle des durch Düngung hervorgerufenen Artenwechsels muß berücksichtigt bleiben, daß solche Prozesse einerseits nach begonnener, zunächst geringer Intensivierung sehr schnell ablaufen können (nicht linear zur Intensität, sondern exponentiell nach Überschreiten eines kritischen Wertes), andererseits auch weitgehend irreversibel sein können.

Es muß ein dringendes Ziel sein, Düngungsmaßnahmen in Gebieten, die aus Naturschutzsicht wertvoll sind, auch in deren unmittelbaren Umgebung völlig einzustellen. Für eine mögliche düngende Wirkung von N-Immissionen auf die Magerasen im Untersuchungsgebiet gibt es (noch) keine Anhaltspunkte.

## Zusammenfassung

Über einen aktualistischen Vergleich lassen sich durch geringe Düngungsintensität hervorgerufene Veränderungen im Biozönosegefüge bei der Überführung von Halbtrockenrasen (*Mesobrometum*) und Pfeifengraswiesen (*Cirsio-Molinietum*) in Glatthaferwiesen (*Arrhenatheretum salviotosum*) im Naturschutzgebiet »Taubergießen« (Südliche Oberrheinebene) nachweisen.

Für die Vegetation werden u. a. folgende Veränderungen aufgezeigt: Arteninventar, Artenzahl, Vegetationsdeckung, Vegetationshöhe, Vegetationsdichte, Anzahl entomophiler Pflanzenarten, Blühphänologie, Blumendichte, Mahdzeitpunkt, Mahdhäufigkeit, Arealtypen-Spektrum. Ferner wird das Kleinklima ungedüngter und gedüngter Gesellschaften verglichen.

Die untersuchten Tiergruppen umfassen die Wildbienen (*Hymenoptera Apoidea*), Schwebfliegen (*Diptera, Syrphidae*), Tagfalter (*Rhopalocera, Hesperidae, Zygaenidae*) und Heuschrecken (*Orthoptera, Saltatoria*). Für diese Zootaxozönosen werden u. a. folgende Veränderungen diskutiert: Arteninventar, Ursachen für den Artenwechsel (Bindung der Larvalstadien, Standortsspezifität der Imagines, Nahrungspräferenzen, Mobilität, Einfluß der Mahd u. a.), Dominanzstruktur und Arealtypen-Spektrum.

Die Untersuchungen zeigen, daß sich bereits bei einer geringen landwirtschaftlichen Intensivierung die Zönosen deutlich verändern. Konsequenzen für den Naturschutz werden diskutiert.

## Summary

The present study investigates some of the changes in animal and plant community structure which occur when mesoxerophytic grasslands (*Mesobrometum*) and molinia meadows (*Cirsio-Molinietum*) are converted into oatgrass meadows (*Arrhenatheretum salviotosum*) by the application of fertilizer. The study site is within the 'Taubergießen' nature reserve in SW Germany.

The following vegetational and habitat pa-

rameters were considered: inventory of species, species numbers, percentage of European/Eurosiberian and Submediterranean species, vegetation cover, height of vegetation, vegetation density, number of entomogamic plant species, flower phenology, flower density, time of mowing in the year and number of cuts, microclimatic conditions (air temperature and humidity).

The analysis of the fauna is restricted to the bees (*Hymenoptera Apoidea*), hoverflies (*Diptera, Syrphidae*), butterflies (*Rhopalocera, Hesperidae*), burnets (*Zygaenidae*), grasshoppers and crickets (*Orthoptera, Saltatoria*). For these taxocoenoses the following parameters are considered: inventory of species present, linkages to the habitat (habitat preferences of larval and adult stage, food specialization, mobility, influence of mowing etc.), dominance structure of coenosis and percentage of European/Eurosiberian and Submediterranean species.

The results indicate that even low levels of agriculture, such as light fertilization and early mowing with two or more cuts per year, cause considerable changes to the community structure of the studied biocoenosis. The findings are discussed in relation to conservation strategy.

## Literatur

- BAUER, S.; THIELCKE, G., 1982: Gefährdete Brutvogelarten in der Bundesrepublik Deutschland und im Land Berlin. Bestandsentwicklung, Gefährdungsursachen und Schutzmaßnahmen. – Vogelwarte 31, 183–391.
- BLAB, J.; KUDRNA, O., 1982: Hilfsprogramm für Schmetterlinge. – Naturschutz Aktuell 6, 135 S., Greven.
- BLAB, J.; NOWAK, E.; TRAUTMANN, W.; SUKOPP, H., 1984: Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland. 270 S., Greven.
- BOHN, U., 1986: Konzept und Richtlinien zur Erarbeitung einer Roten Liste der Pflanzengesellschaften der Bundesrepublik und West-Berlins. – Schr.Reihe f. Veg.Kde. 18, 41–48.
- DIERSSEN, K., 1983: Rote Liste von Pflanzengesellschaften Schleswig-Holsteins. – Schr.R. Landesamt Nat.Sch. Landschaftspf. 6, 159 S., Kiel.
- ELLENBERG, H. JUN., 1983: Gefährdung wildlebender Pflanzenarten in der Bundesrepublik Deutschland. Versuch einer ökologischen Betrachtung. – Forstarchiv 54 (4), 127–133.
- 1985: Veränderungen der Flora Mitteleuropas unter dem Einfluß von Düngung und Immissionen. – Schweiz. Z. Forstw. 136, 19–39.
- ERHARDT, A., 1985: Diurnal *Lepidoptera*: sensitive indicators of cultivated and abandoned grassland. – J. Appl. Ecol. 22, 849–861.
- FEDERSCHMIDT, A., 1988: Untersuchungen zur Kongruenz von Heuschreckengemeinschaften und Pflanzengesellschaften unter Berücksichtigung von Vegetationsstruktur und Mikroklima. – Dipl. Arb. Univ. Freiburg. 57 S.
- GÖRS, S., 1974: Die Wiesengesellschaften im Gebiet des Taubergießen. In: Landesst. Natursch. Landschaftspf. Bad.-Württ. (Hrsg.): Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Bad.-Württ. 7: Das Taubergießengebiet – eine Rheinauenlandschaft, 209–283. Ludwigsburg.
- HOBBOHM, C.; SCHWABE, A., 1985: Bestandsaufnahme von Feuchtvegetation und Borstgrasrasen bei Freiburg im Breisgau – ein Ver-

gleich mit dem Zustand von 1954/55. – Ber. naturforsch. Ges. Freiburg 75, 5–51.

- KOHL, A., 1989: Untersuchungen von Corbicular-Pollen in künstlichen Nestern gehaltener Hummelarten (*Hymenoptera Apoidea*) und Rekonstruktion der Phytozönosen im Jahresverlauf. – Verh. Ges. f. Ökol. Göttingen 1987 (im Druck).
- KRATOCHWIL, A., 1983: Zur Phänologie von Pflanzen und blütenbesuchenden Insekten (*Hymenoptera, Lepidoptera, Diptera, Coleoptera*) eines versaumten Halbtrockenrasens im Kaiserstuhl – ein Beitrag zur Erhaltung brachliegender Wiesen als Lizenz-Biotop gefährdeter Tierarten. – Beih. Veröff. Natursch. Landschaftspf. Bad.-Württ. 34, 57–108.
- 1984: Pflanzengesellschaften und Blütenbesucher-Gemeinschaften: biozönotische Untersuchungen in einem nicht mehr bewirtschafteten Halbtrockenrasen (*Mesobrometum*) im Kaiserstuhl (Südwestdeutschland). – Phytocoenologia 11 (4), 455–669.
- 1987: Zoologische Untersuchungen auf pflanzensoziologischen Raster. – Methoden, Probleme und Beispiele biozönotologischer Forschung. – Tuexenia 7, 13–51.
- 1988: Co-phenology of plants and anthophilous insects: a historical area-geographical interpretation. – Entomol. Gen. 13 (3), 67–80.
- 1989a: Erfassung von Blütenbesucher-Gemeinschaften (*Hymenoptera Apoidea, Lepidoptera, Diptera*) verschiedener Rasengesellschaften im Naturschutzgebiet »Taubergießen«. – Verh. Ges. f. Ökol. Göttingen.
- 1989b: Grundsätzliche Überlegungen zu einer Roten Liste von Biotopen. – Schr.Reihe Landschaftspf. Natursch. (im Druck).
- KRATOCHWIL, A.; KOHL, A., 1988: Pollensammelpräferenzen bei Hummeln – ein Vergleich mit der Honigbiene. – Mitt. bad. Landesver. 14 (3), 697–715.
- LUTZ, P., 1983: Untersuchungen zum Bodenwasserhaushalt von Wiesengesellschaften im Naturschutzgebiet Taubergießen. – Staatsex. arb. Univ. Freiburg. 86 S.
- MEISEL, K.; HÜBSCHMANN, A. v., 1976: Veränderung der Acker- und Grünlandvegetation im nordwestdeutschen Flachland in jüngerer Zeit. In: H. SUKOPP, W. TRAUTMANN (Hrsg.): Veränderungen der Flora und Fauna in der Bundesrepublik Deutschland. Schr.Reihe Veg.Kde. 10, 109–124. Bonn-Bad Godesberg.
- OPPERMANN, R., (im Druck): Ein Meßinstrument zur Ermittlung der Vegetationsdichte in grasig-krautigen Pflanzenbeständen. Natur und Landschaft.
- REICHHOFF, L.; JESCHKE, L.; GÖRNER, M.; KÖNIG, H., 1979: Eine Typisierung des Graslandes der DDR im Hinblick auf ornithologische Untersuchungen. – Falke 8, 270–278.
- SCHALL, B.; LUTZ, P., 1982: Naturschutzgebiet Taubergießen – die Wiesengesellschaften der Gemarkung Rhinau. – Vegetationskarte, hrsg. v. d. Landesanst. Umweltsch. Bad.-Württ. Karlsruhe; zusätzlich 5 Tabellen unveröffentlicht.
- SCHANOWSKI, A., 1985: Zur Syrphiden-Fauna verschiedener Rasengesellschaften des Naturschutzgebietes Taubergießen. Phänologie, Habitatpräferenzen und Blütenbesucherverhalten. – Dipl. Arb. Univ. Freiburg. 133 S.
- SCHWABE-BRAUN, A., 1979: Werden und Vergehen von Borstgrasrasen im Schwarzwald. – Ber. Int. Symp. Int. Ver. Veg.kde Rinteln 1978, 387–409.
- SCHWABE, A., unter Mitarb. v. KRATOCHWIL, A., 1986: Schwarzwurzel (*Scorzonera humilis*-) und Bachkratzdistel (*Cirsium rivulare*-)reiche Vegetationstypen im Schwarzwald: Ein Beitrag zur Erhaltung selten werdender Feuchtwiesen-Typen. – Veröff. Natursch. Landschaftspf. Bad.-Württ. 61, 277–333.

- STEFFNY, H.; KRATOCHWIL, A.; WOLF, A., 1984: Zur Bedeutung verschiedener Rasengesellschaften für Schmetterlinge (*Rhopalocera*, *Hesperiidae*, *Zygaenidae*) und Hummeln (*Apidae*, *Bombus*) im Naturschutzgebiet Taubergießen (Oberrheinebene) – Transekt-Untersuchungen als Entscheidungshilfe für Pflegemaßnahmen. – Natur u. Landsch. 59 (11), 435–443.
- SUKOPP, H., 1980: Arten- und Biotopschutz in Agrarlandschaften. – Daten Dok. Umweltschutz (Sonderreihe Umweltagung), 30, 23–42.
- THOMAS, P., 1980: Wie reagieren Heuschrecken auf die Mahd? Heuschreckenbestandsaufnahmen im NSG Hermannsberger Weiher. – Naturkd. Beitr. DJN 5, 94–99.
- WEIDEMANN, H.-J., 1986: Tagfalter. Bd. 1. Entwicklung – Lebensweise. 288 S. Melsungen.
- WILMANN, O., 1988: Können Trockenrasen derzeit trotz Immissionen überleben? – Eine kritische Analyse des *Xerobrometum* im Kaiserstuhl. – Carolea 46, 5–16.
- ZOLLER, H.; WAGNER, CH.; FREY, V., 1986: Nutzungsbedingte Veränderungen im *Mesobromion*-Halbtrockenrasen in der Region Basel – Vergleich 1950–1980. – Abhandl. Westf. Mus. Nat. kde 48 (2/3), 93–107.

### Anschrift des Verfassers

Dr. Anselm Kratochwil  
Biologisches Institut I – Zoologie  
Universität Freiburg  
Albertstr. 21 a  
7800 Freiburg i. Br.