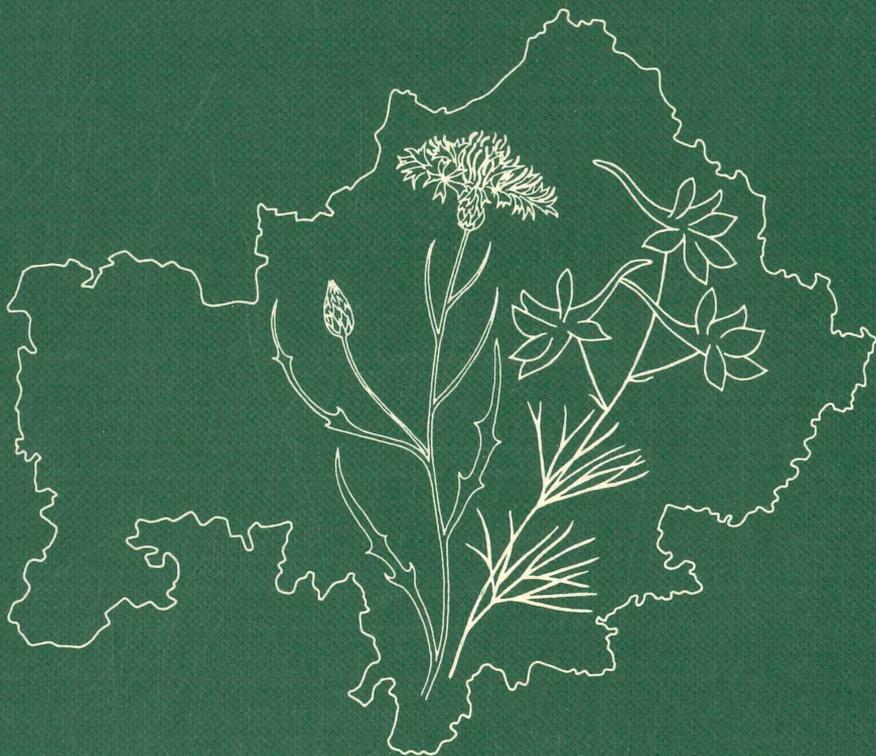


Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins Würzburg

Band 23/24

1982/83



Naturwissenschaftlicher Verein Würzburg e. V.

Herausgeber: Naturwissenschaftlicher Verein Würzburg e. V.

Redaktion: Dr. Gabriele Ritschel-Kandel

Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins Würzburg

Band 23/24

1982/83



Dieser Band wurde gedruckt mit Unterstützung durch den
BEZIRK UNTERFRANKEN

Bodenspinnen einer Weinbergsbrache im Maintal (Steinbach, Lkr. Haßberge)

Ein Beitrag zur Spinnenfaunistik Unterfrankens

VON ELISABETH BAUCHHENS und GÜNTER SCHOLL

Die Weinbergslage Steinbach-West zwischen den Orten Ziegelanger und Steinbach ist Teil des Keuperstufenrandes der Haßberge. Der gegen das Maintal abfallende Hang ist südwestexponiert und liegt zwischen ca. 230 m und 330 m über NN.

Ein kleinräumiges System von Trockenmauern und steinernen Treppenaufstiegen dient gleichzeitig der Erschließung der Rebgärten, der Entwässerung und als Erosionsschutz (sog. Fischgrätenmuster). Die schwierige Bearbeitung hat zu einem vermehrten Brachfallen der Terrassen geführt (auf ca. 25 % der Gesamtfläche).



Abb. 1: Ausschnitt aus der Weinbergslage Steinbach/West. Die Probeflächen liegen im Mittel- und Oberhang der Brachfläche.

Im Zusammenhang mit einer beantragten Weinbergs-Flurbereinigung wurde im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz 1980 eine „Faunistisch-ökologische Kartierung und Bewertung der Weinbergs-lage Steinbach-West, Landkreis Haßberge“ (SCHOLL, unveröff.) durchgeführt. Trotz der kurzen Laufzeit (Bodenfallen Mai 80, übrige Fauna bis August 80) und der auftragsgemäß oberflächlichen Faunenerfassung belegen die Ergebnisse die hohe Bedeutung der Brachflächen für den zoologischen Artenschutz. Die Funde von epigäischen Spinnen der Mai-Fallenserie waren so vielversprechend, daß Verf. in Eigenregie die Untersuchungen bis zum Jahresende weiterführten.

Untersuchungsflächen und Methodik

Die Bodenfauna wurde durch Barber-Fallen (Äthylenglycol) an 9 Probestellen verschiedener Sukzessionsstadien erfaßt. Vom 4. 5. – 1. 6. 80 wurden die Fallen wöchentlich, ab dann einmal im Monat in verschiedenen Intervallen geleert. Das letzte Fangintervall betrug sogar 70 Tage (26. 10. 80 – 3. 1. 81). Insgesamt sind ca. 3500 Fallentage in die Auswertung eingegangen. Ab 26. 10. 80 wurde auf einer vergleichbar strukturierten, weiter nordwestlich gelegenen Brachfläche eine weitere Fallenserie installiert, die in dieser Auswertung mit Ausnahme einer faunistischen Besonderheit (*Pseudomaro aenigmaticus*) nicht berücksichtigt wurde.

Die Probeflächen liegen im Bereich des Mittel- und Oberhanges auf die geringe Fläche von 1 ha verteilt. Es handelt sich durchwegs um Brachflächen unterschiedlicher Sukzessionsstadien.

- A: Vegetationskomplex aus brachgefallener Fettwiese am Fuße eines schon älteren Mauer-einsturzes. Vegetation¹: 3.4. *Arrhenatherum elatius*, 1.2. *Geranium sanguineum*, *Bromus tectorum*, 1.1 *Brachypodium pinnatum*, *Thlaspi perfoliatum*. Deckung 100 %, Vegetationshöhe bis 60 cm.
- B: Fallen im vegetationslosen Bereich am Mauerfuß. Die benachbarte Pflanzengesellschaft wird von der Aufrechten Trespe beherrscht: 3.3 *Bromus erectus*, 1.2 *Geranium sanguineum*, *Fragaria viridis* und *Potentilla reptans*. Deckung 100 %, Vegetationshöhe bis 60 cm. Die offenen, sonnigen Mauerfugen oberhalb der Fallen werden von *Thlaspi perfoliatum*, *Sedum rupestre* und *Alyssum alyssoides* besiedelt.
- C: Zentrum einer seit mehreren Jahren nicht mehr gemähten Wiese. Beherrschend ist die Aufrechte Trespe: 4.4 *Bromus erectus*, 2.2 *Potentilla reptans*, 1.1 *Festuca ovina*. Deckung 100 %, Vegetationshöhe 40 cm.

¹ Alle Vegetationsaufnahmen: Thomas FRANKE, Erlangen.

- D: Lückige Vegetation mit Deckung zwischen 75 % bis herab zu 20 % am Fuße der Mauer oberhalb der Fallen. 2.3 *Hieracium pilosella*, *Fragaria viridis*. Den Übergang zur Saumvegetation zeigen 3.3 *Geranium sanguineum*, 2.2 *Origanum vulgare* und +.2 *Silene nutans*.
- E: Lückig bewachsener, wohl etwas feuchterer und nährstoffreicherer Boden als an Standort D. Trockenheits- und Stickstoffarmutsanzeiger fehlen. 3.3 *Hieracium pilosella*, 2.2 *Medicago lupulina*, 1.2 *Geranium sanguineum*, *Origanum vulgare*. Deckung 60 %, Vegetationshöhe bis 20 cm.
- F: Standort mit der geringsten Bodenbedeckung (50 %), Stümpfe von toten Rebstöcken. Lose bis fest aufliegende kleine Steine. Der grobkörnige Sandanteil ist gegenüber dem sonst mehr lehmig-sandigen Boden vorherrschend. Damit ist eine schnelle Erwärmung und Austrocknung verbunden. 1.2 *Potentilla verna*, *Fragaria viridis*, *Festuca ovina*; 1.1 *Poa trivialis*, *Alyssum alyssoides*; +.2 *Hieracium pilosella*, *Silene nutans*, *Geranium sanguineum*.
- G: Entlang der obersten, an ein wärmeliebendes Gebüsch angrenzenden Mauer. *Sorbus torminalis*, *Ligustrum vulgare*, *Acer campestre*, *Pyrus pyraster*, *Rosa sp.* und *Quercus petraea* bilden das Gebüsch oberhalb der Mauer. Entlang der Mauer 2.2 *Geranium sanguineum*, *Lathyrus niger*; 1.2 *Origanum vulgare*, *Silene nutans*, *Pyrus pyraster*, *Prunus spinosa*. Deckung 100 %.
- H: Fallengruppe innerhalb eines Schlehengebüsches von 2 m Höhe. Deckung 75 %. Unterwuchs mit z.T. hohem Grasanteil. 3.3 *Geranium sanguineum*, 3.1 *Dactylus glomerata*, 2.2 *Rubus fruticosus*, 1.1 *Poa trivialis*. Deckung 80 %, Höhe bis 70 cm.
- I: Unter bis 6 m hohem Gebüsch aus 3.3 *Pyrus pyraster*, 3.2 *Prunus avium* und 1.2 *Rosa sp.* Unterwuchs mit 60 % Deckung; 2.2 *Geranium sanguineum*, *Dactylus glomerata*, *Poa nemoralis*; 1.1 *Rubus fruticosus*. Am Gebüschrand herrschte bei 90 % Deckung 2.2 *Bromus erectus* und 1.2 *Festuca ovina* vor.

Artenliste

Es wurden 2832 Individuen aus 19 Familien gefangen, 1909 davon adult. Nur die adulten Tiere sind in die Liste aufgenommen. Die Artenliste umfaßt dann 104 Arten aus 17 Familien. In der Liste sind nur die Fallenfänge aufgeführt, da Arten der höheren Strata nicht gezielt gesammelt wurden. Es wurde aber häufig *Salticus scenicus* an den Mauern beobachtet, am Hangfuß in höherer Vegetation fanden sich regelmäßig Netze von *Argiope bruennichi*, ferner waren *Mangora acalypha* und *Pisaura mirabilis* nicht selten.

In der Tabelle 1 sind die Fangzahlen für Männchen und Weibchen aufgeführt, dahinter als römische Zahlen die Fangmonate, getrennt für Männchen und (in Klammern) Weibchen. Die Phänologie wurde nicht näher ausgearbeitet, da die Fallen erst ab Mai gestellt wurden. Außerdem betrug das letzte Fangintervall 10 Wochen (26. 10. 80 – 3. 1. 81), so daß hier die genauen Fangmonate nicht feststellbar sind (in der Tabelle „Wi“).

♂ **Tabelle 1:** Artenliste Nähere Erläuterung im Text.

Art	♂, ♀	Fangzeitraum ♂ (♀)	Fangziffern an den Standorten									
			A	B	C	D	E	F	G	H	I	
Atypidae												
1 <i>Atypus piceus</i> (SULZER)	22.0	VI			1	3		4	13	1		
Dysderidae												
2 <i>Dysdera erythrina</i> (WALCKENAER)	5.1	V, VI, VIII, IX (VIII)		1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 <i>Harpactes hombergi</i> (SCOPOLI)	5.1	V-VII, X (V)		1							5	
Zodariidae												
4 <i>Zodariion germanicum</i> (C. L. KOCH)	13.7	V-IX (VII-IX)		4	2	2	1	4	9			
Theridiidae												
5 <i>Crustulina guttata</i> (WIDER)	5.1	VII-IX (VII, VIII)							5	1		
6 <i>Enoplognatha thoracica</i> (HAHN)	5.1	V (IX)		1		2	1	1	1			
7 <i>Episinus truncatus</i> LATREILLE	2.7	VII (VII-IX)		3	2	1			1			
8 <i>Euryopsis flavomaculata</i> (C. L. KOCH)	1.6	VI (VII-IX)				3					4	
9 <i>Euryopsis laeta</i> (WESTRING)	3.5	VI						8				
10 <i>Pholcomma gibbum</i> (WESTRING)	0.1	(VIII)								1		
11 <i>Steatoda phalerata</i> (PANZER)	1.0	VI				1						
Erigonidae												
12 <i>Acartauchenius scurrilis</i> (O. PICK.-CAMBR.)	0.1	(V)				1						
13 <i>Araeoncus humilis</i> (BLACKWALL)	2.0	V, X				2						
14 <i>Cnephalocotes obscurus</i> (BLACKWALL)	1.0	V				1						
15 <i>Diplocephalus picipus</i> (BLACKWALL)	1.0	V									1	
16 <i>Erigonopterna globipes</i> (L. KOCH)	16.8	V-VIII (V-X)						1	23			
17 <i>Pelecopsis parallela</i> (WIDER)	0.1	(Wi)										
18 <i>Pseudomaro aenigmaticus</i> DENIS ¹	0.1	(X/XI)				1						

¹ Nicht in Serie A-I gefangen; vgl. Kapitel „Untersuchungsflächen und Methodik“

Art	♂.♀	Fangzeitraum ♂ (♀)	Fangziffern an den Standorten																		
			A	B	C	D	E	F	G	H	I										
19 <i>Walckenaera antica</i> (WIDER)	0.2	(VII, IX)	1		1																
20 <i>Walckenaera dysderoides</i> (WIDER)	8.0	V, VI					1	1												6	
21 <i>Walckenaera furcillata</i> (MENGE)	0.3	(VII-IX)	1																	2	
22 <i>Walckenaera melanocephala</i> (O. PICK.-CAMBR.)	1.0	VII																		1	
Linyphiidae																					
23 <i>Bathypantes gracilis</i> (BLACKWALL)	0.1	(IX)	1																		
24 <i>Centromerita bicolor</i> (BLACKWALL)	1.0	Wi	1																		
25 <i>Centromerus leruthi</i> FAGE	1.0	V																		1	
26 <i>Centromerus pabulator</i> (O. PICK.-CAMBR.)	12.1	Wi (Wi)	3	6			2													2	
27 <i>Centromerus sylvaticus</i> (BLACKWALL)	19.10	Wi (V, Wi)	13	7		1														7	
28 <i>Diplostyla concolor</i> (WIDER)	0.1	(IX)								1											
29 <i>Lepthyphantes flavipes</i> (BLACKWALL)	0.2	(VII)																		2	
30 <i>Lepthyphantes mingei</i> KULCZYNSKI	2.6	Wi (VI-Wi)			1	1														1	
31 <i>Lepthyphantes pallidus</i> (O. PICK.-CAMBR.)	2.9	VI-Wi (VI-Wi)	2	3	1			1												4	
32 <i>Lepthyphantes tenuis</i> (BLACKWALL)	2.1	Wi (VIII)			1															2	
33 <i>Linyphia hortensis</i> SUNDEVALL	1.0	V																		1	
34 <i>Meioneta rurestris</i> (C. L. KOCH)	6.32	VII-IX (VII-IX)	2	1	7	13	6	7												2	
35 <i>Microneta viaria</i> (BLACKWALL)	1.0	V																		1	
36 <i>Stemonyphantes lineatus</i> MENGE	1.2	V (V)							1											1	
37 <i>Theonina cornix</i> (SIMON)	3.10	VII, VIII (V-VIII)			2	10														1	
Tetragnathidae																					
38 <i>Meta mingei</i> (BLACKWALL)	1.0	V																		1	
Mimetidae																					
39 <i>Ero aphana</i> (WALCKENAER)	1.2	VI (VII)								2										1	
40 <i>Ero tuberculata</i> (DEGEER)	0.1	(V)																		1	

Art	♂. ♀	Fangzeitraum ♂ (♀)	Fangziffern an den Standorten																		
			A	B	C	D	E	F	G	H	I										
88 <i>Xysticus erraticus</i> (BLACKWALL)	1.0	VI			1																
89 <i>Xysticus kochi</i> THORELL	1.1	V (V)	1			1															
90 <i>Xysticus robustus</i> (HAHN)	4.1	VI, VII (VII)	1	2		2															
Salticidae																					
91 <i>Ballus depressus</i> (WALCKENAER)	1.0	V																		1	
92 <i>Bianor aenescens</i> (SIMON)	1.1	V (VII)																		1	
93 <i>Euophrys aequipes</i> (O. PICK.-CAMBR.)	3.2	VI (VII)			5																
94 <i>Euophrys frontalis</i> (WALCKENAER)	2.0	VI		1																1	
95 <i>Evarcha arcuata</i> (CLERCK)	1.0	V	1																		
96 <i>Evarcha falcata</i> (CLERCK)	1.0	V																		1	
97 <i>Heliophanus cupreus</i> (WALCKENAER)	3.1	V, VIII (VII)																		3	
98 <i>Heliophanus flavipes</i> C. L. KOCH	1.2	VII (VII, VIII)	1	1	1															1	
99 <i>Pellenes tripunctatus</i> (WALCKENAER)	1.1	VI (IX)							1											1	
100 <i>Phlegra fasciata</i> (HAHN)	2.0	VIII, IX		1																	
101 <i>Phlegra v-insignita</i> (CLERCK) (= <i>Aelurillus v-insignitus</i> (CLERCK))	5.6	V, VI (V-IX)		2		3														5	
Amaurobiidae																					
102 <i>Amaurobius ferox</i> (WALCKENAER)	1.0	V																		1	
Dictynidae																					
103 <i>Argenna subnigra</i> (O. PICK.-CAMBR.)	6.0	V, VI				4		2													
104 <i>Lathys stigmatisata</i> (MENGE)	1.0	V																		1	
Summe:																					
Arten: 34 39 28 36 32 40 46 17 25																					
Individuen: 111 258 156 180 219 191 546 91 156																					

Die Fangzahlen sind für die einzelnen Standorte A bis I aufgeschlüsselt. Für einzelne Arten lassen sich danach grobe Habitatpräferenzen erkennen. Eine zöologische Bearbeitung der einzelnen Habitatstrukturen erscheint uns nicht sinnvoll, da die Fallen so gestellt waren, daß ein möglichst großer Teil des Artenspektrums erfaßt wurde – also z.B. Leitlinieneffekte, wie Mauern etc. bewußt ausgenutzt wurden.

Zur Faunistik und Autökologie einiger seltener Arten¹

Hier werden zu einigen Arten nähere Angaben gemacht, die bisher in Bayern selten oder noch nie nachgewiesen wurden.

Für die bayerische Faunistik berücksichtigte Literatur aus diesem Jahrhundert: BELLMANN 1984; BRABETZ 1978; BRAUN 1958; BRAUN und STADLER 1961; GAUCKLER 1957; KÜHN 1982; KRAUS und BAUR 1974; LÖSER, MEYER und THALER 1982; MENDEL 1975; STADLER und SCHENKEL 1940; STUBBEMANN 1980, 1983; THALER und PLACHTER 1983; TRETZEL 1952.

(1) *Atypus piceus*, eine Art, deren Verbreitungsschwerpunkt wohl im pontomediterranen Bereich liegt, wurde in Bayern bisher nicht häufig erwähnt. STADLER + SCHENKEL (1940) melden eine Fundstelle aus dem Muschelkalk Mainfrankens, KRAUS + BAUR (1974) nennen „Nürnberg“ und aus neuerer Zeit 2 Fundorte in Oberbayern (v. HELVERSEN, HARMS leg. 1969). Verf. fanden die Art 1984 im Frankenjura und bei Landshut (unveröff.). Aus Steinbach liegen nur Fallenfänge vagabundierender Männchen vor, Weibchenröhren konnten bisher trotz intensiver Suche nicht gefunden werden. So läßt sich bisher nichts über das Habitat der Art im Weinberg aussagen.

(4) *Zodarion germanicum* ist in der BRD bisher fast nur in Franken gefunden worden (BELLMANN 1984; DAHL, L. KOCH zit. nach WIEHLE 1953; STADLER + SCHENKEL 1940; TRETZEL 1952). L. KOCH (zit. nach WIEHLE 1953) fand die Art „... in der Juragegend unter Steinen, in der Umgebung von Nürnberg unter der Cladoniendecke des Waldbodens, immer an trockenen Orten.“ BELLMANN (1984) beobachtete sie „... am Rande eines sehr trockenen, sandigen Kiefernwaldes ...“. TRETZEL (1952) dagegen schreibt: „An den trockensten Standorten des Untersuchungsgebietes wurde *Z. germanicum* nicht beobachtet.“ In Steinbach wurde die Art in allen Habitattypen außer direkt unter Gebüsch gefangen, mit höchster Abundanz am Gebüschrand. WEISS (1976) charakterisiert sie für Rumänien als typischen Bewohner thermophiler (Mandel-)Gebüsche, BUCAR

¹ Für freundliche Unterstützung danken wir Frau Dr. U. GRIMM (Hamburg), Herrn Dr. K. H. HARMS (Karlsruhe) und Herrn UD Dr. K. THALER (Innsbruck).

(1975) bezeichnet sie in seiner Studie über den thermophilen Bestandteil der böhmischen Fauna als regelmäßigen Bewohner xerothermer Flaumeichenwälder.

Nach den Fundortangaben von WIEHLE (1953) (Schweiz, Tschechoslowakei, Ungarn, Polen, Rumänien, Jugoslawien, Griechenland) scheint *Z. germanicum* eher ost-/südosteuropäisch verbreitet zu sein; die Angabe „Schweiz“, sowie Funde vom Kaiserstuhl (MISIOCH 1977) und aus der Schwäbischen Alb (Vaihingen/Enz, 1984, Verf., unveröff.) deuten allerdings darauf hin, daß die Art weiter nach Westen ausstrahlt.

(9) *Euryopsis laeta* wird sehr selten in der Literatur erwähnt. WIEHLE (1937) gibt als alte Fundorte Rheinprovinz, Nassau, Erlangen, Dessau, Niesky an. In neuerer Zeit erwähnt HARMS (1966) die Art vom Spitzberg. Aus Bayern liegen aus diesem Jahrhundert keine Fundberichte vor.

Als Habitat gibt WIEHLE „... trockene, sandige, warme Orte ...“ an. HARMS fand die Art im Geranio-Peucedanetum und im Mesobrometum alter Weinbergsterrassen. In Steinbach wurde *E. laeta* ausschließlich am trockensten, stark besonnten Standort F gefangen.



Abb. 2: *Atypus piceus* (♂), eine Tapezierspinne. Tapezierspinnen sind die einzigen in Mitteleuropa vorkommenden Verwandten der Vogelspinnen (im weiteren Sinn).

(12) *Acartauchenius scurrilis* ist eine echt myrmekophile Zwergspinne, von der nur wenige Fundortangaben vorliegen. WIEHLE (1960) nennt Rheinbrohl, Stuttgart, Baden und Nürnberg. WUNDERLICH (1971) fand die Art in Heidenelken-Schafschwingelrasen auf der Pfaueninsel in Berlin. Aus Bayern liegt in unserem Jahrhundert keine Fundmeldung vor.

(16) *Erigonopterna globipes* ist eine Erigonide warmer Standort, die bei uns nur selten gefunden wurde. Zu den von WIEHLE (1960) genannten alten Fundorten „Rheinprovinz, Nürnberg“ fügte BRAUN (1960) Pforzheim an. Aus neuerer Zeit liegen Fundmeldungen von HARMS (1966: 50, 55 Ex.), GACK + KOBEL-VOSS (1983: 1 Ex.) und BAEHR (1984: 1 Ex.) vor. Aus Bayern wurde die Art seit der Beschreibung durch L. KOCH (1872) nicht mehr gemeldet.

Während WIEHLE noch 1960 schrieb, ein Vorzugsbiotop der Art sei nicht erkennbar (L. KOCH beschrieb die Art nach Tieren aus nassen Wiesen!), läßt sich *E. globipes* nach den neueren Biotopangaben wohl als photophilthermophil (xerophil?) kennzeichnen. HARMS (1966): zahlreich im Geranio-Peucedanetum, an südexponierten Steilhängen geringer Vegetationsdeckung, auf Trockenrasen; GACK + KOBEL-VOSS (1983): „in offenem Gelände“; BAEHR (1984) auf Wacholderheide. MORITZ (1973) fand die Art in der DDR an einem SO-exponierten Hang mit Steppengrasvegetation. In Steinbach wurde *E. globipes* ausschließlich (bis auf 1 Ind.) am trockensten, stark besonnten Standort F gefangen.

(18) *Pseudomaro aenigmaticus* ist der bemerkenswerteste Erigonidenfund aus Steinbach (1 ♀ am 2. 11. 80; THALER vidit!). Die Art wurde bisher dreimal in Europa gefunden, davon erst einmal im Freien: 1966 von DENIS aus einer belgischen Höhle beschrieben (1 ♀), wurden 1976/77 in England 2 ♀♀ im Freien gefunden (SNAZELL 1978). THALER + PLACHTER (1983) melden die Art erstmals aus Deutschland, und zwar wiederum aus einer Höhle (4 ♀♀, südl. Frankenalb). Vorliegender Fund ist somit der 4. Nachweis in Europa.

Bisher läßt sich noch wenig über die Biotopansprüche der Art sagen. SNAZELL fand *P. aenigmaticus* „on a steep southfacing slope of chalk grassland which is grazed by cattle for some time each winter“. Als Blütenpflanzen des Standorts nennt er unter anderem *Origanum vulgare* und *Thymus drucei*. Er äußert die Vermutung, daß die Art in Spalten des Untergrundes lebt oder evtl. myrmekophil ist (an seinem Fundort große Hügel von *Lasius flavus*). In Steinbach wurde *P. aenigmaticus* auf einer Brachterrasse mit lückiger Vegetation (Deckungsgrad ca. 60 %) gefunden,

Blütenpflanzen u.a. *Organum vulgare*, *Geranium sanguineum*, *Silene nutans*.

(25) *Centromerus leruthi* wurde wie *P. aenigmaticus* ursprünglich aus einer Höhle beschrieben (LERUTH 1935). Im Freiland wurde er in der BRD erstmals von WUNDERLICH (1972) nachgewiesen. Den zweiten Fund melden THALER + PLACHTER (1983) aus einer Höhle der südlichen Frankenalb. Vorliegender Fund ist also der 2. Nachweis für die BRD im Freiland. Die Biotopangaben für die Freilandfunde in Mitteleuropa (z.B. DELLING + HIEBSCH 1982; THALER 1983, dort ausführliche Literaturangaben!; WUNDERLICH 1972) deuten, ebenso wie der vorliegende Fund, auf Thermophilie und hohe Lichtansprüche. (Weitere Funde der Verf. aus Steppenheidewald, Frankenalb und Buchenwald, Landshut; 1984, unveröff.).

(37) *Theonina cornix* gehört zu den extrem selten gefundenen Linyphiiden warmer Standorte. Noch 1956 schrieb WIEHLE, es sei unklar, ob die Art zur deutschen Fauna gehöre (1 Fund in Deutschland 1882). Unterdessen wurde sie von HARMS (1966) in größerer Anzahl am Spitzberg, von WUNDERLICH (1972) an einem südexponierten Steppenheidestandort (Bad.-Württ.) und neuerdings von BAEHR (1984) von einem Wacholderheidestandort der Schwäb. Alb gemeldet. Die Art ist neu für Bayern. In Steinbach wurde *Th. cornix* nur im Mesobrometum, nicht aber an den trockensten, stark exponierten Standorten gefunden. Auch WUNDERLICH weist darauf hin, daß sein Fundort warm, aber nicht zu trocken war.

(48) *Alopecosa cursor* wurde in Bayern in diesem Jahrhundert nur in Mainfranken nachgewiesen (BRAUN + STADLER 1961: Escherndorfer Sande; STUBBEMANN 1979: Astheimer Sande, briefl. Mitt.). Nach DAHL (1927) ist die Art besonders „... an dürre, sonnige Stellen gebunden ...“. BRAUN (1969) klassifiziert sie als stenök, xerobiont – heliobiont.

(61) *Callilepis schuszteri* wurde in der BRD nicht oft gefunden. Den Erstnachweis für unser Gebiet erbrachte HARMS 1964 am Albtrauf „in thermisch begünstigter Lage“ (WIEHLE 1967). BRAUN (1976) meldet die Art ebenfalls von einem stark insolierten Hang (Nahetal). Neuerdings fanden BAEHR (1984) 1 Exemplar auf einer Wacholderheide der Schwäbischen Alb. In Bayern wurde *C. schuszteri* bisher nicht nachgewiesen. Über die Verbreitung ist wenig bekannt, jedoch scheint die Art nach neueren Fundortangaben aus Österreich (THALER 1981) und der Schweiz (MAURER + WALTER 1980) und nach den oben genannten Funden aus dem Westen der BRD weiter verbreitet zu sein, als bisher angenommen. Eventuell wurde sie häufiger mit *C. nocturna* verwechselt.

Alle Biotopangaben deuten auf eine ausgeprägte Thermophilie hin. WEISS (1976) klassifiziert *C. schuszteri* für Rumänien als thermophil, hemiombrophil - hemihygrophil. Er rechnet sie zu den typischen Bewohnern warmer Waldsäume. BUCAR (1975) bezeichnet sie als typischen Bewohner böhmischer Flaumeichenwälder. In Steinbach wurde *C. schuszteri* nur am Rande des thermophilen Gebüsches gefunden, während *C. nocturna* wenige Meter entfernt am trockensten Standort F vorkam. *C. nocturna* ist kommuner als *C. schuszteri*, jedoch wurden in diesem Jahrhundert für Bayern keine Fundmeldungen veröffentlicht.¹

(65) *Haplodrassus kulczynskii* ist eine Art mit pontomediterranem Verbreitungsschwerpunkt. REIMOSER (1937) meldet sie (sub *H. microps*) aus Bonn und Pforzheim „unter Steinen, im Moose oder Heidekraut“. HARMS (1966) fand sie am Spitzberg in größerer Zahl. CASEMIR (1975) klassifiziert sie als „wahrscheinlich xerophil – thermophil“. MISIOCH (1977) erwähnt 2 Ex. vom Kaiserstuhl. BUCAR (1975) zählt sie zu den seltenen thermophilen Arten Böhmens, WEISS (1983) führt sie unter den seltenen Steppenarten Rumäniens auf. In Bayern wurde die Art erstmals nachgewiesen. (Weiterer Fund der Verf. 1984 bei Landshut, unveröff.).

(73) *Zelotes pumilus* und (76) *Zelotes villicus* sind typische Bewohner warmer Standorte. Beide Arten wurden nach REIMOSER (1937) im vorigen Jahrhundert in Bayern gefunden, aus diesem Jahrhundert liegen jedoch keine Fundmeldungen in der Literatur vor.²

Z. pumilus wurde in Steinbach in allen Habitattypen gefunden, *Z. villicus* dagegen mit höchster Abundanz an den Gebüschstandorten. Das deckt sich mit den Biotopangaben von BUCAR (1975): „in Flaumeichenwäldern“ und von WEISS (1976): „... ökologisches Optimum zu den Hecken- gesellschaften verschoben“, zum Teil auch mit denen von HARMS (1966): Mesobrometum, Geranio-Peucedanetum. MILLER (1967) fand die Art „... nur an sehr warmen Stellen, ... im Gras und unter Steinen ...“.

(93) *Euophrys aequipes* ist eine kleine Salticide, die nach DAHL (1926) „... auf niederen Pflanzen des leichten Sandbodens neben lichtem Gebüsch ...“ lebt. In Steinbach wurde sie im Mesobrometum gefunden. BRAUN (1960) nennt als deutsche Fundorte Pforzheim und Nassau, in jün-

¹ Es liegen Aufsammlungen von BAEHR, 1982 östlich von Ingolstadt vor. (Mündl. Mitt. Dr. U. GRIMM)

² Von *Z. pumilus* liegen Aufsammlungen von HARMS, 1978 aus Oberbayern, und von BAEHR, 1982 aus Niederbayern vor. (Mündliche Mitt. Dr. U. GRIMM.) Ferner Funde der Verf. bei Landshut (1984, unveröff.).

gerer Zeit wurde sie von HARMS (1966), CASEMIR (1975) und BAEHR (1984) gemeldet. In Bayern wurde die Art bisher nicht nachgewiesen. (Weitere Funde der Verf. bei Landshut, 1984, unveröff.)

(103) *Argenna subnigra* wurde in den letzten 20 Jahren in der BRD (BRAUN 1958, 1969; CASEMIR 1975; HARMS 1966; WUNDERLICH 1972) nur an thermisch begünstigten, stark belichteten Standorten gefunden. In Steinbach kam sie an den gut belichteten, kurzrasigen Standorten D und E vor, nicht jedoch am trockensten Standort F. Die Art war für Bayern bisher nicht nachgewiesen.

(104) *Lathys stigmatisata* wird noch seltener erwähnt. HARMS (1966) fing 4 Exemplare am Spitzberg „am Steilhang, ... im Onopordetum“, HERZOG (1968) meldet die Art aus der DDR aus einem „lückigen, durchsonnten Kiefernbestand“. In Steinbach wurde *L. stigmatisata* am trockensten, stark besonnten Standort F gefunden. Die Art ist neu für Bayern.

Neben diesen einzeln aufgeführten Arten gehört eine Reihe der nachgewiesenen Tiere zu den „selteneren“ Arten der deutschen bzw. süddeutschen Spinnenfauna (d.h., wird in der Literatur der letzten 20 Jahre selten erwähnt): *Agroeca cuprea*, *Cnephalocotes obscurus*, *Crustulina guttata*, *Episinus truncatus*, *Ero aphana*, *Ero tuberculata*, *Gnaphosa lucifuga*, *Micaria fulgens*, *Oxyptila nigrita*, *Oxyptila scabricula*, *Pholcomma gibbum*, *Phrurolithus minimus*, *Tmarus piger*, *Trochosa robusta*, *Walckenaera dysderoides*, *W. furcillata*, *W. melanocephala*, *Xysticus robustus*, *Zelotes erebeus*, *Zelotes pedestris*.

Erweiterung der Liste der „Spinnen aus Unterfranken“.

Innerhalb Bayerns liegen vor allem für Unterfranken (und Mittelfranken) umfangreichere Studien zur Spinnenfaunistik vor. 1940 veröffentlichten STADLER und SCHENKEL eine Artenliste der „Spinnen Mainfrankens“. Sie wurde von BRAUN (1958) und BRAUN und STADLER (1961) fortgeschrieben. 1978 lieferte BRABETZ weitere Ergänzungen. Mit der vorliegenden Arbeit kann die Artenliste für „Mainfranken“ um 21 Arten erweitert werden. Sie werden im folgenden in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt. Die Erstnachweise für Bayern sind mit (BY), die Wiederfunde für Bayern in diesem Jahrhundert mit (BYW) gekennzeichnet.

Acartauchenius scurrilis (BYW), *Agroeca cuprea* (BYW), *Agroeca pro-*

xima, *Araeoncus humilis*¹, *Argenna subnigra* (BY), *Callilepis nocturna* (BYW)², *Callilepis schuszteri* (BY), *Centromerus leruthi* (2. Freilandfund BRD), *Cnephalocotes obscurus*, *Erigonopterna globipes* (BYW), *Euphrys aequipes* (BY), *Euryopsis laeta* (BYW), *Haplodrassus kulczynskii* (BY), *Haplodrassus silvestris*¹, *Lathys stigmatizata* (BY), *Micaria fulgens*, *Pholcomma gibbum*¹, *Pseudomaro aenigmaticus* (2. Fund in Deutschland, zugleich 1. Freilandfund auf dem europäischen Festland), *Theonina cornix* (BY), *Zelotes pumilus* (BYW)³, *Zelotes villicus* (BYW).

Arten- und Familienspektrum

Tabelle 2 zeigt eine Zusammenstellung der Familien, aus denen adulte Tiere nachgewiesen wurden, aufgeschlüsselt nach Arten- und Individuenzahlen, sowie deren Prozentanteil an der Gesamtanzahl der Arten bzw. Individuen.

Bemerkenswert ist die hohe Artenzahl auf einer Untersuchungsfläche von nur ca. 1 ha, wobei nur die epigäischen Spinnen aus den Bodenfallen berücksichtigt wurden!

Etwa 50% der nachgewiesenen Arten gelten als ausgesprochen thermophil.

Wie vom Standort her zu erwarten war, sind Gnaphosiden, Lycosiden, Salticiden und Thomisiden besonders artenreich vertreten. Sie stellen zusammen die Hälfte aller Arten. Auffällig ist die sehr geringe Artenzahl der Clubioniden, sowie das völlige Fehlen der Hahniiden. Die Artenzahlen für Linyphiiden und Erigoniden nehmen zwar in der Rangliste des Standorts einen relativ hohen Platz ein, verglichen mit dem Artenumfang dieser Gruppen ist die nachgewiesene Zahl von Arten aber verschwindend gering. Wie bei Fallenfängen üblich, sind die Lycosiden in sehr hohen Individuenzahlen vorhanden, während die Salticiden immer nur in Einzelexemplaren gefangen werden.

Sehr bemerkenswert ist der hohe Anteil der Gnaphosiden, sowohl von der Artenzahl wie auch von der Individuenzahl her.

Ein Vergleich mit der Artenzusammensetzung „ähnlicher“ Standorte in der BRD bietet sich bei einem solchen Extrembiotop an, läßt sich aber nur mit großen Einschränkungen vornehmen. Die „Vergleichsstandorte“

¹ Auch in der unveröff. Arbeit von KÜHN 1982 enthalten.

² vgl. Fußnote S. 15.

³ vgl. Fußnote S. 15.

Tabelle 2: Arten- und Individuenzahlen der nachgewiesenen Familien; Anteil an der Gesamtarten- bzw. -Individuen-Zahl in %.

	Arten- zahl	% aller Arten	Individuen- zahl	% aller Individuen
1 Gnaphosidae	17	16.34	269	14.1
2 Linyphiidae	15	14.4	126	6.6
3 Lycosidae	14	13.5	1161	60.8
4 Erigonidae	11	10.6	45	2.36
5 Salticidae	11	10.6	34	1.78
6 Thomisidae	9	8.65	67	3.51
7 Theridiidae	7	6.7	38	2.0
8 Agelenidae	5	4.8	32	1.68
9 Clubionidae	4	3.85	68	3.56
10 Dysderidae	2	1.92	12	0.63
11 Dictynidae	2	1.92	7	0.37
12 Mimetidae	2	1.92	4	0.21
13 Atypidae	1	0.96	22	1.15
14 Zodariidae	1	0.96	20	1.05
15 Ctenidae	1	0.96	2	0.1
16 Tetragnathidae	1	0.96	1	0.05
17 Amaurobiidae	1	0.96	1	0.05
Summe	104		1909	

Spitzberg b. Tübingen (HARMS 1966), „Mainzer Sand“ (BRAUN 1969), Bausenberg in der Eifel (CASEMIR 1975) und eine Wacholderheide in der Schwäbischen Alb (BAEHR 1984) sind von Geologie, Vegetation, Klima und Höhenlage sehr unterschiedlich, das Spektrum der untersuchten Habitate ist in den einzelnen Untersuchungen verschieden, die Methodik ist nicht vergleichbar.¹ Unter dem Sammelbegriff „Xerothermstandorte“ werden sie im folgenden – in vollem Bewußtsein der Problematik – als vergleichbar behandelt.

Es zeigt sich hohe Übereinstimmung der Artenzusammensetzung zwischen unserem Standort und dem Spitzberg bei Tübingen, an dem auch alte Weinbergsterassen in die Untersuchung einbezogen waren (86 gemeinsame Arten), sowie dem Bausenberg in der Eifel (77 gemeinsame Arten).

¹ Die Kaiserstuhlarbeit von MISIOCH (1977) wird hier nicht berücksichtigt, da es sich um die Auswertung mehr oder weniger ungezielter Aufsammlungen handelt.

Stärkere Abweichungen ergeben sich gegenüber dem „Mainzer Sand“ (54 gemeinsame Arten; Abhängigkeit von der Bodenstruktur?) und der Wacholderheide (54 gemeinsame Arten; Abhängigkeit von der Höhenlage?).

Da von den meisten Bearbeitern xerothermer Standorte der hohe Anteil süd- bis südöstlicher Arten am Artenspektrum betont wird, wurde zum Vergleich auch das Artenspektrum zweier Xerothermstandorte aus Südosteuropa (Rumänien) herangezogen: 66 der von uns gefundenen Arten erwähnt WEISS (1975/76) für Xerothermstandorte des siebenbürgischen Hügellandes, 17 unserer Arten bezeichnet WEISS (1983) als „typische Steppenarten“ einer extrem xerothermen Federgrassteppe (als eudominante Steppenart z.B. *Pardosa bifasciata!*).

Diese pauschalen „Ähnlichkeiten“ in der Zusammensetzung des Artenspektrums sind allerdings nicht sehr aussagekräftig, zumal sie die Dominanzstrukturen dieser „gemeinsamen Arten“ am jeweiligen Standort völlig unberücksichtigt lassen. Interessanter erscheint es uns, den Umfang einzelner Familien innerhalb des Artenspektrums zu vergleichen:

Während bekanntermaßen an „nichtxerothermen“, offenen Wiesenstandorten die Erigoniden/Linyphiiden etwa die Hälfte aller Arten stellen, treten sie an den Xerothermstandorten generell stark zurück. Die Lycosiden, die meist in Bezug auf Artenzahl an 3. Stelle stehen, rücken damit an Xerothermstandorten häufig automatisch an die erste Stelle. Ihr Anteil am Gesamtartenspektrum scheint uns deshalb zur Charakterisierung von Xerothermstandorten nicht so sehr geeignet.

Stellt man den Lycosidenanteil am Gesamtartenspektrum für offene Wiesenstandorte (verschiedenster Art) und Xerothermstandorte aus der Literatur zusammen, zeigt sich, daß er mehr oder weniger unabhängig vom Standort ist. Ein Zusammenhang mit dem Aspekt „Xerothermie“ ergibt sich jedoch, wenn man den Anteil der Lycosiden am Artenspektrum zu dem der Gnaphosiden in Beziehung setzt: unabhängig vom **absoluten** Prozentanteil der beiden Familien sind an „normalen“ Standorten die Lycosiden gegenüber den Gnaphosiden in etwa 2–3 facher Artenzahl vorhanden, an Xerothermstandorten ist der Anteil der Gnaphosiden am Artenspektrum gleich oder sogar größer als der der Lycosiden.

Die folgende Tabelle soll das an einigen wenigen Beispielen, die direkten Bezug zu unserem Standort haben, illustrieren. Einerseits sind einige Xerothermstandorte herausgegriffen (BAEHR 1984; CASEMIR 1975; WEISS 1975/76: nur die Fallenfänge berücksichtigt! und Steinbach. Die Arbeiten von Braun 1969 und HARMS 1966 wurden nicht einbezogen, da Handaufsammlungen nicht gleichermaßen „unselektiv“ sind, wie Bodenfallen),

Tabelle 3: Anteil einiger Familien am Gesamtartenspektrum an Xerothermstandorten und „normalen“ Wiesenstandorten. (Nähere Erläuterung im Text)

	Anteil der:			Verhältnis <i>Gnaphosidae/Lycosidae</i>
	<i>Erigonidae/Linyphiidae</i> am Artenspektrum (in %)	<i>Lycosidae</i>	<i>Gnaphosidae</i>	
KÜHN '82	50.9	15.7	5.6	1 : 2.8
BRABETZ '78	49.4	11.8	5.9	1 : 2
CASEMIR '75	38.1	11.1	9.9	1 : 1.1
BAEHR '84	35.2	12.4	10.5	1 : 1.2
Steinbach	25.0	13.5	16.3	1 : 0.8
WEISS '75/76	23.8	15.5	13.7	1 : 1.1
WEISS '83	12.2	17.6	17.6	1 : 1

andererseits zwei Untersuchungen offener Wiesengelände aus der großgeografisch – großklimatistisch „näheren Umgebung“ unseres Weinbergs (Spessart, BRABETZ 1978; Steigerwald, KÜHN 1982: nur die Wiesenstandorte berücksichtigt!).

Man sollte wohl für die Beurteilung von Xerothermstandorten dem Umfang der Gnaphosiden im Artenspektrum ein hohes Gewicht beimessen.

Schlußwort

Steinbach-West ist aus landschaftsästhetischen, kulturgeschichtlichen und biologischen Gründen erhaltenswert. Der Reichtum an Gliederfüßlern, speziell an Spinnen, ist schon nach dieser relativ oberflächlichen Untersuchung als herausragend zu bezeichnen. Der Nachweis von über 100 Arten pro ha kann seine Erklärung nur in einem **extrem feingegliederten Biotopmosaik** finden. Viele Fragen bezüglich der Inseltheorie, der Arten-Arealkurven und besonders des Minimalareals und der Vernetzung werden hierdurch aufgeworfen, aber keineswegs gelöst. Man kann nur hoffen, daß auch in Zukunft derartige Freiland-Laboratorien über vorausschauende Planung erhalten bleiben.

Literatur

- BAEHR, B. & M. BAEHR (1984): Die Spinnen des Lautertales bei Münsingen (Arachnida, Araneae). Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 57/58: 375–406.
- BELLMANN, H. (1984): Spinnen: beobachten, bestimmen. Melsungen 1984, 160 S.
- BRABETZ, R. (1978): Auswirkungen des kontrollierten Brennens auf Spinnen und Schnecken einer Brachfläche bei Rothenbuch im Hochspessart. Ein Beitrag zur Kenntnis der Spinnenfauna des Rhein-Main-Gebietes. Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg 29. Fft/Main, 124 S.
- BRAUN, R. (1958): Die Spinnen des Rhein-Main-Gebietes und der Rheinpfalz. Jb. nass. Ver. Naturkde. 93: 21–95.
- BRAUN, R. (1960): Neues zur Spinnenfauna des Rhein-Main-Gebietes und der Rheinpfalz. Jb. nass. Ver. Naturkde. 95: 29–89.
- BRAUN, R. (1969): Zur Autökologie und Phänologie der Spinnen (Araneida) des Naturschutzgebietes „Mainzer Sand“. Mz. Naturw. Arch. 8: 193–288.
- BRAUN, R. (1976): Zur Autökologie und Phänologie einiger für das Rhein-Main-Gebiet und die Rheinpfalz neuer Spinnenarten (Arachnida: Araneida). Jb. nass. Ver. Naturkde. 103: 24–68.
- BRAUN, R. & H. STADLER (1961): Die Spinnentiere von Unterfranken. Nachträge zu „Die Spinnentiere (Arachn.) Mainfrankens 1940“. Nachr. naturw. Mus. Aschaffenburg 66: 1–31.
- BUCHAR, J. (1975): Arachnofauna Böhmens und ihr thermophiler Bestandteil. Věst. Cs. spol. zool. 39: 241–250.
- CASEMIR, H. (1975): Zur Spinnenfauna des Bausenberges (Brohltal, östliche Vulkaneifel). Beitr. Landespflege Rhld.-Pfalz, Beiheft 4: 163–203.
- DAHL, F. & M. DAHL (1926): Spinnentiere oder Arachnoidea I: Springspinnen (Salticidae). In: DAHL, F., Die Tierwelt Deutschlands 3: 1–53.
- DAHL, F. & M. DAHL (1927): Spinnentiere oder Arachnoidea II: Lycosidae s. lat. In: DAHL, F., Die Tierwelt Deutschlands 5: 1–80.
- DELLING, G. & H. HIEBSCH (1982): Zur Spinnen- und Weberknechtfauna des FND „Steinbruch am rechten Wyhrahang“ im Kreis Geithain. Naturschutzarbeit naturkundl. Heimatforsch. Sachsen 24: 34–41.
- DENIS, J. (1966): *Pseudomaro aenigmaticus* n. gen., n. sp., araignée nouvelle pour la faune de Belgique, et un congénère probable de Sibérie. Bull. Inst. r. Sci. nat. Belg. 42: 1–7.
- GACK, C. & A. KOBEL-VOSS (1983): Zur Spinnenfauna des Naturschutzgebietes „Mindelsee“. In: Der Mindelsee bei Radolfzell. Natur- und Landschaftsschutzgebiete Bad.-Württ. 11: 501–513.
- GAUCKLER, K. (1957): Die Gipshügel in Franken, ihr Pflanzenkleid und ihre Tierwelt. Abh. Naturhist. Ges. Nürnberg 29. Nürnberg, 92 S.
- HARM, M. (1977): Revision der mitteleuropäischen Arten der Gattung *Phlegra* Simon. Senck. biol. 58: 63–77.
- HARMS, K.-H. (1966): Spinnen vom Spitzberg (Araneae, Pseudoscorpiones, Opiliones). Natur- und Landschaftsschutzgebiete Bad.-Württ. 3: 972–997.
- HERZOG, G. (1968): Beiträge zur Kenntnis der Spinnenfauna der südlichen Mark. Veröff. Bezirksheimatmus. Potsdam. Beitr. Tierw. Mark 5: 5–10.
- KRAUS, O. & H. BAUR (1974): Die Atypidae der Wet-Paläarktis. Abh. Verh. naturwiss. Ver. Hamburg (NF) 17: 85–116.
- KÜHN, I. (1982): Faunistisch-ökologische Untersuchungen an epigäischen Spinnen (Araneae) unter besonderer Berücksichtigung ihrer bioindikatorischen Bedeutung. Fachbeitrag im Rahmen der Modellstudie „Zoologischer Artenschutz in Bayern“. (Unveröff. Mskr.)

- LERUTH, R. (1935): Exploration biologique des cavernes de la Belgique et du Limbourg hollandais 17: Arachnida. Bull. Mus. r. Hist. nat. Belg. 11: 1–34.
- LÖSER, S., MEYER, E. & K. THALER (1982): Laufkäfer, Kurzflügelkäfer, Asseln, Webspinnen, Weberknechte und Tausendfüßler des Naturschutzgebietes „Murnauer Moos“ Entomofauna, Suppl. 1: 369–446.
- MAURER, R. & J. E. WALTER (1980): Für die Schweiz neue und bemerkenswerte Spinnen (Araneae). Mitt. Schweiz. Entom. Ges. 53: 157–162.
- MENDL, H. (1975): Spinnen aus dem Allgäu. Naturwiss. Mitt. Kempten/Allgäu 19: 33–36.
- MILLER, F. (1967): Studien über die Kopulationsorgane der Spinnengattung *Zelotes*, *Micaria*, *Robertus* und *Dipoena*, nebst Beschreibung einiger neuen oder unvollkommen bekannten Spinnarten. Acta sc. nat. Brno 1: 251–298.
- MISIOCH, M. (1977): Zur Spinnenfauna des Kaiserstuhls (Arach.: Araneae). Abh. Verh. naturwiss. Ver. Hamburg (NF) 20: 133–149.
- MORITZ, M. (1973): Neue und seltene Spinnen (Araneae) und Weberknechte (Opiliones) aus der DDR. Dtsch. Ent. Z. N. F. 20: 173–220.
- REIMOSER, E. (1937): Spinnentiere oder Arachnoidea. 16. Familie: Gnaphosiden oder Plattbauchspinnen. In: DAHL, F., Die Tierwelt Deutschlands 33: 1–41.
- SNAZELL, R. (1978): *Pseudomaro aenigmaticus* Denis, a spider new to Britain (Araneae: Linyphiidae). Bull. Br. arachnol. Soc. 4: 251–253.
- STADLER, H. & E. SCHENKEL (1940): Die Spinnentiere (Arachniden) Mainfrankens. Mitt. Naturwiss. Mus. Aschaffenburg 2: 1–18.
- STUBBEMANN, H. N. (1980): Ein Beitrag zur Faunistik, Ökologie und Phänologie der Bodenspinnen des Lorenzer Reichswalds bei Nürnberg. Spixiana 3: 273–289.
- STUBBEMANN, H. N. (1983): Arachnologische Untersuchungen (Spinnen). In: Pflanzen- und tierökologische Untersuchungen zur BAB 90 Volnzach-Regensburg, Teilabschnitt Eiskondorf-Saalhaupt. Ber. ANL, Beiheft 2: 59–64.
- THALER, K. (1981): Bemerkenswerte Spinnenfunde in Nordtirol (Österreich) (Arachnida: Aranei). Veröff. Museum Ferdinandeum (Innsbruck) 61: 105–150.
- THALER, K. (1983): Bemerkenswerte Spinnenfunde in Nordtirol (Österreich) und Nachbarländern: Deckennetzspinnen, Linyphiidae. Veröff. Mus. Ferdinandeum (Innsbruck) 63: 135–167.
- THALER, K. & H. PLACHTER (1983): Spinnen aus Höhlen der Fränkischen Alb, Deutschland. Senck. biol. 63: 249–263.
- TRETZEL, E. (1952): Zur Ökologie der Spinnen (Araneae). Autökologie der Arten im Raum von Erlangen. Sitz.-Ber. phys.-med. Soc. Erlangen 75: 36–131.
- WEISS, I. (1975): Untersuchungen über die Arthropodenfauna xerothermer Standorte im südsiebenbürgischen Hügelland. I. Wolfspinnen (Lycosidae, Arachnida). Stud. Comun., Sti. nat., Muz. Brukenthal 19: 247–261.
- WEISS, I. (1976): Untersuchungen über die Arthropodenfauna xerothermer Standorte im südsiebenbürgischen Hügelland. IV. Spinnen (Araneae, Arachnida). Stud. Comun., Sti. nat., Muz. Brukenthal 20: 255–294.
- WEISS, I. (1983): Die Spinnen und Weberknechte des Steppenreservates am Zakelsberg (Slimnic, Südsiebenbürgen). Stud. Comun., Sti. nat., Muz. Brukenthal 25: 277–285.
- WIEHLE, H. (1937): Spinnentiere oder Arachnoidea. 26. Familie: Theridiidae oder Hauben-netzspinnen (Kugelspinnen). In: DAHL, F., Die Tierwelt Deutschlands 33: 119–222.
- WIEHLE, H. (1953): Spinnentiere oder Arachnoidea IX: Orthognatha-Cribellatae-Haplogynae-Entelegynae. In: DAHL, F., Die Tierwelt Deutschlands 42: 1–150.
- WIEHLE, H. (1956): Spinnentiere oder Arachnoidea. 28. Familie: Linyphiidae-Baldachinspinnen. In: DAHL, F., Die Tierwelt Deutschlands 44: 1–337.

- WIEHLE, H. (1960): Spinnentiere oder Arachnoidea. XI: Micryphantidae-Zwergspinnen. In: DAHL, F., Die Tierwelt Deutschlands 47: 1-620.
- WIEHLE, H. (1967): Beiträge zur Kenntnis der deutschen Spinnenfauna, V (Arach. Araneae). Senck. biol. 48: 1-36.
- WUNDERLICH, J. (1971): Bemerkenswerte Spinnenarten (Araneae) aus Berlin. Sber. Ges. Naturf. Freunde (N. F.) 11: 140-147.
- WUNDERLICH, J. (1972): Zur Spinnenfauna Deutschlands XII. Neue und seltene Arten der Linyphiidae und einige Bemerkungen zur Synonymie (Arachnida: Araneae). Senck. biol. 53: 291-306.

Dr. Elisabeth BAUCHHENS
Dr. Günter SCHOLL
Weingartenweg 4
8720 Schweinfurt

Helianthemum x sulphureum Willd. und die Blüh-Phänologie der unterfränkischen *Helianthemum*-Arten

VON RAINER LÖSCH

Zusammenfassung

Die Blühabfolge der drei in Unterfranken vorkommenden *Helianthemum*-Arten wurde an verschiedenen Xerothermstandorten im Bereich des Karlstadter Wellenkalkes untersucht. *H. nummularium* und *H. apenninum* auf offenen Grasflurstandorten schließen sich in ihrer Blütezeit gegenseitig aus; im Steppenheidewald und im Schattbereich von Liguster-Schlehen-Gebüsch kommt es zu einer Blütezeit-Überlappung. Dort können beide Arten miteinander bastardieren. Der Bastard, *H. x sulphureum*, tritt auch im übrigen Europa nur an den Rändern des Verbreitungsareals von *H. apenninum* auf. Es wird die Bedeutung derartiger Rand- und Exklavenstandorte für die Evolutionsdynamik diskutiert.

Summary

Helianthemum x sulphureum Willd. and the flowering times of Franco-nian *Helianthemum* species

Flowering dates of Franconian *Helianthemum* species (*H. canum*, *H. apenninum*, *H. nummularium* ssp. *ovatum*) were investigated. *H. apenninum* und *H. nummularium* do not bloom at the same time on open grassland sites, the former being much earlier than the latter. However, on more mesic sites the time of bloom overlaps. At these sites both species can hybridize. In other Europaeen areas the hybrid, *H. x sulphureum*, has only been found at the margins of the range of *H. apenninum* (South England, Northern France/Southern Belgium, Switzerland). Evidently, the prezygotic hybridization barrier is broken only where flowering of the sympatric species coincide. The importance of such chorological exclave sites for evolutionary dynamics is discussed.

Die vor allem westmediterran-subatlantisch verbreitete Gattung Sonnenröschen, *Helianthemum*, ist in Unterfranken mit drei Arten zu finden. Zu dem auch im übrigen Deutschland weithin verbreiteten Gemeinen Sonnen-

röschen, *H. nummularium* ssp. *ovatum*, treten die südlichen Arten *H. apenninum* (Apenninen-Sonnenröschen) und *H. canum* (Graues Sonnenröschen). Beide gedeihen hier auf Exklavenstandorten, die dem geschlossenen Verbreitungsareal vorgelagert sind (MEUSEL et al., 1978).

Das sattgelb blühende *H. nummularium* und das weiße *H. apenninum* können bastardieren. Die Hybride, *H. sulphureum* Willd., steht mit blaßgelber Blütenfarbe und \pm deutlichen Saftmalen zwischen den Eltern; die Blätter sind breiter als bei *H. apenninum*, aber im allgemeinen nicht ganz so breit eiförmig wie bei *H. nummularium*. BOUHARMONT (1968) wies an Material aus den Ardennen die Fertilität des Bastardes nach. Auch die südenglische Population scheint durch die Kreuzung keine Einbuße der Fertilität zu erleiden (PROCTOR, 1956). Es kann daher wohl auch für die im Maintal entstandenen Pflanzen die Fortpflanzungsfähigkeit angenommen werden.

Gleichwohl kommt *H. sulphureum* nicht allzu häufig an den Wellenkalkhängen Unterfrankens vor. Im gesamten Bereich der Xerothermstandorte zwischen Gambach und Karlstadt finden sich nur einige Dutzend Stöcke, gegenüber vielen Hunderten von Individuen der Eltern-Arten. Eine Bastardisierung größeren Ausmasses wird offenbar durch eine Kreuzungsbarriere verhindert, die nur im Randbereich der ökologischen Amplituden der beiden Arten durchbrochen werden kann.

Die räumlich-zeitlichen Bedingungen, die die Hybridisierung zwischen *H. apenninum* und *H. nummularium* begrenzen, wurden untersucht durch Beobachtung der Blüh-Phänologie der Sonnenröschen im Frühjahr und Frühsommer 1976 an verschiedenen Standorten im Bereich des Maingestells südöstlich des Kalbensteins bei Gambach. VOLK (1937) hat die in diesem Gebiet vorkommenden Pflanzengesellschaften soziologisch charakterisiert.

Intensität und Zeitpunkt der Blütenfaltung ist bei den drei Sonnenröschen-Arten sippenspezifisch und je nach Standort unterschiedlich (Abb. 1). *H. apenninum* und *H. canum* gleichen sich sehr in ihrer Phänologie. Sie kommen bereits im Mai zu üppigster Blütenentfaltung, während die Anthese von *H. nummularium* erst im Juni voll einsetzt, sich dann aber über einen längeren Zeitraum erstrecken kann. Für die beiden südlichen Sonnenröschen wurden im Einzugsbereich der ca. 20 m breiten und sich reichlich 200 m hangaufwärts ziehenden Klinge des Maingestells während des Beobachtungszeitraumes insgesamt 2587 (*H. apenninum*) und 1340 (*H. canum*) Einzelblüten gezählt. 70 % davon waren im Mai geöffnet. Der Zeitpunkt des Blütenmaximums an den sonnenexponierten Standorten unterschied sich nicht von dem der mehr beschatteten Lagen im lichten Kiefernwald.

Die erstgenannten Biotope sind dem Mainfränkischen Trockenrasen (Trinio-Caricetum humilis) und der Blaugrashalde (Seslerio-Teucrietum) zuzurechnen, der lichte „Steppenheidewald“ ist soziologisch als Cytiso-Pinetum, die Gebüschelandschaft als Ligustro-Prunetum zu fassen. Die Zahl der Blüten auf den Grasfluren war mehr als doppelt so groß als die in den Busch- und Wald-Standorten. Dort wiederum dominierten einige Wochen später die großen gelben Blüten von *H. nummularium*, und nur an solchen Standorten fanden sich auch die blaßgelben Blüten von einem reichlichen halben Dutzend *H. sulphureum*-Stöcken. Die Spanne der Blütezeit von *H. sulphureum* ist wesentlich kürzer als die von *H. nummularium*; sie fällt genau in den Zeitabschnitt, zu dem **noch** *H. apenninum* – Pflanzen an den Halbschatten-Standorten blühen und **schon** hinreichend viele *H. nummularium*-Blüten entfaltet sind. Am lichtexponierten Trockenrasen schließt sich die Blütezeit der beiden Stamm-Arten gegenseitig weitgehend aus; die wenigen *H. nummularium*-Exemplare dort kommen erst zur Anthese, wenn *H. apenninum* und *H. canum* schon völlig verblüht sind. Für eine Bastardisierung steht also aus jeder Art nur eine sehr geringe Teilpo-

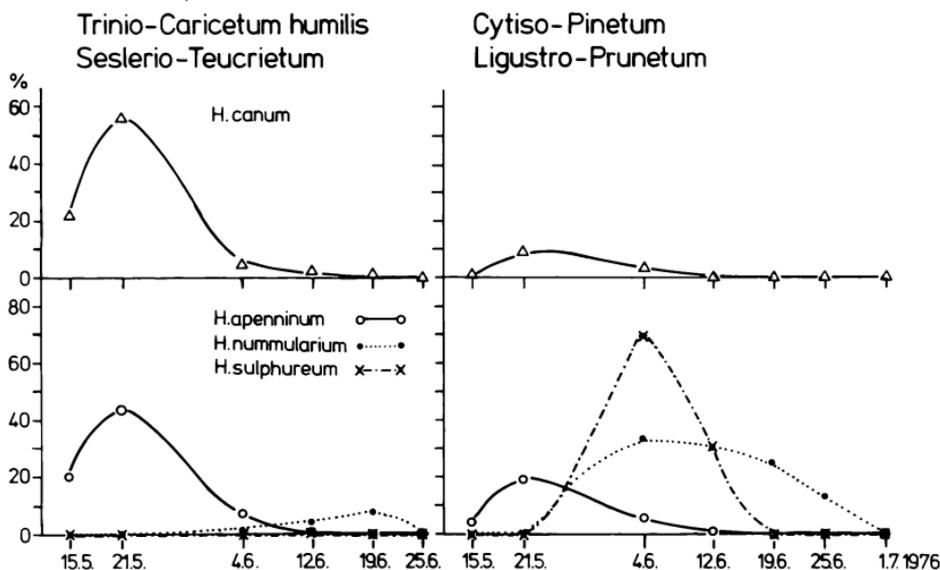


Abb. 1: Blütenzahl der unterfränkischen *Helianthemum*-Arten im Verlauf von Frühling und Frühsommer. Ordinate: Prozentualer Anteil der zum jeweiligen Zeitpunkt gezählten Blüten an der Gesamtzahl der während der Blütezeit vorgefundenen Blüten je Art.

pulation zur Verfügung. Ob es innerhalb dieser Ausgangssippen auch zu Kreuzungen mit *H. canum* kommt, konnte nicht eindeutig geklärt werden. Die einander näher verwandten sympatrischen Arten *H. apenninum* und *H. nummularium* sind durch die präzygotische Kreuzungsbarriere unterschiedlicher Blühtermine isoliert, die nur an den Grenzen ihrer ökologischen Amplitude durchbrochen wird: Für *H. apenninum* sind das die lichtärmsten, kühlestn Standorte seines Vorkommens. In ihrem ökologischen Optimum hingegen bleiben beide Arten unvermischt. Diese zeitlich-räumliche Kreuzungsbarriere ermöglicht beiden miteinander kreuzungsfähigen Arten ein weitgehend sich deckendes Areal (Abb. 2), dessen Grenzen bei *H. nummularium* allerdings wesentlich weiter gezogen sind. Der am Rande der jeweiligen ökologischen Nischen mögliche Bastard tritt nur an den Arealgrenzen von *H. apenninum* auf: in Südengland (CLAPHAM et al., 1952; PROCTOR, 1956), in Nordfrankreich/Südbelgien (BOUHARMONT, 1968; DE LANGHE et al., 1978), am Monte San Salvatore/Tessin – Höhengrenze! – (HESS et al., 1970), im Maintal. Über die Verhältnisse an den Südgrenzen des *H. apenninum*-Arealis im Überschnei-

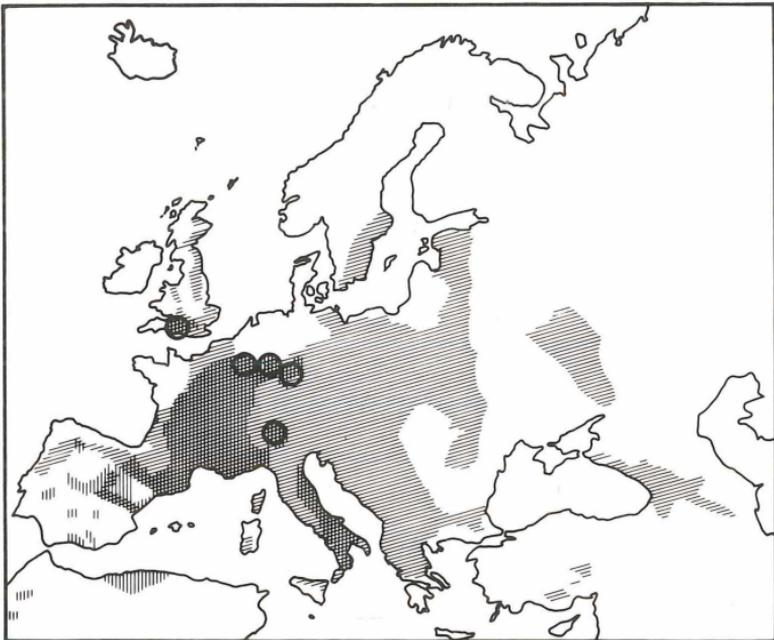


Abb. 2: Areale von *Helianthemum nummularium* (schräg schraffiert) und *Helianthemum apenninum* (senkrecht schraffiert); nach Meusel et al., 1978. Kreise: Vorkommen des Bastardes *Helianthemum sulphureum*.

dungsbereich mit *H. nummularium* ließen sich keine Literaturangaben finden.

H. nummularium und *H. apenninum*, beide mit der Chromosomenzahl $2n = 20$, sind nach BOUHARMONT (1968) durch Punktmutationen voneinander getrennt. Die präzygotischen Isolationsmechanismen der unterschiedlichen Blütezeit und der Standortdifferenzierung verhindern in der Regel hybridogene Introgression. Diese erfolgt jedoch an den Rändern der ökologischen Amplituden an der Arealgrenze von *H. apenninum*. Noch fehlen dem Bastard offenbar hinreichend kräftige Rückkreuzungsbarrieren, um zur Ausbildung einer eigenständigen Population zu gelangen. Die Ansätze zu einer solchen Mikroevolution an den Arealrändern von *H. apenninum* sind jedoch nicht zu übersehen und bieten ein anschauliches Beispiel für die phylogenetische Bedeutung von Standorten am Rande geschlossener Verbreitungsgebiete.

Die Exklaven südlicher, kontinentaler oder atlantischer Pflanzen, die in Mitteleuropa an mesoklimatisch entsprechend ausgezeichneten Stellen existieren – oft als Reste größerer Areale in früheren Epochen – sollten dementsprechend nicht nur als regional bedeutsame Fundorte floristischer Besonderheiten gewertet werden. Sie verdienen vielmehr die Erhaltung und den Schutz auch im Blick auf die Dynamik des großräumigen und langfristig wirkenden Evolutionsgeschehens.

Literatur

- BOUHARMONT, J. 1968: Observations sur la cytologie et la fertilité chez *Helianthemum x sulphureum* Willd. (*Cistaceae*): Bull. Jard. Bot. Nat. Belg. 38, 415–420
- CLAPHAM, A. R., TUTIN, T. G., WARBURG, E. F. 1952: Flora of the British isles. Cambridge
- DE LANGHE, J. E., DELVOSALLE, L., DUVIGNEAUD, J., LAMBINON, J., VANDEN BERGHE, C. 1978: Nouvelle flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines. 2. éd. Meise/Belgien
- HESS, H. E., LANDOLT, E., HIRZEL, R. 1970: Flora der Schweiz, Bd. 2, Basel und Stuttgart
- MEUSEL, H., JÄGER, E., RAUSCHERT, S., WEINERT, E. 1978: Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora, Bd. 2, Jena
- PROCTOR, M. C. F. 1956: *Helianthemum* Mill., Biological flora of the British isles. J. Ecol. 44, 675–691
- VOLK, O. H. 1937: Über einige Trockenrasengesellschaften des Würzburger Wellenkalkgebietes. Beih. Bot. Cbl. 57 B, 577–598

Dr. Rainer LÖSCH
Botanisches Institut
Olshausenstr. 40–60
2300 Kiel

Der Gute Heinrich (*Chenopodium bonus-henricus*) in der Rhön

VON GABRIELE RITSCHEL-KANDEL, CHRISTINE KIMMEL
und ELFRIEDE SCHÄFER

Im dörflichen Siedlungsbereich ist überall eine besonders starke Verarmung an Arten zu beobachten. Da es für typische Dorfplanzen kaum eine Ausweichmöglichkeit auf andere Lebensräume gibt, muß der Lebensraum Dorf stärker in die Naturschutzarbeit einbezogen werden. Stellvertretend für andere charakteristische Dorfplanzen wurden in der Rhön Wuchsorte von *Chenopodium bonus-henricus* gesucht.

Der Gute Heinrich ist, wie viele andere Unkräuter, ein alter Kulturbegleiter; er wurde in Mitteleuropa bereits in vorgeschichtlicher Zeit durch den Menschen eingeschleppt. *Chenopodium bonus-henricus* ist ein Stickstoffzeiger, d.h. er kommt stets dort vor, wo nährstoffreiche Böden vorhanden sind, die eine gute Stickstoffversorgung aufweisen. Daher ist er überall in der Nähe menschlicher Siedlungen anzutreffen: an unbefestigten Rändern der Dorfstraßen und Dorfplätze, an Wegrändern, an Ställen und Scheunen, an Gärten und Zäunen, auf Schuttplätzen, an Weideplätzen und Sennhütten. Man faßt diese Standorte unter dem Begriff „Ruderalstandorte“ zusammen. Der Gute Heinrich ist in ausdauernden Ruderalgesellschaften charakteristisch; er wächst hier zusammen mit Wilder Möhre (*Daucus carota*), Weißer Taubnessel (*Lamium album*), Beifuß (*Artemisia vulgaris*), Schwarznessel (*Ballota nigra*) und anderen mehrjährigen Unkräutern.

Obwohl nun heute die menschlichen Ansiedlungen an Ausdehnung keineswegs abgenommen haben, sind die typischen Kulturbegleiter, die früher reichlich und üppig in jeder Siedlung vorkamen, deutlich seltener geworden. Sie sind zwar nirgends ausgestorben oder akut gefährdet (noch nicht!), aber im Gegensatz zu früher sind viele Arten in den Dörfern nicht mehr allgegenwärtiges Unkraut. Besonders der Gute Heinrich gehört dazu, während etwa Löwenzahn, Brennessel und Quecke kaum unter einem Rückgang leiden.

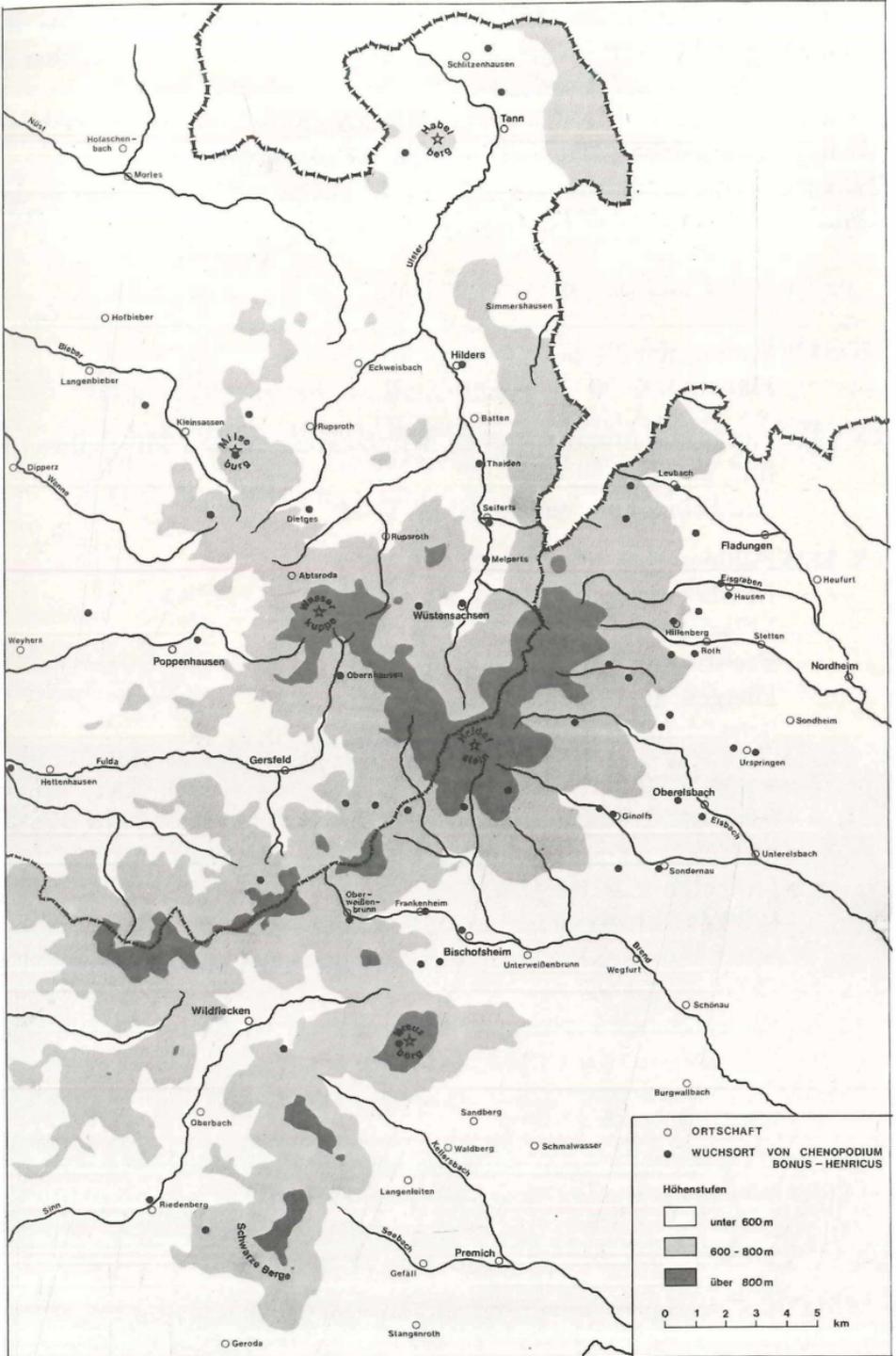
Die Ursachen des Rückganges

Die Wuchsorte des Guten Heinrich gingen vielfach durch veränderte Bau- und Wirtschaftsweisen, durch die Asphaltierung von Dorfstraßen und durch die „Verschönerung“, das hieß meist die Säuberung und Verstädterung der Dörfer verloren. Bei diesen Aktionen wurden mit großer Gründlichkeit in vielen Dörfern sämtliche Wuchsorte der alten Dorfpflanzen beseitigt. Auch die anschließenden Bepflanzungen nach landschaftspflegerischen Gesichtspunkten können über diese bleibenden Verluste an Wuchsorten nicht hinwegtäuschen. Das Ergebnis ist, daß heute die solchermaßen „verschönten“ Dörfer eine ähnlich verarmte Pflanzenwelt aufweisen wie etwa die ökologisch langweiligen Villenviertel der Städte. Dort, wo die fortschrittliche Entwicklung etwas gemächlicher läuft, findet sich meist noch ein Reichtum an typischen alten Dorfpflanzen. Zu ihrer Erhaltung ist keineswegs die übertriebene Schonung aller Unkräuter notwendig. Denn alle Ruderalpflanzen können im Zuge der Dorfpflege gelegentlich gehackt oder gemäht werden: solange die Wuchsorte bestehen bleiben, treiben die Pflanzen aus ihren unterirdischen Überdauerungsorganen wieder aus.

Die Verbreitung in der Rhön

Der Gute Heinrich hat derzeit noch in vielen Dörfern der Rhön Wuchsorte, allerdings waren diese fast stets erst nach gezielter, intensiver Suche zu entdecken. Meist gibt es nur noch einen einzigen Wuchsort in einer Ortschaft. Mehrere Wuchsorte in einer Ortschaft wurden nur in **Hausen** und **Ginolfs** festgestellt. Weitere Wuchsorte befinden sich im Umkreis von Gastwirtschaften außerhalb geschlossener Ortschaften, häufig an den Rändern der Parkplätze (Rhönhäuschen, Thüringer Hütte, Hillenberg, Schweinfurter Haus, Sennhütte an der Fladunger Straße, Kreuzberg, Berghaus Rhön). Besonders reichlich kommt *Chenopodium bonus-henricus* vor rund um das Kloster **Kreuzberg**, sowie bei und in dem Weiler **Hillenberg** (Gem. Hausen), insbesondere an der Straße vom Jugendzeltplatz bis zu den Häusern. Weitere Standorte sind die Sennhütten und Schafkoppeln der Wanderschäfer (Stettener Hut bei Hausen, Hohe Dalle), sowie Steinbrüche und Schuttplätze (Steinernes Haus, Rother Berg), soweit sie vor Rekultivierungsmaßnahmen verschont blieben.

Verstädterungs- und Verschönerungsaktionen, die in der Regel zum Verlust von Wuchsorten führen, machen auch in der Rhön nicht Halt. Die noch reichliche Verbreitung in der Rhön, wie sie die Punktverbreitungs-



karte darstellt, darf nicht darüber hinwegtäuschen, daß es sich meist um einen einzigen Fundort im gesamten Dorf handelt, während es früher in jeder Ortschaft viele Fundorte gab.

Der Gute Heinrich ist in der Rhön vergesellschaftet mit weiteren Stickstoffzeigern: *Lamium album*, *Urtica dioica*, *Agropyron repens* u.a.

Dagegen ist die etwas thermophile Schwarznessel (*Ballota nigra*) in der Rhön nur selten dabei (Urspringen).

TK 5325 Haselstein, 29. 5. 76

Habel, 3. 6. 76

TK 5326 Am Straßenrand zwischen Schlitzenhausen und Theobaldshof, 3. 9. 80

Am Schießhaus bei Tann, 19. 9. 76

TK 5425 Fohlenweide, altes Haus, 8. 8. 75

In Oberbernards, 26. 6. 83

Milseburg, an der Hütte, 7. 6. 79

Eselsbrunn, Bauernhof, 2. 11. 82

Dietges, an einer Scheune, 5. 8. 82

Schafsteinhof östlich vom Schafstein, 10. 8. 76

TK 5426 Hilders, 30. 9. 76

Thaiden, 2 Wuchsorte an Scheunen, 5. 8. 82

Seiferts, an der ehemaligen Birxmühle, 25. 5. 77

Melperts, 9. 8. 82

Wüstensachsen, Bauernhof, 9. 8. 82

Sennhütte, am Parkplatz der Gastwirtschaft, 25. 6. 83 mit *Echium vulgare*

Parkplatz am Fischteich Oberer See, 27. 7. 77

Leubach, an der Kirche, 13. 9. 81

Rüdenschwinden-Kalkberg, rechts an Straße Hilders, mit *Papaver dubium*, 16. 7. 84

Hausen, mehrere Wuchsorte, am Bad, an Bauernhäusern, am Weg zur Kapelle, 25. 10. 82

TK 5524 Kalkhof südwestlich von Giebelrain, 15. 8. 82

Eichenzell, am Bahnhof,

Schmalnau, unten am Kirchenaufgang, 24. 7. 84

Döllau, 14. 5. 77

TK 5525 Poppenhausen

Obernhäusen

Mosbach, an der Garage der Schreinerei

Kümmelhof, am Gartenzaun, 11. 9. 84

Am Wegrand zwischen Kümmelhof und Steinküppel, 10. 8. 76

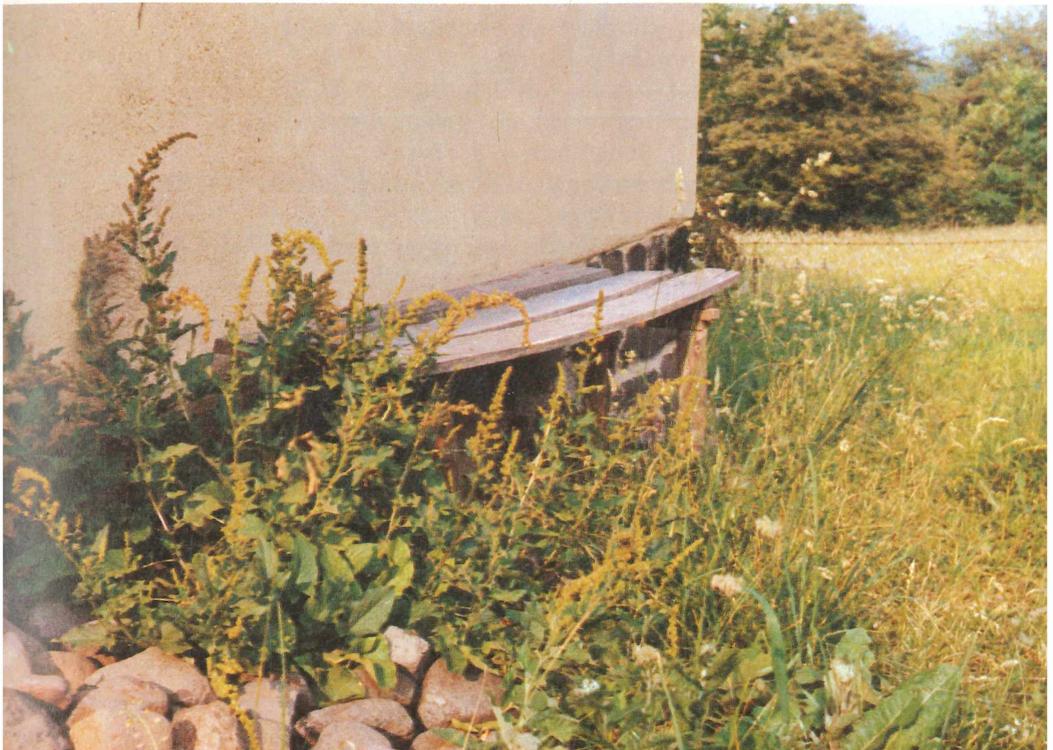
Rhönhäuschen, reichlich an den Rändern des Parkplatzes, mit *Symphytum asperum*, *Rumex spec.*, *Heracleum mantegazzianum*, 26. 6. 83

Wüstung Kippelbach, im Truppenübungsgebiet Wildflecken, im alten Dorfgebiet reichlich, 8. 6. 75

Am Wegrand zwischen Mittelwald und Ludwigstein, 15. 8. 75

Oberweißenbrunn, an Bauernhaus,

Frankenheim, an alter Scheune, mit *Urtica dioica*, *Chaerophyllum aureum*, *Galeopsis tetrahit*, *Convolvulus arvensis*, *Aethusa cynapium*, *Lolium perenne*, 13. 9. 84



TK 5526 Wüstensachsen, 25. 7. 84

Am Schafstall der Stettener Hut zwischen Hillenberg und Hausen, mit viel *Rumex*, 25. 7. 84

Weiler Hillenberg, sehr reichlich an der Straße und im Ort mit *Lamium album*, *Daucus carota*, *Chaerophyllum aureum*, *Rumex crispus*, *Carum carvi*, *Urtica dioica*, *Taraxacum officinale*, *Trifolium repens*, *Cirsium eriophorum*, *Geranium robertianum*, *Stellaria media*, *Heracleum sphondylium*, *Poa trivialis*, *Dactylis glomerata*, *Atriplex patula*, *Matricaria discoidea*, *Rumex obtusifolius*, *Polygonum aviculare*, *Galeopsis tetrahit*, 13. 9. 84

Unterhalb von Reupershütte, 2. 6. 82

Ehemaliger Steinbruch, am Justus-Schneider-Brunnen, 2. 6. 82

An der Straße zur Thüringer Hütte, Oberelsbacher Graben, 14. 9. 76

An der Thüringer Hütte, 11. 8. 82

Zwischen Thüringer Hütte und Rother Kuppe, 6. 6. 79

Am Schafstall zwischen Thüringer Hütte und Urspringen, 24. 6. 80

An der Zufahrt zum Schweinfurter Haus und am Forsthaus, mit *Chaerophyllum aureum* und *Ch. bulbosum*, 25. 6. 83

Hütte der „Rhönfee“ am Maihügel, 24. 6. 82

Südlich vom Gangolfsberg,

Östlich und westlich von Urspringen, 5. 8. 82

Schuttplatz Urspringen, mit *Ballota nigra*, 31. 7. 80

Galgenberg, Bauernhof, 5. 8. 78

Oberelsbach, an der Kapelle, Richtung Ginolfs, 5. 8. 82

Am Schuttplatz Oberelsbach

Ginolfs, mehrere Wuchsorte, an der Gastwirtschaft „Rhönlust“ und an Straßenrändern, 11. 8. 82

Weisbach, 11. 8. 82

Sondernau, unten an der Kirchentreppe, 5. 8. 82

Jungviehweide, 5. 8. 82

Hohe Dalle, ehemaliger Schafpferch, mit viel *Rumex obtusifolius*, 3. 11. 82

Holzberghof, 5. 8. 77

Bischofsheim, an der Brendbrücke, 7. 7. 82

TK 5625 Um Kloster Kreuzberg, 23. 6. 82

Haselbach, 21. 7. 82

Haselbachtal, 4. 8. 74, 2. 7. 75

Würzburger Haus und Berghaus Rhön, 11. 6. 82

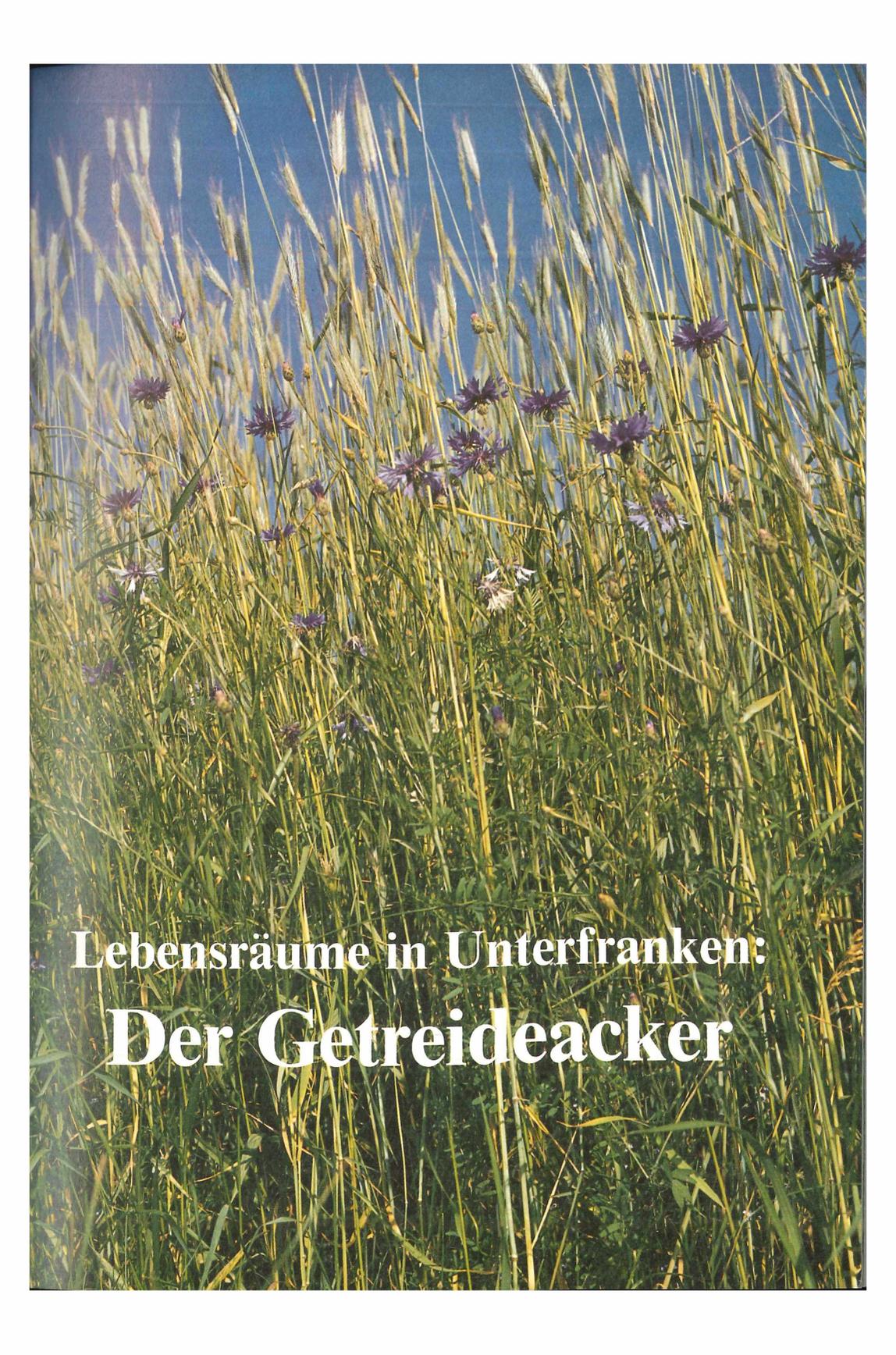
Für Anregungen und Hinweise danken wir Dr. U. BOHN, Bonn und dem Botanischen Arbeitskreis Bad Kissingen.

Dr. Gabriele RITSCHEL-KANDEL
bei: Regierung von Unterfranken
Höhere Naturschutzbehörde
Peterplatz 9, 8700 Würzburg

Christine KIMMEL
Hoherodskopfstr. 9
6400 Fulda

Elfriede SCHÄFER
Hoheroldskopfstr. 10 b
6400 Fulda



A photograph of a field of tall, golden-brown grain stalks, likely wheat or barley, with several purple flowers scattered throughout. The background is a clear, bright blue sky. The text is overlaid on the lower portion of the image.

**Lebensräume in Unterfranken:
Der Getreideacker**

Sind Äcker Biotope?

Unter einem *Biotop* versteht man den belebten und unbelebten *Lebensraum* einer Lebensgemeinschaft. Der Biotop und die in ihm wohnende *Lebensgemeinschaft* (*Biozönose*) stellen zusammen ein *Ökosystem* dar.

Biotop heißt also auf deutsch einfach Lebensraum. Außer Feuchtbiotopen, Hecken und Trockenrasen gibt es noch viele andere Biotope. Die genannten Lebensräume stehen zwar auf der Hitliste des Naturschutzes ganz oben, sie enthalten aber häufig weniger gefährdete Arten als ein Acker, der noch in althergebrachter Weise bewirtschaftet wird. Heute sind in Unterfranken mehr Ackerunkräuter vom Aussterben bedroht als Pflanzen der Trockenrasen.

Wünschenswert wäre mehr Verständnis für den Biotopbegriff. Vielleicht wären dann manche Aktivisten etwas zurückhaltender bei der sogenannten „Schaffung von Biotopen“ – denn dies ist ja immer gleichbedeutend mit der Zerstörung eines bereits vorhandenen Lebensraumes.

Beginn der Ackerkultur

Das Vorkommen aller Pflanzen und Tiere im Acker ist besonders eng mit der Kulturgeschichte verknüpft. Ackerunkräuter gibt es in Mitteleuropa, seit der Mensch Ackerbau betreibt. Ein großer Teil der Ackerunkräuter kam bereits in der jüngeren Steinzeit, d.h. vor über 4000 Jahren, zusammen mit den Getreidekulturen zu uns. Kulturpflanzen wie Unkräuter stammen aus dem Südosten Europas und aus Asien. Solche alten Kulturbegleiter sind z.B. Kornblume, Kornrade, Vogelmiere, Hellerkraut, Feldsalat und Kamille.

Die Lebensbedingungen im Acker

Äcker sind eigene Lebensräume mit besonderen Lebensbedingungen und Lebewesen, die speziell an diese Bedingungen angepaßt sind. Ackerboden liegt offen und wird regelmäßig vom Pflug umgebrochen. Es kann sich niemals eine geschlossene Vegetationsdecke bilden. An diese Bodenbearbeitung sind alle im Acker lebenden Pflanzen angepaßt; viele von ihnen können in anderen Lebensräumen, z.B. in einer Wiese oder im Wald, überhaupt nicht vorkommen. Wenn Äcker brachfallen, stellt sich nach einigen Jahren eine völlig andere Lebensgemeinschaft ein. Die Bearbeitung des Ackers ist eine der wichtigsten Grundlagen für das Vorkommen der Ackerunkräuter. Denn diese Bearbeitung durch den Landwirt läßt ausdauernde Wiesen- und Waldpflanzen nicht hochkommen, denen die kurzlebigen Ackerunkräuter sonst weichen müßten. Zwar vernichten mechanische Maßnahmen zur notwendigen Unkrautbekämpfung wie rechtzeitiges Eg-

gen und Hacken, zunächst eine große Anzahl von Unkräutern, sie merzen aber keineswegs die Arten als solche aus. Das Gegenteil ist der Fall: es läßt sich sogar beobachten, daß die Zahl der Arten auf einem solchermaßen gereinigten Acker größer ist als auf einem völlig ungepflegten Feld. Denn auf letzterem entwickeln sich einige extrem wüchsige Unkräuter so massenhaft, daß sie anderen, die kleiner sind oder langsamer wachsen, jede Lebensmöglichkeit wegnehmen. Durch das Eggen werden die Benachteiligten von einem Teil ihrer Konkurrenten befreit und können sich entwickeln. Die Artenzahl wird also durch mechanische Bearbeitung nicht vermindert, sie kann sogar vermehrt werden.

Pflanzenwelt im Acker

Äcker sind für den Anbau von Kulturpflanzen gedacht. Zu den Kulturpflanzen gesellen sich auf all unseren Feldern ohne unser Zutun, gegen unseren Willen, zahlreiche Unkräuter. In Unterfranken gibt es rund 120 Ackerunkräuter, wenn man auch die seltensten Arten mitrechnet (siehe Tabelle 3). Unkräuter werden bekämpft, da sie Konkurrenten der Kulturpflanzen und zudem oft Wirte für schädliche Pilze und Insekten sind.

Lebensformen der Ackerunkräuter:

Die meisten Unkräuter sind raschwüchsige einjährige Arten (Therophyten), die ihre Entwicklung von der Keimung bis zur Samenreife in kurzer Zeit, auf jeden Fall vor der Ernte abschließen können. Viele von ihnen bringen eine verschwenderische Menge von Samen hervor, die sich auch dadurch auszeichnen, daß sie im Ackerboden viele Jahre lang keimfähig bleiben und einen unterschiedlich großen Keimverzug haben. Daher sammelt sich im Laufe der Zeit im Boden eine Fülle von keimfähigen Unkrautsamen an. In altem Kulturland gibt es bis zu 100 000 Samen pro Quadratmeter. Im Gegensatz zu diesen „Samenunkräutern“ gibt es im Acker nur wenige ausdauernde Arten („Wurzelunkräuter“). Sie halten sich nur dann, wenn sie sich vegetativ vermehren und nach dem Unterpflügen leicht wieder austreiben können. Unter den Wurzelunkräutern befinden sich einige besonders hartnäckige Problemunkräuter, wie Quecke, Ackerwinde, Ackerkratzdistel und Acker-Schachtelhalm.

Unkräuter als Zeigerpflanzen des Standortes:

Sowohl für eine Bekämpfung von Unkräutern wie auch für einen wirksamen Artenschutz gefährdeter Arten ist es nötig, die Lebensansprüche der Arten und ihr Verhalten im Wettbewerb mit anderen Pflanzen zu kennen. Keine Art gleicht in ihren Umweltansprüchen der anderen, und was die eine schwächt oder vernichtet, kann eine andere Art fördern.

Viele Unkräuter sind empfindliche Zeigerpflanzen für Kalkzustand und Säuregrad, Wasserhaushalt, Nährstoffversorgung und Temperaturverhältnisse des Standorts usw.

Ökologische Gruppen von Zeigerpflanzen (Beispiele)

Wesentlicher Standortfaktor: Bodenreaktion

Kalk- und basenzeigende Pflanzen: gleichzeitig wärmebedürftig, ertragen starke Trockenheit, sind in ihrer Stickstoffernährung äußerst genügsam, bzw. vertragen keine Düngung; auf schlecht bewirtschafteten, trockenen, flachgründigen, steinigen und hängigen durchlässigen kalkreichen Böden in wärmeren Gebieten; besonders viele gefährdete Arten!

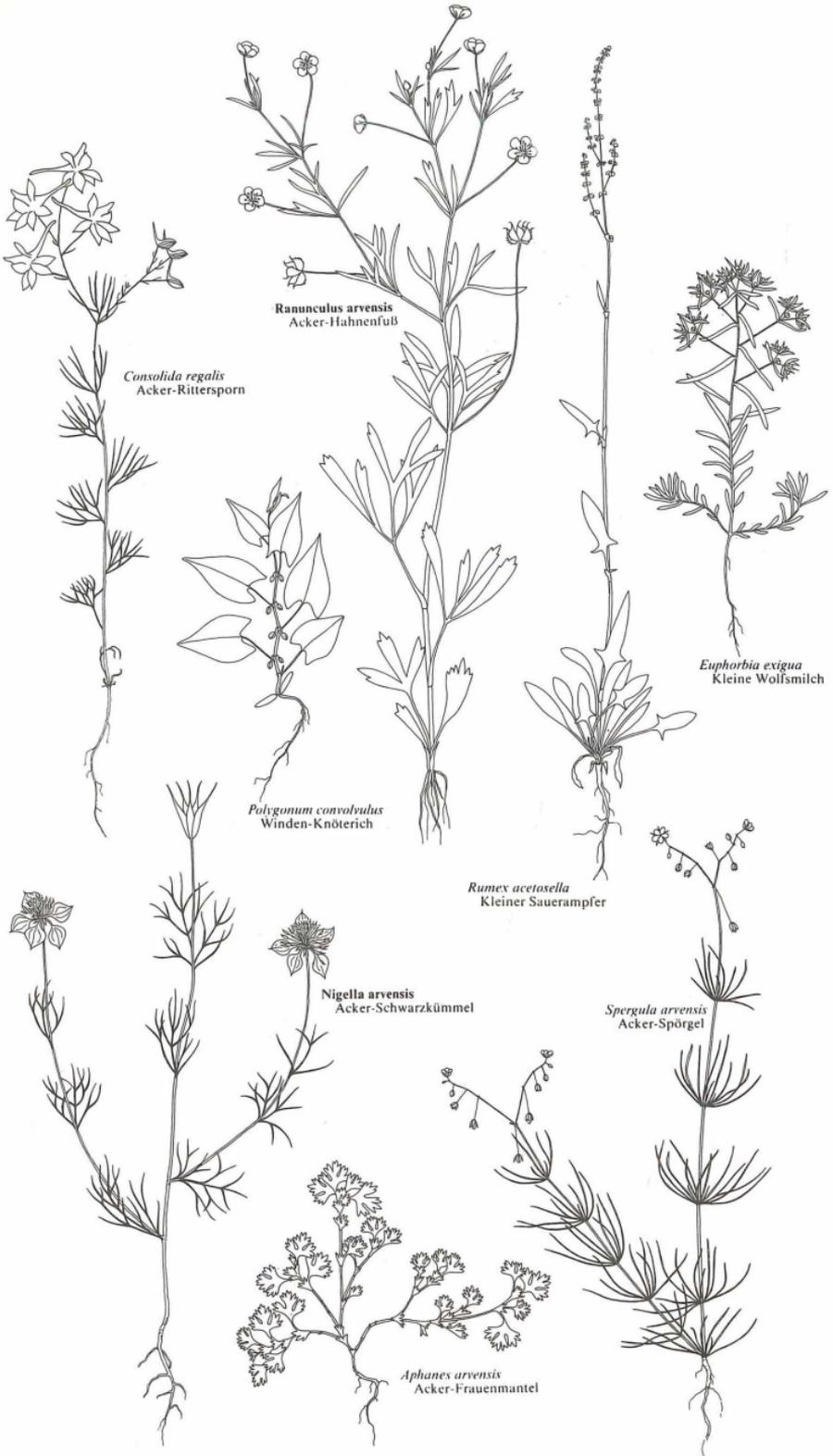
Acker-Hasenohr	<i>Bupleurum rotundifolium</i>
Acker-Schwarzkümmel	<i>Nigella arvensis</i>
Venuskamm	<i>Scandix pecten-veneris</i>
Sommer-Adonisröschen	<i>Adonis aestivalis</i>
Flammen-Adonisröschen	<i>Adonis flammea</i>
Möhren-Haftdolde	<i>Caucalis platycarpos</i>
Braunes Mönchskraut	<i>Nonea pulla</i>
Ackerkohl	<i>Conringia orientalis</i>
Einjähriger Ziest	<i>Stachys annua</i>
Acker-Glockenblume	<i>Campanula rapunculoides</i>
Acker-Lichtnelke	<i>Silene noctiflora</i>

Kalkbevorzugende Pflanzen: Schwerpunkt auf mehr oder weniger basen- und humusreichen Lehmen oder Sanden; bevorzugt auf tiefgründigen Böden mit ausgeglichenem Wasserhaushalt und reichlicher Stickstoffversorgung

Acker-Senf	<i>Sinapis arvensis</i>
Klatsch-Mohn	<i>Papaver rhoeas</i>
Persischer Ehrenpreis	<i>Veronica persica</i>
Stengelumfassende Taubnessel	<i>Lamium amplexicaule</i>
Rote Taubnessel	<i>Lamium purpureum</i>
Rainkohl	<i>Lapsana communis</i>
Acker-Kratzdistel	<i>Cirsium arvense</i>
Acker-Winde	<i>Convolvulus arvensis</i>
Acker-Gauchheil	<i>Anagallis arvensis</i>

Säurebevorzugende Pflanzen: Schwerpunkt auf kalkarmen, aber humosen Lehmen und Sandlehmen; verlangen genügende Wasser- und Stickstoffversorgung

Echte Kamille	<i>Matricaria chamomilla</i>
Windhalm	<i>Apera spica-venti</i>
Viersamige Wicke	<i>Vicia tetrasperma</i>
Hederich	<i>Raphanus raphanistrum</i>
Acker-Hundskamille	<i>Anthemis arvensis</i>



Säurezeigende Pflanzen: unter diesen sind besonders diejenigen Arten gefährdet, die äußerst geringe Ansprüche an die Bodenfruchtbarkeit stellen und auf durchlässigen, leichten, humus- und nährstoffarmen Sandböden wachsen, und bei Düngung oder Kalkung verdrängt werden

Lämmersalat	<i>Arnoseris minima</i>
Bauernsenf	<i>Teesdalia nudicaulis</i>
Mäusewicke	<i>Ornithopus perpusillus</i>
Einjähriges Knäuelkraut	<i>Scleranthus annuus</i>
Hasen-Klee	<i>Trifolium arvense</i>
Acker-Frauenmantel	<i>Aphanes arvensis</i>

Wesentlicher Standortfaktor: Wasserversorgung

Stauanässe-ertragende Pflanzen: ausdauernde Arten, sie meiden trockene Standorte und ertragen lang dauernde Staunässe und mangelnde Durchlüftung des Bodens.

Kriechender Hahnenfuß	<i>Ranunculus repens</i>
Acker-Schachtelhalm	<i>Equisetum arvense</i>

Krumenfeuchtigkeits-liebende Pflanzen: kurzlebige Sommer-Einjährige, die wärmeliebend, aber empfindlich gegen Austrocknung des Bodens sind. Andererseits ertragen sie keine Staunässe.

Sumpf-Ruhrkraut	<i>Gnaphalium uliginosum</i>
Niederliegendes Mastkraut	<i>Sagina procumbens</i>
Krötenbinse	<i>Juncus bufonius</i>
Roter Spörgel	<i>Spergularia rubra</i>
Acker-Kleinling	<i>Centunculus minimus</i>

Wesentlicher Standortfaktor: Stickstoffreichtum

Stickstoffzeigende Pflanzen: Arten mit einem hohen Stickstoff-Bedürfnis, heute infolge der Düngung alles sehr häufige und überall verbreitete Allerweltsarten.

Vogelmiere	<i>Stellaria media</i>
Klettenlabkraut	<i>Galium aparine</i>
Weißer Gänsefuß	<i>Chenopodium album</i>
Hirtentäschel	<i>Capsella bursa-pastoris</i>
Gewöhnliches Greiskraut	<i>Senecio vulgaris</i>
Gewöhnlicher Erdrauch	<i>Fumaria officinalis</i>
Sonnwend-Wolfsmilch	<i>Euphorbia helioscopia</i>
Gewöhnliche Gänsedistel	<i>Sonchus oleraceus</i>



Tierwelt und Mikroflora im Acker

Äcker beherbergen als Gesamtlebensraum außer den Kulturpflanzen und den Unkräutern noch zahlreiche andere Lebewesen, die teils im Boden, teils in der Krautschicht leben. Zwischen Krautschicht und Boden bestehen enge Wechselbeziehungen.

Mikroflora:

Zum Bestandteil aller Böden gehören Bakterien und Pilze, die organische Reste zersetzen und abbauen. In einem Hektar Ackerbodens leben etwa 400 kg Bakterien, und ebenso viele Pilze und Algen. Keineswegs alle Mikroorganismen sind harmlose Mitbewohner: unter den phytopathogenen Bakterien und Pilzen gibt es zahlreiche Schädlinge der Kulturpflanzen, die Erreger von Getreidekrankheiten sind z.B.:

<i>Pseudocercospora herpotrichoides</i>	Halmbruch
<i>Rhynchosporium secalis</i>	Blattfleckenkrankheit
<i>Pyrenophora teres</i>	Netzfleckenkrankheit
<i>Erysiphe graminis</i>	Mehltau

Den Winter überdauert ein großer Teil der Bakterien und Pilze im Boden.

Enoplognata ovata (Kugelspinne)

Photo: Kurt Frantz



Coenonympha arcania (Weißbindiges

Wiesenvögelchen)

Photo: Kurt Frantz



Mikrofauna:

Im Boden leben in großer Menge einzellige Tiere (Protozoen), Fadenwürmer (Nematoden), Milben und Collembolen. In einem Gramm Erde können bis zu mehreren Hunderttausend einzellige tierische Organismen vorkommen, die sich von Algen, Pilzen und Bakterien ernähren oder räuberisch leben. Sehr arten- und individuenreich ist auch die Gruppe der Fadenwürmer vertreten, von denen es außer räuberischen Arten und Zooparasiten auch Parasiten an Pflanzen gibt.

Makrofauna

Die Pflanzen des Ackers sind Nahrungsgrundlage für zahlreiche pflanzenfressende und pflanzensaugende Insekten, wie Blattkäfer, Blattwanzen und Zikaden. Manche Insekten sind auf ganz bestimmte Futterpflanzen spezialisiert. Neben harmlosen oder sogar nützlichen Insekten, die von Unkräutern leben, gibt es auch Schädlinge an den Kulturpflanzen, z.B. Getreideblattläuse, deren massenhaftes Auftreten zu Ertragsverlusten führt. Zudem können Blattläuse und Zikaden Überträger phytopathogener Viren sein, die Erreger von Getreidekrankheiten sind.

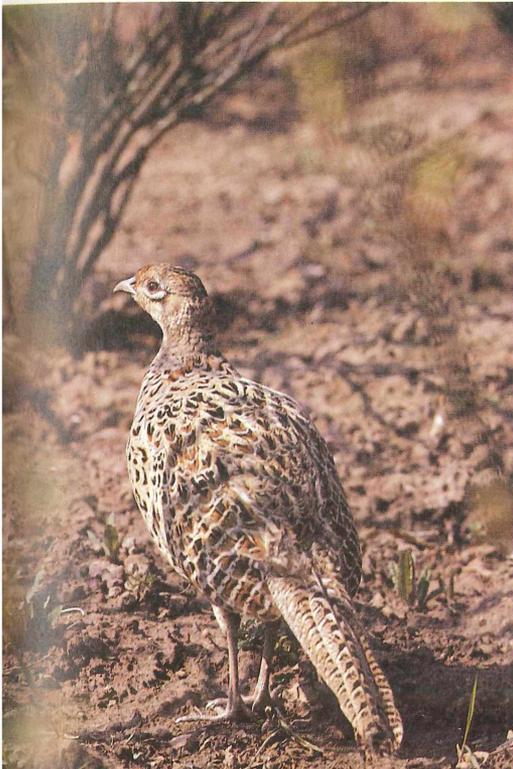
Auch unter den räuberisch lebenden Insekten wie Laufkäfern (Carabidae), Kurzflüglerkäfern (Staphylinidae) und Aaskäfern (Silphidae) sowie

Fasan

Photo: Kurt Frantz

Haselmaus

Photo: Kurt Frantz



bei den Spinnen (Araneae) gibt es Arten, die eng an den Lebensraum Acker gebunden sind. Typische Laufkäfer der Ackerränder sind *Carabus cancellatus*, *C. granulatus*, *C. auratus*, *Pterostichus melanarius*, *P. melas*, *Calathus fuscipes*, *C. melanocephalus*, *Platymus dorsalis*, *Bembidion lampros*. Laufkäfer leben räuberisch, sie fressen andere Insekten und kleine Würmer. Wenn sie in großen Mengen vorkommen, können sie Bedeutung bei der Vernichtung von Schädlingen der Kulturpflanzen haben. Es kann mit mindestens 100 000 Laufkäfern pro Hektar gerechnet werden. Ähnliche Zahlenwerte werden auch bei den Spinnen und Kurzflüglerkäfern der Äcker genannt, die in der Agrarlandschaft artenreich vertreten sind. Wichtig sind die blühenden Kräuter der Äcker auch für alle Blütenbesucher, wie Schwebfliegen, Tagfalter und Blütenböcke. Fast alle Insekten suchen zeitweise, z.B. zum Schutz vor ungünstiger Witterung, zur Eiablage oder zur Winterruhe, den Boden auf. Besonders den Winter überdauert ein großer Teil der Arthropoden im Ackerboden. Einige Arten suchen angrenzende Hecken oder Feldraine zur Überwinterung auf. Typische Feldtierarten unter den Wirbeltieren gibt es bei Kleinsäugetern und Vögeln. Feldhasen und Haselmäuse, Rebhuhn, Wachtel, Fasan und Feldlerche haben sich an die Agrarlandschaft angepaßt.



Carabus granulatus (Körniger Laufkäfer)

Photo: M. Mühlenberg

Landwirtschaft im Wandel – Veränderungen in den Bewirtschaftungsweisen

Vor einigen Jahrzehnten setzte in Deutschland eine Umstrukturierung in der Landwirtschaft ein.

Die wichtigsten Änderungen in der Agrarlandschaft sind:

1. *Aufgabe der Ackerbewirtschaftung auf flachgründigen, steinigen Böden (Grenzertragslagen)*. Die brachgefallenen Äcker gingen durch Sukzession oder Aufforstung als landwirtschaftliche Nutzfläche verloren.
2. *Intensivere Bewirtschaftung der restlichen Agrarlandschaft:*
 - Änderung der Fruchtfolgen
 - Zunehmender Mineraldüngereinsatz
 - Verbesserung der Saatgutreinigung
 - Verbesserte Züchtung
 - Vergrößerung der Ackerparzellen
 - Änderung der Bodenbearbeitung
 - Änderung der Erntemethoden
 - Einsatz von chemischen Mitteln zur Unkraut- und Schädlingsbekämpfung

Diese Veränderungen in der Landwirtschaft führten in allen Bereichen zu beachtlichen Produktionssteigerungen bei der Erzeugung der Kulturpflanzen. Auch bei allen anderen im Acker lebenden Pflanzen und Tieren gab es Veränderungen in Form von Artenverschiebungen. Während im Bereich der Tierwelt nur wenig genaues Datenmaterial vorliegt, sind die Veränderungen im Unkrautbestand der Äcker auffällig und nachweisbar. Insgesamt sind die Probleme mit der Verunkrautung für den Landwirt keineswegs geringer geworden, sondern haben sogar zugenommen.

Tabelle 1: Problemunkräuter in Unterfranken

Klettenlabkraut	<i>Galium aparine</i>
Vogelmiere	<i>Stellaria media</i>
Taubnessel	<i>Lamium amplexicaule</i> , <i>L. purpureum</i>
Ackerkratzdistel	<i>Cirsium arvense</i>
Ackerstiefmütterchen	<i>Viola arvensis</i>
Kamille-Arten	<i>Tripleurospermum inodorum</i> , <i>Matricaria chamomilla</i>
Ackersteinsame	<i>Lithospermum arvense</i>
Ehrenpreis-Arten	<i>Veronica arvensis</i> , <i>V. hederifolia</i> , <i>V. persica</i>
Windhalm	<i>Apera spica-venti</i>
Flughäfer	<i>Avena fatua</i>
Ackerfuchsschwanz	<i>Alopecurus myosuroides</i>
Quecke	<i>Agropyron repens</i>

Es hat folgende Artenverschiebungen gegeben:

- Einerseits sind anpassungsfähige und gut wüchsige Allerweltsunkräuter wie Klettenlabkraut, Vogelmiere, Knöterich und Taubnessel wesentlich häufiger, z.T. auch resistent geworden (siehe Tabelle 1). Es handelt sich meist um stickstoffliebende Unkräuter, da heute (im Gegensatz zu früher) alle Getreideäcker gut gedüngt werden. Auch Ungräser (Windhalm, Flughafer, Quecke, Ackerfuchsschwanz) haben sich stark ausgebreitet und zählen ebenfalls zu den hartnäckigen, in großen Mengen auftretenden Problemunkräutern.
- Andererseits sind empfindliche, wenig konkurrenzkräftige Unkräuter sehr selten geworden. Beispiele solcher heute nahezu ausgestorbener Unkräuter, die früher in Unterfranken nicht selten waren, sind *Orlaya grandiflora*, *Nigella arvensis*, *Bupleurum rotundifolium* und *Arnoseris minima*. Heute ist *Orlaya grandiflora* bereits ausgestorben, die anderen Arten sind vom Aussterben bedroht. Die Zahl der Ackerunkräuter ist in allen Roten Listen besonders hoch (siehe Tabelle 2).

Da viele gefährdete Unkräuter auf nährstoffarmen, flachgründigen und steinigen Kalkböden wuchsen, ist die Aufgabe der Bewirtschaftung derartiger Böden eine wesentliche Gefährdungsursache. Die meisten gefährdeten Arten sind klein und konkurrenzschwach; sie wuchsen dort, wo Getreide lückig stand, niedrig war und wenig Problemunkräuter vorkamen. Durch bessere Düngung, dichtere Aussaat oder andere Züchtungen schließen die Getreidebestände heute dichter als früher. Dazu kommt noch die Wirkung der Herbizide, die aber nicht isoliert von anderen Faktoren gesehen werden darf.

Tabelle 2: Ausgestorbene und gefährdete Ackerunkräuter in Unterfranken
(aus: Rote Liste Unterfranken)

Gefährdungsgrad 0: Ausgestorben

sind in Unterfranken bereits 13 Ackerunkräuter, die früher im Regierungsbezirk vorkamen. Bei Wiederauftreten sollte ihnen besonderer Schutz gewährt werden.

Acker-Meister	<i>Asperula arvensis</i>
Graugelbes Filzkraut	<i>Filago lutescens</i>
Gewöhnliches Filzkraut	<i>Filago vulgaris</i>
Pariser Labkraut	<i>Galium parisiense</i>
Bittere Schleifenblume	<i>Iberis amara</i>
Kleiner Frauenspiegel	<i>Legousia hybrida</i>

Großblütiger Breitsame
Taumel-Lolch
Acker-Knorpelkraut
Großes Knorpelkraut
Warziges Knorpelkraut
Flachsnelke
Breitblättrige Haftdolde

Orlaya grandiflora
Lolium temulentum
Polycnemum arvense
Polycnemum majus
Polycnemum verrucosum
Silene linicola
Turgenia latifolia

Gefährdungsgrad 1: Vom Aussterben bedroht
sind 16 Ackerunkräuter in Unterfranken.

Zur Erhaltung sind Schutzmaßnahmen dringend notwendig. Das Überleben dieser Arten in Unterfranken ist unwahrscheinlich, wenn die verursachenden Faktoren weiterhin einwirken oder Hilfsmaßnahmen nicht unternommen werden.

Flammen-Adonisröschen
Kornrade
Langgestielter Mannsschild
Lämmersalat
Acker-Hasenohr
Sichel-Wolfsmilch
Rauhes Bruchkraut

Adonis flammea
Agrostemma githago
Androsace elongata
Arnosaris minima
Bupleurum rotundifolium
Euphorbia falcata
Herniaria hirsuta

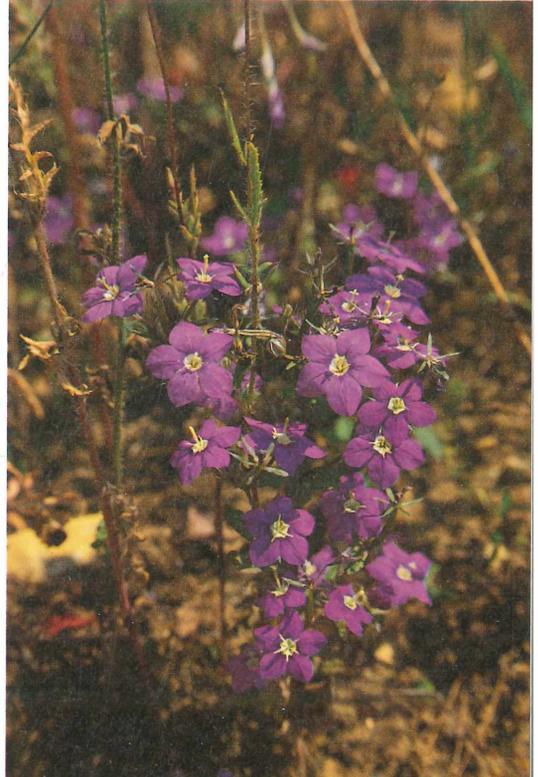
Agrostemma githago (Kornrade)

Photo: Kurt Frantz

Legousia speculum-veneris

(Frauenspiegel)

Photo: Kurt Frantz



Kugelfrüchtige Binse	<i>Juncus sphaerocarpus</i>
Acker-Leinkraut	<i>Linaria arvensis</i>
Zwerggras	<i>Mibora minima</i>
Acker-Quellkraut	<i>Montia fontana ssp. chondrosperma</i>
Acker-Schwarzkümmel	<i>Nigella arvensis</i>
Braunes Mönchskraut	<i>Nonea pulla</i>
Venuskamm	<i>Scandix pecten-veneris</i>
Spatzenzunge	<i>Thymelaea passerina</i>
Kuhkraut	<i>Vaccaria pyramidata</i>

Gefährdungsgrad 2: Stark gefährdet

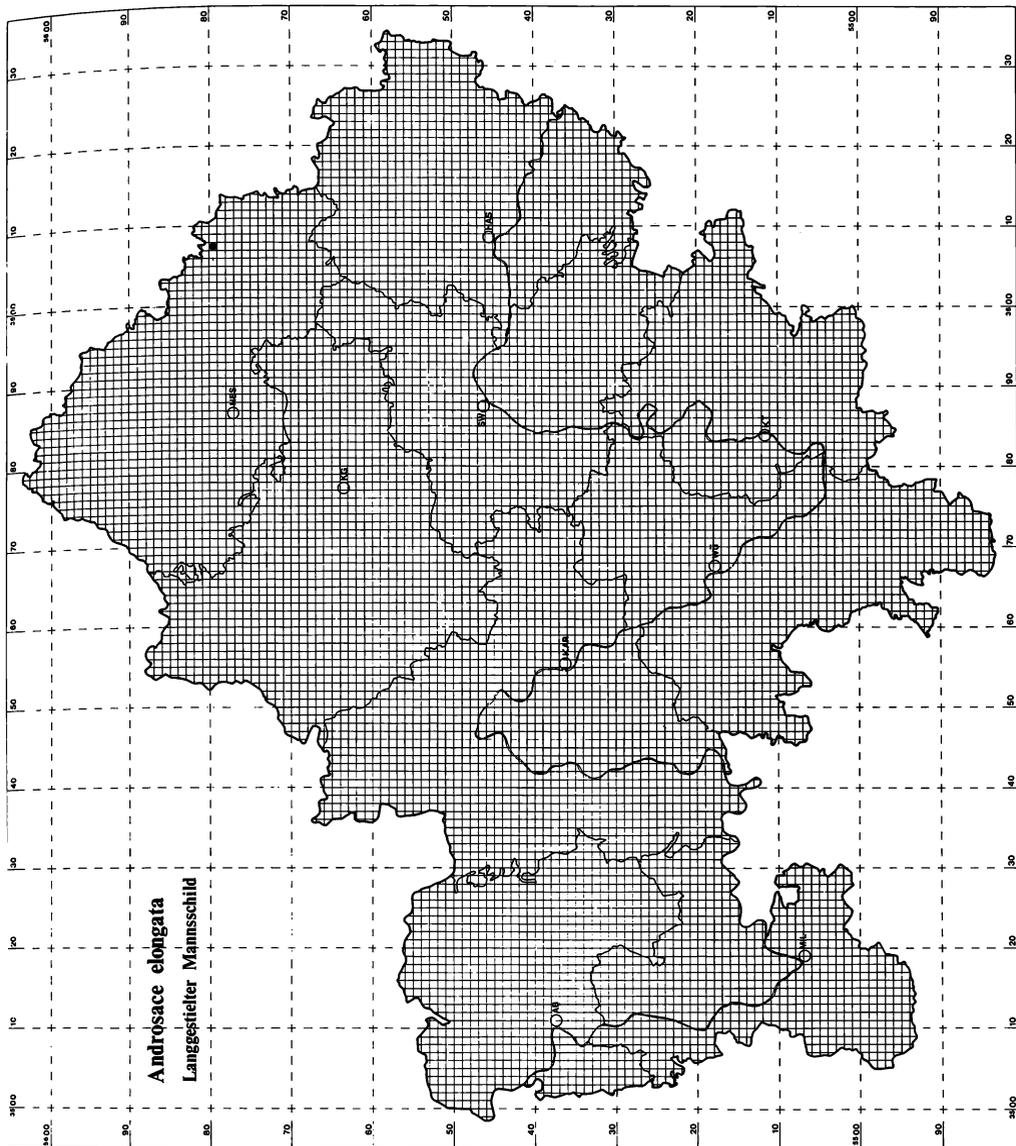
sind 4 Ackerunkräuter. Die Gefährdung besteht nahezu im ganzen Regierungsbezirk Unterfranken.

Früher Schmielenhafer	<i>Aira praecox</i>
Kleinblütiger Erdrauch	<i>Fumaria parviflora</i>
Frühlings-Spörgel	<i>Spergula morisonii</i>
Acker-Ziest	<i>Stachys arvensis</i>

Gefährdungsgrad 3: Gefährdet

sind 22 Ackerunkräuter. Die Gefährdung dieser Arten besteht in großen Teilen von Unterfranken.

Sommer-Adonisröschen	<i>Adonis aestivalis</i>
Nelkenhafer	<i>Aira caryophyllea</i>
Blauer Acker-Gauchheil	<i>Anagallis foemina</i>
Möhren-Haftdolde	<i>Caucalis platycarpus</i>
Kleines Tausendgüldenkraut	<i>Centaurium pulchellum</i>
Acker-Kleinling	<i>Centunculus minimus</i>
Ackerkohl	<i>Conringia orientalis</i>
Bach-Schötterich	<i>Erysimum repandum</i>
Acker-Filzkraut	<i>Filago arvensis</i>
Kleines Filzkraut	<i>Filago minima</i>
Acker-Gelbstern	<i>Gagea arvensis</i>
Gelber Hohlzahn	<i>Galeopsis segetum</i>
Dreihörniges Labkraut	<i>Galium tricornutum</i>
Mauer-Gipskraut	<i>Gypsophila muralis</i>
Behaarte Platterbse	<i>Lathyrus hirsutus</i>
Gewöhnlicher Frauenspiegel	<i>Legousia speculum-veneris</i>
Acker-Hahnenfuß	<i>Ranunculus arvensis</i>
Einjähriger Ziest	<i>Stachys annua</i>
Bauernsenf	<i>Teesdalia nudicaulis</i>
Acker-Klettenkerbel	<i>Torilis arvensis</i>
Glanzloser Ehrenpreis	<i>Veronica opaca</i>
Früher Ehrenpreis	<i>Veronica praecox</i>



Pflanzenschutz

Durch den kulturmäßigen Anbau von Pflanzen, d.h. durch großflächigen Anbau weniger Pflanzen in Reinbeständen entstehen anfälliger Ökosysteme, die das Auftreten von Schädlingen und Unkräutern begünstigen. Damit mußte sich der Mensch seit Beginn der Landwirtschaft auseinandersetzen. Denn „das ökologische Gleichgewicht“ im Sinne einer stabilen, harmonischen Lebensgemeinschaft gibt es weder im Acker noch in anderen Lebensräumen.

In neuerer Zeit führten Änderungen in der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung zu einem stärker werdenden Unkraut- und Schädlingsdruck. Die früher üblichen und bewährten mechanischen Bekämpfungsverfahren fielen wegen des hohen Arbeitsaufwandes aus. Dies führte in der Unkrautbekämpfung zwangsläufig zu einem höheren Einsatz von Pflanzenschutzmitteln.

Heute steht im *integrierten Pflanzenschutz* die bewußte Ausnutzung natürlicher Begrenzungsfaktoren im Vordergrund. Chemische Mittel kommen erst dann zur Anwendung, wenn bestimmte wirtschaftliche Schadschwellen überschritten sind. Trotzdem bleibt bei Beibehaltung der derzeitigen Bewirtschaftung (hinsichtlich Fruchtfolge, Düngung und fehlender mechanischer Bekämpfung) ein Einsatz chemischer Mittel unentbehrlich, um das Wachstum der Kulturpflanzen zu sichern.

Photo: Kurt Frantz



Ein Schutzprogramm zur Erhaltung der gefährdeten Ackerunkräuter

Für die drastischen Artenverschiebungen im Unkrautbestand unserer Äcker – Rückgang empfindlicher Pflanzen auf der einen Seite und Zunahme robuster Problemkräuter auf der anderen Seite – ist das Zusammenwirken aller genannten Bewirtschaftungsfaktoren verantwortlich.

Um das Überleben der gefährdeten Unkräuter in Unterfranken sicherzustellen, hat das *Bayerische Umweltministerium* ein ab 1985 laufendes *Artenschutzprogramm für Ackerunkräuter* aufgestellt. Bei diesem Programm werden Teilflächen von Getreideäckern möglichst „extensiv“, d.h. in althergebrachter Weise nach früheren Anbaumethoden, bewirtschaftet. Eine Erhaltung seltener Unkräuter ist nur dort erfolgversprechend, wo sowohl auf Herbizide als auch auf Düngung verzichtet wird. Andererseits ist ein solcher Versuch nur dort machbar, wo der Druck durch Problemunkräuter nicht übermäßig stark ist, d.h. wo noch durch ausgewogenen Fruchtwechsel und durch mechanische Unkrautbekämpfung die Problemunkräuter unter der wirtschaftlich tragbaren Schadschwelle gehalten werden können. Es ist immer notwendig, das Zusammenwirken aller Bewirtschaftungsfaktoren zu berücksichtigen, nicht einen isoliert verantwortlich zu machen. Der viel kritisierte Einsatz von Herbiziden hat zwar verheerende Folgen für seltene Unkräuter, ist aber erst durch den Rückgang des Arbeitskräftebesatzes und durch das übermäßige Wachstum von Problemunkräutern erzwungen worden. Letzteres wiederum kann eine Folge anderer Bodenbearbeitung, eingengter Fruchtfolge, anderer Erntemethoden oder stärkerer Düngung sein. Bei Kenntnis dieser Zusammenhänge wird offenkundig, daß allein der Verzicht auf Herbizide (bei Beibehaltung aller anderen heute üblichen Bewirtschaftungsfaktoren) im allgemeinen nicht den erhofften Erfolg für den Artenschutz bringen kann.

Es wäre nicht realistisch, großflächig eine allgemeine Rückkehr zur traditionellen Landbewirtschaftung zu fordern. Für den Schutz der gefährdeten Unkräuter ist das auch nicht notwendig, es reichen kleine Flächen aus, wobei die Standorte allerdings sorgfältig ausgewählt werden müssen. Dies geht bereits aus der Analyse der Lebensansprüche von seltenen Unkräutern hervor. Mit Ausnahme einiger indifferenter Arten (z.B. Kornblume) erfordern die gefährdeten Unkräuter bestimmte Boden- und Klimabedingungen, die nicht überall in Unterfranken gegeben sind.

Ungeeignet für das Schutzprogramm sind Äcker mit massenhaft auftretenden Problemunkräutern (Klettenlabkraut, Kamille, Windhalm usw.), sowie nährstoffreiche, gut gedüngte und sehr schwere Böden. Auf ungeeig-

neten Flächen kann ein Verzicht auf Herbizide durch starkes Ausbreiten der Problemunkräuter bis zu völligem Ertragsausfall führen, andererseits besteht hier auch keine Chance für das Wachstum seltener gefährdeter Arten. In diesen Fällen wäre also eine Durchführung des Schutzprogrammes weder wirtschaftlich tragbar, noch aus Sicht des Artenschutzes ein Gewinn. Es sollen auf keinen Fall häufige „Problemunkräuter“ gefördert werden, sondern die tatsächlich seltenen Arten der „Roten Liste“.

Praktische Hinweise für den Schutz der Ackerunkräuter:

Geeignete Böden:

extrem flachgründige, steinige, nährstoffarme, trockene Muschelkalkscherbenböden, in Hanglagen (Grenzertragslagen), z.B. Saupürzel bei Karlstadt, Kalmut bei Homburg am Main.

flachgründige, steinige, nährstoffarme, trocken-warme Gipskeuperböden, in Hanglagen, z.B. bei Nassach, Birnfeld, Oberlauringen (am Westrand der Haßberge)

sehr leichte, durchlässige, extrem saure, äußerst nährstoffarme Sandböden, z.B. bei Elsenfeld, Sommerhausen, Großlangheim

krumenfeuchte und staunasse Böden

Geeignete Kulturfrucht:

Wintergetreide, da fast alle gefährdeten Unkräuter Herbst- bzw. Winterkeimer sind

Bewirtschaftung:

„schlechte“ Bewirtschaftung, d.h. möglichst keine Düngung, lockere Aussaat der Kulturpflanzen

Unkrautbekämpfung:

keine Anwendung von Herbiziden, mechanische Bekämpfung von Problemunkräutern

Flächengröße:

Aus Sicht des Artenschutzes kann der Schutz der Ackerunkräuter bereits auf kleinsten Flächen, z.B. auf einem Ackerrandstreifen von 2 m Breite, durchgeführt werden. In der Praxis richtet man sich nach den arbeitstechnisch vorgegebenen Möglichkeiten des Landwirtes.

Flächenauswahl:

Die Auswahl geeigneter Äcker erfolgt durch den Landwirt in Zusammenarbeit mit den Naturschutzbehörden. Die Landwirte können aufgrund langjähriger praktischer Erfahrungen mit dem vorhandenen Unkrautbestand ihrer Äcker am besten beurteilen, ob eine Rückkehr zur früheren Bewirtschaftung (ohne Herbizide, ohne Düngung) kleinflächig möglich, d.h. noch wirtschaftlich tragbar ist (Beratung auch durch die Ämter für Landwirtschaft). Die Naturschutzbehörde beurteilt, ob aus Sicht des Artenschutzes vom Standort her Erfolgchancen für ein Aufkommen seltener Unkräuter bestehen.

Entschädigung:

Da auf den extensiv bewirtschafteten Äckern die Erträge geringer sind als auf normal bewirtschafteten Flächen, wird den beteiligten Landwirten eine Entschädigung für den Ertragsausfall gezahlt.

Tabelle 3: Ackerunkräuter in Unterfranken

* Arten der Roten Listen von Bayern bzw. Unterfranken

Art	Lebensräume	Häufigkeit	Bemerkungen
* <i>Adonis aestivalis</i> Sommer-Adonisröschen	Äcker	selten	Kalkzeiger düngerfeindlich
* <i>Adonis flammea</i> Flammen-Adonisröschen	Äcker	selten	Kalkzeiger düngerfeindlich
<i>Aethusa cynapium</i> Hundspetersilie	Äcker, Schuttstellen, Wegränder	häufig	
<i>Agropyron repens</i> Kriechende Quecke	Äcker, Schuttstellen, Wegränder, Böschungen	häufig	Problemunkraut Stickstoffzeiger
* <i>Agrostemma githago</i> Kornrade	Äcker	selten	
* <i>Aira caryophylla</i> Nelkenhafer	Äcker, Magerrasen	selten	Sandzeiger düngerfeindlich
* <i>Aira praecox</i> Früher Schmielenhafer	Äcker, Magerrasen	selten	Sandzeiger düngerfeindlich
<i>Alopecurus myosuroides</i> Acker-Fuchsschwanz	Äcker	häufig	Feuchtezeiger
<i>Anagallis arvensis</i> Acker-Gauchheil	Äcker	häufig	Lehmzeiger
* <i>Anagallis foemina</i> Blauer Acker-Gauchheil	Äcker	selten	Kalkzeiger
* <i>Androsace elongata</i> Langgest. Mannschild	Äcker, Magerrasen	selten	Sandzeiger düngerfeindlich
<i>Anthemis arvensis</i> Acker-Hundskamille	Äcker	häufig	Säurezeiger

<i>Anthemis austriaca</i> Österr. Hundskamille	Äcker		
<i>Apera spica-venti</i> Windhalm	Äcker	häufig	Säurezeiger Problemunkraut
<i>Aphanes arvensis</i> Äcker-Frauenmantel	Äcker	häufig	Säurezeiger
<i>Arabidopsis thaliana</i> Schmalwand	Äcker, Magerrasen		Sandzeiger düngerfeindlich
<i>Arenaria serpyllifolia</i> Quendel-Sandkraut	Äcker, Magerrasen	häufig	Sandzeiger düngerfeindlich
* <i>Arnosaris minima</i> Lämmersalat	Äcker	selten	Sandzeiger düngerfeindlich
<i>Avena fatua</i> Flughäfer	Äcker	häufig	Tonzeiger
<i>Bifora radians</i> Hohlsame	Äcker	selten	Kalkzeiger düngerfeindlich
* <i>Bupleurum rotundifolium</i> Äcker-Hasenohr	Äcker	selten	Kalkzeiger düngerfeindlich
<i>Camelina microcarpa</i> Kleinfrücht. Leindotter	Äcker, Wegränder	selten	Kalkzeiger düngerfeindlich
<i>Camelina pilosa</i> Behaarter Leindotter	Äcker		
<i>Campanula rapunculoides</i> Äcker-Glockenblume	Äcker, Wegränder, Gebüschsäume	selten	Kalkzeiger düngerfeindlich
<i>Capsella bursa-pastoris</i> Hirtentäschel	Äcker, Schuttstellen, Wegränder	häufig	Stickstoffzeiger
* <i>Caucalis platycarpos</i> Möhren-Haftdolde	Äcker	selten	Kalkzeiger düngerfeindlich
* <i>Centaurea cyanus</i> Kornblume	Äcker	selten	
* <i>Centaureum pulchellum</i> Kl. Tausendgüldenkraut	Äcker, Ufer, Wege, Kiesgruben	selten	Feuchtezeiger
* <i>Centunculus minimus</i> Äcker-Kleinling	Äcker, Teichböden (periodisch trocken fallend)	selten	Feuchtezeiger düngerfeindlich
<i>Cerastium holosteoides</i> Gewöhnliches Hornkraut	Äcker, Wegränder, Magerrasen, Wiesen	häufig	
<i>Chaenorrhinum minus</i> Kleines Leinkraut	Äcker, Steinschutt, Dämme, Wegränder		düngerfeindlich
<i>Chenopodium album</i> Weißer Gänsefuß	Äcker, Schuttstellen, Wegränder	häufig	Stickstoffzeiger
<i>Chrysanthemum segetum</i> Saat-Wucherblume	Äcker	selten	
<i>Cirsium arvense</i> Äcker-Kratzdistel	Äcker, Schuttstellen, Wegränder, Böschungen	häufig	Problemunkraut Stickstoff-, Lehm- zeiger
* <i>Conringia orientalis</i> Äckerkohl	Äcker	selten	düngerfeindlich
<i>Consolida regalis</i> Äcker-Rittersporn	Äcker	selten	Kalk-, Lehmzeiger düngerfeindlich
<i>Convolvulus arvensis</i> Äcker-Winde	Äcker, Schuttstellen, Wegränder, Bahndämme	häufig	Problemunkraut Lehmzeiger
<i>Equisetum arvense</i> Äcker-Schachtelhalm	Äcker, Wegränder, Böschungen, Wiesen	häufig	Problemunkraut Feuchtezeiger
<i>Erodium cicutarium</i> Reiherschnabel	Äcker, Magerrasen	häufig	Sandzeiger
<i>Erophila verna</i> Frühl.-Hungerblümchen	Äcker, Magerrasen, Trittstellen		düngerfeindlich
* <i>Erysimum repandum</i> Brach-Schöterich	Äcker, Schuttstellen, Wegränder	selten	Tonzeiger
<i>Euphorbia exigua</i> Kleine Wolfsmilch	Äcker	häufig	Kalk-, Lehmzeiger düngerfeindlich

* Euphorbia falcata Sichel-Wolfsmilch	Äcker	selten	
<i>Euphorbia helioscopia</i> Sonnwend-Wolfsmilch	Äcker, Schuttstellen	häufig	Stickstoffzeiger Lehmzeiger
<i>Euphorbia pepus</i> Garten-Wolfsmilch	Äcker	häufig	Stickstoffzeiger Lehmzeiger
* Filago arvensis Acker-Filzkraut	Äcker, Magerrasen	selten	Sandzeiger düngerfeindlich
* Filago minima Kleines Filzkraut	Äcker, Magerrasen	selten	Sandzeiger düngerfeindlich
<i>Fumaria officinalis</i> Gewöhnlicher Erdrauch	Äcker, Schuttstellen	häufig	Stickstoffzeiger Lehmzeiger
* Fumaria parviflora Kleinblütiger Erdrauch	Äcker	selten	
<i>Fumaria vaillantii</i> Blasser Erdrauch	Äcker	häufig	Stickstoffzeiger Lehmzeiger
* Gagea arvensis Acker-Gelbsterne	Äcker, Magerrasen	selten	düngerfeindlich
* Galeopsis segetum Gelber Hohlzahn	Äcker, Steinschutt, Wegränder	selten	düngerfeindlich
<i>Galeopsis tetrahit</i> Gewönl. Hohlzahn	Äcker, Steinschutt, Bahndämme	häufig	Stickstoffzeiger
<i>Galinsoga ciliata</i> Behaartes Knopfkraut	Äcker	häufig	Stickstoffzeiger Lehmzeiger
<i>Galinsoga parviflora</i> Kleinblütiges Knopfkraut	Äcker	häufig	Stickstoffzeiger
<i>Galium aparine</i> Klettenlabkraut	Äcker, Wegränder, Schuttstellen, Ufer	häufig	Problemunkraut Stickstoffzeiger
<i>Galium spurium</i> Saat-Labkraut	Äcker	selten	Kalkzeiger
* Galium tricornutum Dreihörniges Labkraut	Äcker	selten	Kalkzeiger düngerfeindlich
<i>Geranium dissectum</i> Schlitzblättriger Storchschnabel	Äcker	häufig	Lehmzeiger
<i>Geranium pusillum</i> Kleiner Storchschnabel	Äcker	häufig	Stickstoffzeiger
<i>Gnaphalium uliginosum</i> Sumpf-Ruhrkraut	Äcker, Teichböden (periodisch trocken fallend)	häufig	Feuchtezeiger
* Gypsophila muralis Mauer-Gipskraut	Äcker, Ufer, Gräben, Wege	selten	Feuchtezeiger düngerfeindlich
* Herniaria hirsuta Rauches Bruchkraut	Äcker, Magerrasen	selten	Sandzeiger düngerfeindlich
<i>Holosteum umbellatum</i> Spurre	Äcker, Magerrasen		Sandzeiger düngerfeindlich
<i>Juncus bufonius</i> Krötenbinse	Äcker, Schlammböden, Wege, Ufer	selten	Feuchtezeiger
* Juncus sphaerocarpus Kugelfrüchtige Binse	Äcker, Ufer, Teichböden (trocken fallend)	selten	Feuchtezeiger
* Kickxia elatine Echtes Tännelkraut	Äcker	selten	Lehmzeiger düngerfeindlich
<i>Kickxia spuria</i> Unehches Tännelkraut	Äcker	selten	Lehmzeiger düngerfeindlich
<i>Lamium amplexicaule</i> Stengelumf. Taubnessel	Äcker, Magerrasen	häufig	Stickstoffzeiger
<i>Lamium purpureum</i> Rote Taubnessel	Äcker	häufig	Stickstoffzeiger
<i>Lapsana communis</i> Rainkohl	Äcker, Schuttstellen, Wegränder	häufig	

* Lathyrus hirsutus Behaarte Platterbse	Äcker	selten	Kalkzeiger düngerfeindlich
<i>Lathyrus tuberosus</i> Knollen-Platterbse	Äcker	selten	Kalk-, Lehmzeiger düngerfeindlich
* Legousia speculum-veneris Gewöhnl. Frauenspiegel	Äcker	selten	Kalk-, Lehmzeiger düngerfeindlich
<i>Lepidium campestre</i> Feldkresse	Äcker, Wegränder, Schuttstellen	selten	
* Linaria arvensis Acker-Leinkraut	Äcker	selten	
<i>Lithospermum arvense</i> Acker-Steinsame	Äcker	häufig	
<i>Lycopsis arvensis</i> Acker-Krummhals	Äcker		Sandzeiger
<i>Matricaria chamomilla</i> Echte Kamille	Äcker		Lehmzeiger
<i>Mercurialis annua</i> Einjähriges Bingelkraut	Äcker, Schuttstellen	häufig	Stickstoffzeiger
* Mibora minima Zwerggras	Äcker, Magerrasen	selten	Sandzeiger düngerfeindlich
* Montia fontana ssp. chondrosperma Quellkraut	Äcker, Gräben, Ufer	selten	Säurezeiger
<i>Myosotis arvensis</i> Acker-Vergißmeinnicht	Äcker, Schuttstellen	häufig	
<i>Myosotis collina</i> Hügel-Vergißmeinnicht	Äcker, Magerrasen	selten	Sandzeiger
<i>Myosotis stricta</i> Sand-Vergißmeinnicht	Äcker, Wegränder, Böschungen, Magerrasen	selten	Sandzeiger düngerfeindlich
* Myosurus minimus Mäuseschwanz	Äcker, Schlamm Böden	selten	Feuchtezeiger düngerfeindlich
<i>Neslia paniculata</i> Finkensame	Äcker	selten	Kalkzeiger düngerfeindlich
* Nigella arvensis Acker-Schwarzkümmel	Äcker	selten	Kalk-, Lehmzeiger düngerfeindlich
* Nonea pulla Braunes Mönchskraut	Äcker, Brachen	selten	Kalkzeiger
* Ornithopus perpusillus Mäusewicke	Äcker, Magerrasen	selten	Sandzeiger düngerfeindlich
<i>Oxalis europaea</i> Aufrechter Sauerklee	Äcker, Schuttstellen, Wegränder	häufig	
<i>Papaver argemone</i> Sand-Mohn	Äcker, Magerrasen	selten	Sandzeiger düngerfeindlich
<i>Papaver dubium</i> Saat-Mohn	Äcker	selten	
<i>Papaver hybridum</i> Bastard-Mohn	Äcker	selten	
<i>Papaver rhoeas</i> Klatsch-Mohn	Äcker, Schuttstellen		Lehmzeiger
<i>Poa annua</i> Einjähriges Rispengras	Äcker, Wegränder, Schuttstellen, Wiesen	häufig	Stickstoffzeiger
<i>Polygonum aviculare</i> Vogelknöterich	Äcker, Wegränder, Schuttstellen	häufig	Stickstoffzeiger
<i>Polygonum convolvulus</i> Winden-Knöterich	Äcker	häufig	Stickstoffzeiger
<i>Polygonum lapathifolium</i> Ampfer-Knöterich	Äcker, Teichböden (trocken fallend)	häufig	Feuchtezeiger Stickstoffzeiger
<i>Polygonum persicaria</i> Pflirsichblättr. Knöterich	Äcker, Teichböden (trocken fallend)	häufig	Feuchtezeiger Stickstoffzeiger
* Ranunculus arvensis Acker-Hahnenfuß	Äcker	selten	Kalkzeiger Lehmzeiger

<i>Ranunculus sardous</i> Rauhhaariger Hahnenfuß	Äcker, Ufer, Naßweiden, Wegränder	selten	Feuchtezeiger
<i>Raphanus raphanistrum</i> Hederich	Äcker, Schuttstellen		Säurezeiger
<i>Rumex acetosella</i> Kleiner Sauerampfer	Äcker, Magerrasen, Steinschutt, Böschungen		Sandzeiger düngerfeindlich
<i>Rumex crispus</i> Krauser Ampfer	Äcker, Ufer, Gräben, Naßweiden, Wegränder	häufig	Stickstoffzeiger Feuchtezeiger
<i>Sagina procumbens</i> Niederliegendes Mast- kraut	Äcker, Schlammböden, Naßweiden	selten	Feuchtezeiger
* <i>Scandix pecten-veneris</i> Venuskamm	Äcker	selten	Kalkzeiger düngerfeindlich
<i>Scleranthus annuus</i> Einjähriges Knäuelkraut	Äcker	selten	Säure-, Sandzeiger düngerfeindlich
<i>Senecio vernalis</i> Frühlings-Greiskraut	Äcker, Wegränder, Böschungen	selten	
<i>Senecio vulgaris</i> Gewöhnliches Greiskraut	Äcker	häufig	Stickstoffzeiger
<i>Setaria viridis</i> Grüne Borstenhirse	Äcker, Schlammböden	selten	Sandzeiger
<i>Sherardia arvensis</i> Ackerröte	Äcker	selten	Kalkzeiger düngerfeindlich
<i>Silene noctiflora</i> Acker-Lichtnelke	Äcker, Wege, Schuttstellen	selten	Kalkzeiger düngerfeindlich
<i>Sinapis arvensis</i> Acker-Senf	Äcker, Schuttstellen	häufig	Lehmzeiger
<i>Sonchus arvensis</i> Acker-Gänsedistel	Äcker		Lehmzeiger
<i>Sonchus asper</i> Rauhe Gänsedistel	Äcker		Stickstoffzeiger
<i>Sonchus oleraceus</i> Gewöhnliche Gänsedistel	Äcker	häufig	Stickstoffzeiger
<i>Spergula arvensis</i> Acker-Spörgel	Äcker	selten	Sand-, Säurezeiger düngerfeindlich
* <i>Spergula morisonii</i> Frühlings-Spörgel	Äcker, Magerrasen, Brache, Wege	selten	Sandzeiger düngerfeindlich
<i>Spergularia rubra</i> Roter Spörgel	Äcker, Ufer, Wegränder, Trittfuren		Säurezeiger Feuchtezeiger
* <i>Stachys annua</i> Einjähriger Ziest	Äcker	selten	Kalkzeiger düngerfeindlich
<i>Stellaria media</i> Vogelmiere	Äcker, Schuttstellen, Wegränder, Trittfuren	häufig	Stickstoffzeiger
* <i>Teesdalia nudicaulis</i> Bauernsenf	Äcker, Magerrasen	selten	Sandzeiger düngerfeindlich
<i>Thlaspi arvense</i> Acker-Hellerkraut	Äcker, Schuttstellen	häufig	Lehmzeiger
* <i>Thymelaea passerina</i> Spatenzunge	Äcker	selten	Kalkzeiger
* <i>Torilis arvensis</i> Acker-Klettenkerbel	Äcker, Schuttstellen, Wegränder	selten	Kalkzeiger
<i>Trifolium arvense</i> Hasen-Klee	Äcker, Magerrasen		Sand-, Säurezeiger düngerfeindlich
<i>Tripleurospermum inodorum</i> Geruchlose Kamille	Äcker	häufig	Lehm-, Tonzeiger Stickstoffzeiger
* <i>Valerianella carinata</i> Gekielter Feldsalat	Äcker, Magerrasen		Lehmzeiger düngerfeindlich
<i>Valerianella dentata</i> Gezähnter Feldsalat	Äcker, Magerrasen		düngerfeindlich
<i>Valerianella locusta</i> Gewöhnlicher Feldsalat	Äcker, Magerrasen		düngerfeindlich

<i>Valerianella rimosa</i> Gefurchter Feldsalat	Äcker		Lehmzeiger
<i>Veronica arvensis</i> Feld-Ehrenpreis	Äcker, Wegränder, Böschungen, Magerrasen	häufig	
<i>Veronica hederifolia</i> Efeublättriger Ehrenpreis	Äcker	häufig	Sandzeiger
* <i>Veronica opaca</i> Glanzloser Ehrenpreis	Äcker	selten	
<i>Veronica persica</i> Persischer Ehrenpreis	Äcker	häufig	Lehmzeiger Stickstoffzeiger
<i>Veronica polita</i> Glänzender Ehrenpreis	Äcker	häufig	Lehmzeiger
* <i>Veronica praecox</i> Früher Ehrenpreis	Äcker, Wegränder, Böschungen, Magerrasen	selten	düngerfeindlich
<i>Veronica triphyllos</i> Dreiblättriger Ehrenpreis	Äcker	selten	Sandzeiger düngerfeindlich
<i>Vicia angustifolia</i> Schmalblättrige Wicke	Äcker, Wegränder, Magerrasen, Gebüschsäume	häufig	
<i>Vicia hirsuta</i> Rauhhaarige Wicke	Äcker, Schuttstellen, Wegränder, Magerrasen	häufig	Lehmzeiger
<i>Vicia tetrasperma</i> Viersamige Wicke	Äcker, Wegränder, Böschungen, Magerrasen	häufig	Lehmzeiger düngerfeindlich
<i>Viola arvensis</i> Wildes Stiefmütterchen	Äcker, Schuttstellen, Magerrasen	häufig	

Photo: G. Ritschel-Kandel



Die Wuchsorte von *Blysmus compressus* (Zusammengedrücktes Quellried) in Unterfranken

VON GABRIELE RITSCHEL-KANDEL, CHRISTINE KIMMEL
und ELFRIEDE SCHÄFER

Blysmus compressus wurde in der „Roten Liste der gefährdeten Pflanzen in Unterfranken“ mit dem Gefährdungsgrad 1 eingestuft und zählt damit zu den akut vom Aussterben bedrohten Arten, für die Schutzmaßnahmen dringend notwendig sind, wenn man ihren Fortbestand in Unterfranken sichern will.



Abb. 1:
Blysmus compressus
im *Caricetum*
davallianae

Blysmus compressus, das Zusammengedrückte Quellried oder die Flache Quellbinse, gehört, wie *Carex* und *Eriophorum*, zur Familie der Sauergräser oder Riedgräser (Cyperaceae). Als Biotoptyp bevorzugt die unscheinbare Art bei uns die Nachbarschaft basischer Quellsümpfe mit Kleinseggen. Allerdings ist *Blysmus compressus* noch sehr viel seltener als andere charakteristische Arten dieses Biotoptyps wie z. B. *Epipactis palustris*, *Dactylorhiza majalis* oder *Parnassia palustris*. Zwar sind heute alle Kalkquellsümpfe mit ihren Arten gefährdet, aber während *Epipactis palustris* oder *Parnassia palustris* in Unterfranken doch immerhin mehr als 20 Fundorte aufweisen, ist *Blysmus compressus* aus ganz Unterfranken nur von 3 Stellen bekannt. Diese 3 unterfränkischen *Blysmus compressus*-Wuchsorte befinden sich in der bayerischen Rhön (Lkr. Rhön-Grabfeld) bei **Bischofsheim** und **Urspringen**, ein weiterer Wuchsort liegt in der hessischen Rhön bei Tann. *Blysmus compressus* gehört zu den „Vertrittpflanzen“, die bevorzugt auf Fußwegen oder Trittstellen von Riedwiesen erscheinen. Auch in der Rhön kommt *Blysmus compressus* nicht in sog. intakten Biotopen vor, sondern an gestörten Stellen.

Wie die meisten gefährdeten Arten ist *Blysmus compressus* nicht etwa durch seine Attraktivität gefährdet. Viel wahrscheinlicher ist eine unbeabsichtigte Zerstörung durch Veränderung der extrem kleinflächigen und unauffälligen Wuchsorte (z.B. durch Eutrophierung, Fahrspuren, Aufforstung, Sukzession). An den *Blysmus compressus*-Wuchsorten der Rhön kommen weitere Arten der Roten Liste Unterfrankens vor: *Carex davalliana*, *Carex pulicaris*, *Dactylorhiza majalis*, *Eriophorum latifolium*, *Juncus squarrosus*, *Parnassia palustris*, *Polygala amarella*, *Triglochin palustre*. Wuchsorte mit so vielen floristischen Besonderheiten sind wahrscheinlich auch faunistisch bedeutsam, z. B. für Ernährungsspezialisten im Bereich der Wirbellosen. Denn pflanzensaugende Insekten, z.B. Zikaden, sind häufig erstaunlich eng an bestimmte Riedgräser gebunden, ja sie können sogar ausschließlich auf eine Sauergrasart spezialisiert sein. Genauere Aussagen werden die derzeit laufenden Untersuchungen über die Bindung der Zikadenfauna an die verschiedenen Grünland-Biotoptypen der Rhön ermöglichen (R. SERGEL, mdl.). Im Interesse des Artenschutzes ist es daher notwendig, diese *Blysmus compressus*-Wuchsorte zu sichern. Bisher steht keine der Flächen unter Schutz. Dies ist wohl darauf zurückzuführen, daß es sich um extrem kleine Flächen handelt, die noch dazu isoliert liegen, also keine Verbindung zu anderen schutzwürdigen Biotopen aufweisen.

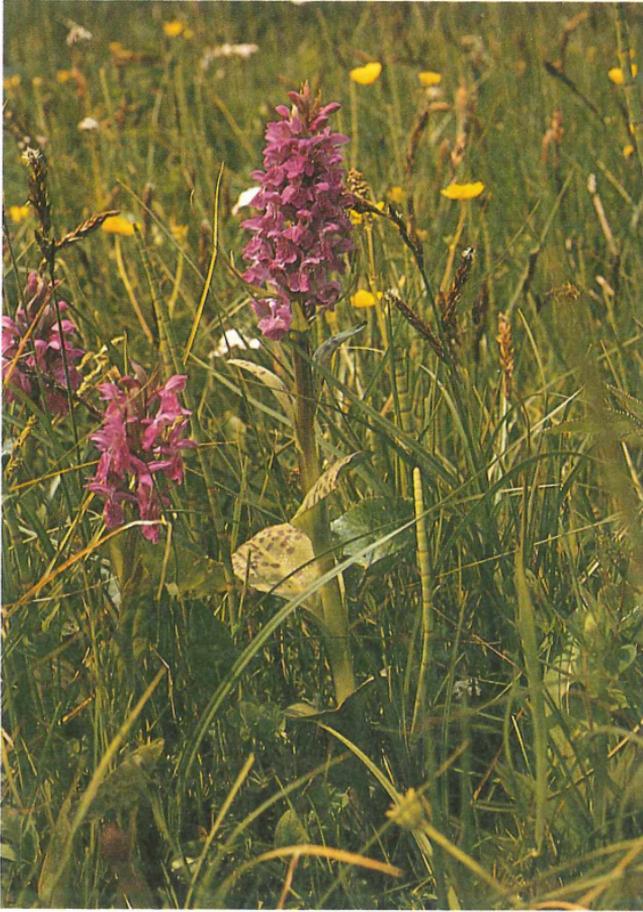


Abb. 3:
Dactylorhiza majalis im *Caricetum davallianae*

Beschreibung der *Blysmus compressus*-Wuchsorte in der Rhön:

Kalkquellsumpf westlich von Urspringen, Richtung Lahrberg, 470 m ü. NN, am Rand einer gemähten Wiese, Fläche etwa 15 m², randlich eutrophiert und verdichtet (*Cirsium oleraceum*, *Juncus effusus*), zur Hälfte mit Fichten aufgeforstet. Die Fichtenaufforstung ist eingezäunt, so daß ein Zaun mitten über den Quellsumpf verläuft. Im Kalkquellsumpf *Blysmus compressus* mit *Carex davalliana*, *Eriophorum latifolium*, *Parnassia palustris*, *Dactylorhiza majalis*, *Triglochin palustre*, *Valeriana dioica*, *Geum rivale*, *Filipendula ulmaria*, *Crepis paludosa*, *Scirpus sylvaticus*.

Kalkquellsumpf in gemähter Wiese neben der Kreuzbergstraße (Kreisstraße NES 10), in der Nähe der Gastwirtschaft Roth, Fläche etwa 8 m². Im Kalkquellsumpf *Blysmus compressus* mit *Carex davalliana*, *Carex*

fusca, *Carex panicea*, *Carex paniculata*, *Carex stellulata*, *Achillea ptarmica*, *Dactylorhiza majalis*, *Juncus inflexus*, *Parnassia palustris*, *Polygala amarella*, *Scirpus sylvaticus*.

Straßengräben und Straßenrand längs der Staatsstraße 3396 von Bischofsheim nach Mosbach, 720 m ü. NN, in der Nähe vom „Dachsloch“ (Quellgebiet des Steizbrunnens), jedoch nicht im Caricetum davallianae des Steizbrunn-Quellbereiches, sondern ausschließlich unmittelbar an der Straße. *Blysmus compressus* mit *Carex disticha*, *Carex flava*, *Carex leporina*, *Carex panicea*, *Carex pulicaris*, *Danthonia decumbens*, *Galium hircynicum*, *Juncus acutiflorus*, *Juncus bufonius*, *Juncus bulbosus*, *Juncus squarrosus*, *Myosotis palustris*, *Nardus stricta*, *Ranunculus flammula*, *Viola palustris*.

Feuchte Trittgemeinschaft nördlich von Schlitzhausen (bei Tann), in der Nähe der Staatsgrenze, 570 m ü. NN. *Blysmus compressus* mit *Carex leporina*, *Cirsium palustre*, *Juncus effusus*, *Juncus inflexus*, *Lysimachia nummularia*, *Ranunculus repens*.

Dr. Gabriele RITSCHEL-KANDEL
bei: Regierung von Unterfranken
Höhere Naturschutzbehörde
Peterplatz 9, 8700 Würzburg

Christine KIMMEL
Hoherodskopfstr. 9
6400 Fulda

Elfriede SCHÄFER
Hoherroldskopfstr. 10 b
6400 Fulda

Die Ökologische Station der Universität Würzburg in Fabrikschleichach*

Von MICHAEL MÜHLENBERG und KARL EDUARD LINSENMAIR

Inhalt:

1. Geschichtliches	68
2. Einrichtung und Organisation	69
3. Ziele und Bestimmung der Ökologischen Station	70
4. Wissenschaftliche Arbeiten	71
4.1 Bereich Koexistenz	72
4.1.1 Koexistenz der Hundertfüßergemeinschaft im Waldboden (H. C. Fründ)	72
4.1.2 Einnischung von Vogelmenschen in verschie- denen Waldtypen (P. Beck)	73
4.1.3 Artengemeinschaften der Kurzflügelkäfer in verschiedenen Wiesentypen (O. Fischer)	74
4.1.4 Territorialität und Nahrung zusammenlebender Steinschmätzerarten in Halbwüsten Tunesiens (M. Mühlenberg)	75
4.2 Bereich Inselökologie	76
4.2.1 Lebensraumverkleinerungen auf Wiesenflächen (M. Mühlenberg)	77
4.2.2 Austausch von Vogelpopulationen zwischen Waldinseln (W. Werres)	79
4.2.3 Kolonisierungsvermögen bei Spinnen (I. Kühn)	82
4.3 Bereich Habitatbewertung	84
4.3.1 Spinnen als Indikatoren (I. Kühn)	85
4.3.2 Erhöhte Artenvielfalt an Waldrändern (D. Leipold, H. Krummenauer)	87
4.3.3 Bedeutung ungemähter Wiesenstreifen (O. Fischer, A. Lehna und A. Schuster)	89

* Gedruckt mit Unterstützung von Herrn Landrat W. Keller, Haßfurt

4.3.4	Tierökologische Studien für den Pflegeplan des Naturschutzgebietes „Lange Rhön“ (D. Leipold und O. Fischer)	93
4.3.5	Auswirkung anthropogener Belastung von Almwiesen im Nationalpark Berchtesgaden (K. Hammelbacher u. D. Förster)	95
4.3.6	Fauna extensiv und nicht genutzter Weinberge in Franken (H. C. Fründ)	95
4.3.7	Habitatbindung ausgewählter Tiergruppen (I. Kühn und W. Werres)	96
4.3.8	Bewertung von Kenngrößen zur Beschreibung von Artengemeinschaften (M. Mühlenberg)	98
4.4	Bereich Wildökologie	99
4.4.1	Ökologische Bestandsaufnahme im Comoé-Nationalpark, Elfenbeinküste (M. Mühlenberg, B. Steinhauer-Burkart und D. Leipold)	101
4.4.2	Ökologie der Großsäuger anhand von Flugzählungen im Comoé-Nationalpark, Elfenbeinküste. (B. Steinhauer-Burkart)	102
4.4.3	Wildtiernutzung in Savannengebieten der Elfenbeinküste (M. Mühlenberg, B. Steinhauer-Burkart)	104
5.	Finanzielle Unterstützung der wissenschaftlichen Arbeiten	105
6.	Schriftenverzeichnis	105
7.	Danksagung	108

1. Geschichtliches

Im April 1983 wurde der Betrieb der Ökologischen Station am Bestimmungsort, nämlich in dem ehemaligen Forsthaus von Fabrikschleichach im nördlichen Steigerwald, aufgenommen. Verschiedene zeitraubende Probleme bei den Umbaumaßnahmen hatten eine fünfjährige provisorische Unterbringung in einem Forstdienstgebäude in Neuschleichach erzwungen.

Die Wahl fiel auf Fabrikschleichach, nachdem Herr Dr. Sperber, Forstamtsleiter von Ebrach, eine entsprechende Nutzung Herrn Landrat W. Keller, Haßfurt, vorschlug und beide 1975 die Möglichkeit erkannten, das frei gewordene Forstamtsgebäude in Fabrikschleichach als ökologische Forschungsstation der Universität einzurichten. Mit dem Vorschlag stieß der Landrat damals beim Dekan des Naturwissenschaftlichen Fachbereichs I, Prof. Dr. M. LINDAUER, und bei Prof. Dr. H. REMMERT, seinerzeit noch am Zoologischen Institut der Universität Erlangen, auf großes Interesse und tatkräftige Unterstützung. Dieses Interesse fand einen sehr



Abb. 1: Hauptgebäude der Ökologischen Station in Fabrikschleichach nach der Außenrenovierung Januar 1985.

schnellen und positiven Widerhall bei der Leitung der Würzburger Universität, und der Kanzler, Herr R. GÜNTHER, stellte die Finanzierung des Um- und Ausbaus des Gebäudes durch Mittel aus dem Körperschaftsvermögen der Universität Würzburg sicher. 1977 erfolgte die Übergabe des Forstanwesens an die Universität Würzburg. Seit 1984 sind mit Ausnahme einer offiziell ausgebauten Werkstatt die Inneneinrichtung fertig und die Arbeitsplätze für die Mitarbeiter der Station funktionstüchtig. Ende des Jahres 1984 wurden auch die Arbeiten an der Außenrenovierung abgeschlossen. Mit der Freilegung des Fachwerks an zwei Hausseiten ist das Stationsgebäude nun ein ansehnliches Anwesen im Dorf Fabrikschleichach (Abb. 1).

Nach seiner Berufung auf den Lehrstuhl Tierökologie am Zoologischen Institut der Universität Würzburg übernahm Prof. Dr. K. E. LINSENMAIR die fachliche Hauptverantwortung für den Aufbau der Station. Zum ständigen Leiter der Station wurde Prof. Dr. Michael MÜHLENBERG benannt.

2. Einrichtung und Organisation

Seit 1984 verfügt die Station neben der Personalstelle des Leiters über zwei wissenschaftliche Mitarbeiter halbtags, einen Facharbeiter, zwei viertel Arbeiterstellen und eine studentische Hilfskraft zur Unterstützung von Verwaltungsaufgaben, seit 1985 noch einen wiss. Mitarbeiter als ABM. Zum Mitarbeiterkreis zählen derzeit (1985) auch fünf Doktoranden.

Das ehemalige Forstanwesen Fabrikschleichach besteht aus einem Hauptgebäude, einem Nebengebäude und einem Obstgarten. Das Nebengebäude wird derzeit zum Abstellen von Geräten benutzt und blieb vorerst von allen Umbaumaßnahmen ausgeklammert. Geplant ist der überaus notwendige Ausbau einer Werkstatt, da viele Einrichtungen am Arbeitsplatz, Fanggeräte und Versuchsanlagen selbst hergestellt werden müssen. Im Hauptgebäude (Abb. 1) dient das Erdgeschoß vorwiegend der Lehre und öffentlichen Veranstaltungen, das Obergeschoß vorwiegend der Forschung. Behelfsmäßige Übernachtungen sind in zwei Kleinzimmern vorgesehen.

Die Arbeitseinrichtungen der Station sind für die ökologische Freilandarbeit ausgerichtet und enthalten daher keine aufwendigen Laborausstattungen. Durch eine Foto-Dunkelkammer und eine Zeichentischanlage können Manuskripte in der Station publikationsreif ausgearbeitet werden. Für die Auswertung der umfangreichen Daten steht eine eigene IBM

XT-Rechenanlage zur Verfügung. Im Aufbau befindet sich eine kleine Bibliothek mit dem Schwerpunkt Ökologie. Durch die laufenden Tiererfassungen bei den wissenschaftlichen Arbeiten entstehen in zunehmendem Maße Referenzsammlungen, bisher mit dem Schwerpunkt Spinnen, Laufkäfer und Kurzflügelkäfer aus dem Steigerwaldraum. In Zukunft sollen auch Aufzucht- und Haltungsmöglichkeiten für Versuchstiere geschaffen werden.

3. Ziele und Bestimmung der Ökologischen Station

Innerhalb der Universität lag seit jeher die Betonung auf der Grundlagenforschung. Mit der Erkenntnis wachsender Probleme finden aber auch in der Universität angewandte Fragen zunehmend Beachtung. Gerade auf dem Gebiet der Ökologie weisen Umweltprobleme viele aktuelle Beziehungen zur wissenschaftlichen Grundlagenarbeit auf. Je nachdem, auf welcher Ebene man die Lehre vom „Haushalt der Natur“ studiert, bewegt man sich in verschiedenen Teilgebieten der Ökologie: Auf der Ebene von Einzelindividuen in einer mehr physiologischen Ökologie (Autökologie), auf der Ebene von ganzen Artengemeinschaften in der sog. „Synökologie“. Während erstere Fachrichtung in den Untersuchungen der im Zoologischen Institut in Würzburg arbeitenden Angehörigen des Lehrstuhls für Tierökologie dominiert, werden vor allem Fragen letzterer Fachrichtung an der Station behandelt. Da Artengemeinschaften kaum vollständig ins Labor gebracht werden können, finden die Untersuchungen an der Station primär im Freiland statt. Die wissenschaftlichen Arbeiten an der Station sollen vorwiegend Grundlagen für die Lösung angewandter Probleme liefern.

Es hat sich gezeigt, daß im Freiland die Schwankungen in der Individuen- und Artenzahl in verschiedenen Lebensräumen von Jahr zu Jahr so groß sind, daß nur vieljährige Arbeiten (5 Jahre und mehr) Erkenntnisse mit allgemeinem Aussagewert ermöglichen, die dann Grundlagen für Landschaftsplanungen und -bewertungen darstellen können. Mit der dauerhaften Besetzung der Ökologischen Außenstation besteht nun die bei uns sehr seltene Chance, wirklich langfristige ökologische Studien betreiben zu können.

Mit der räumlichen Lage in einer noch einigermaßen naturnahen, wenig besiedelten Landschaft gelingt es jetzt auch, Studenten innerhalb der Biologie in einem breiten Feld praktischer ökologischer Freilandarbeit unter günstigen Bedingungen zu unterrichten. Durch die spezielle Ausbildung

bei der Bearbeitung von Umweltproblemen bietet die Universität auch Chancen für jeweils einige Biologen, ihr berufliches Tätigkeitsfeld im Bereich des Natur- und Umweltschutzes zu finden.

Die wissenschaftlichen Arbeiten an der Station haben zu wertvollen Auslandskontakten geführt, die erhalten und weiter ausgebaut werden sollen. Aktuell bestehen Kooperationen mit der Elfenbeinküste und Mexiko. Durch Mitarbeit in Auslandsprojekten werden Studenten auch mit der Tropenökologie vertraut und dadurch fähig, z.B. in Entwicklungshilfeprojekten mitzuwirken. In beschränktem Maße werden ausländischen Gästen (z.B. Stipendiaten) Arbeits- und Ausbildungsmöglichkeiten geboten.

4. Wissenschaftliche Arbeiten

Die ausgewählten, allgemeinen Fragestellungen können nur beispielhaft an bestimmten Tiergruppen bearbeitet werden. Das liegt zunächst einmal an den methodischen Beschränkungen der Tiererfassung, dann aber auch an der begrenzten Kapazität des Bearbeiters bei der Artensortierung und sicheren Bestimmung. Wegen der hohen Variabilität der Freilandbedingungen benötigt man für allgemeine Aussagen Tiergruppen, von denen man genügend Daten ohne allzu große Störung der Umweltbedingungen erhalten kann. Bisher liegt der Schwerpunkt aller Arbeiten im terrestrischen Bereich. Aufgrund einer zuverlässigen, streng standardisierten Erfassungsmethode mit Dauerfallen und Flächenproben werden hauptsächlich Spinnen und einzelne Käferfamilien als Artengemeinschaften analysiert:

Auf einer Mähwiese von zwei Hektar Fläche am Rande des Steigerwaldes erfassen wir z.B. 80 Arten aus der Laufkäferfamilie, 210 Arten aus der Familie der Kurzflügelkäfer und 150 Spinnenarten. Aufgrund der persönlichen Spezialisierung der Mitarbeiter Wolfgang Werres und Ingetraut Kühn ist auch die Vogelkunde und von Dr. Bernd Steinhauer-Burkart die Großtierökologie an der Station gut vertreten.

Inhaltlich lassen sich die wissenschaftlichen Arbeiten an der Station vier Bereichen mit folgenden Kennwörtern zuordnen:

1. Koexistenz
2. Inselökologie
3. Habitatbewertung
4. Wildökologie

4.1 Bereich Koexistenz

Es ist immer wieder erstaunlich, wie viele Arten bei begrenztem Ressourcenangebot zusammenleben können. Die Analyse dieser „Koexistenz“ gehört zur ökologischen Grundlagenforschung und trägt zum Verständnis der Artenvielfalt unter verschiedenen Umweltbedingungen bei. Damit erlangen wir die Voraussetzungen, auch angewandte Fragestellungen in diesen Bereichen zu bearbeiten.

4.1.1 Untersuchungen zur Koexistenz verschiedener Chilopodenarten im Waldboden

Die zahlreichen Modellberechnungen, Simulationen, isolierten Laborversuche und theoretischen Überlegungen über die Koexistenz ökologisch ähnlicher Arten haben bisher zu widersprüchlichen Aussagen geführt. Es fehlen einfach genügend exakte Freilanddaten, um für die Modelle die richtigen Annahmen machen zu können. Herr Dr. HEINZ-CHRISTIAN FRÜND hatte sich mit seiner Dissertation vorgenommen, an einem Ausschnitt aus der Lebensgemeinschaft eines relativ stabilen Ökosystems diesen Problemkreis im Freiland zu untersuchen. Er wählte die Gemeinschaft der Hundertfüßer. Wie vielseitig man zur Klärung dieser Fragen ansetzen muß, geht aus seinem Arbeitsschema hervor (Abb. 2). Es waren Untersuchungen in drei verschiedenen trophischen Ebenen nötig: Nahrungsbegrenzung (Beutetiere), Interferenz zwischen den Chilopoden und Räuberdruck auf die Hundertfüßerpopulationen. In den Buchenwäldern des Steigerwaldes leben 11 Chilopodenarten zusammen. Für ihre Koexistenz spielt die räumliche Sonderung der verschiedenen Arten die Hauptrolle. Die beiden häufigsten, mehrjährigen Arten sind mit ihren Entwicklungsstadien in einem Spektrum von verschiedenen Größenklassen vertreten, die sich im Hinblick auf Koexistenz ausreichend unterscheiden (Faktor 1,5). Die Lithobiidenarten haben alle ein sehr ähnliches Beutespektrum, sie sind keine Nahrungsspezialisten. Das Beutespektrum der Lithobien wurde über Darminhaltsanalysen aufgeklärt. Die jährliche Gesamt mortalität der beiden häufigsten Arten entspricht in ihrer Größenordnung dem Räuber einfluß durch große Bodenspinnen. In den Buchenwäldern wurden zwischen 112 und 171 Lithobiiden pro m² und 26–34 Spinnen der Gattungen *Amaurobius* und *Coelotes* als Räuber pro m² gefunden. Für den Räuber nachweis waren umfangreiche immunologische Studien an den in Frage kommenden Spinnen notwendig: durch Präzipitintests wurden Lithobius-Proteine in der Körperflüssigkeit der Spinnen nachgewiesen. Die Artenge-

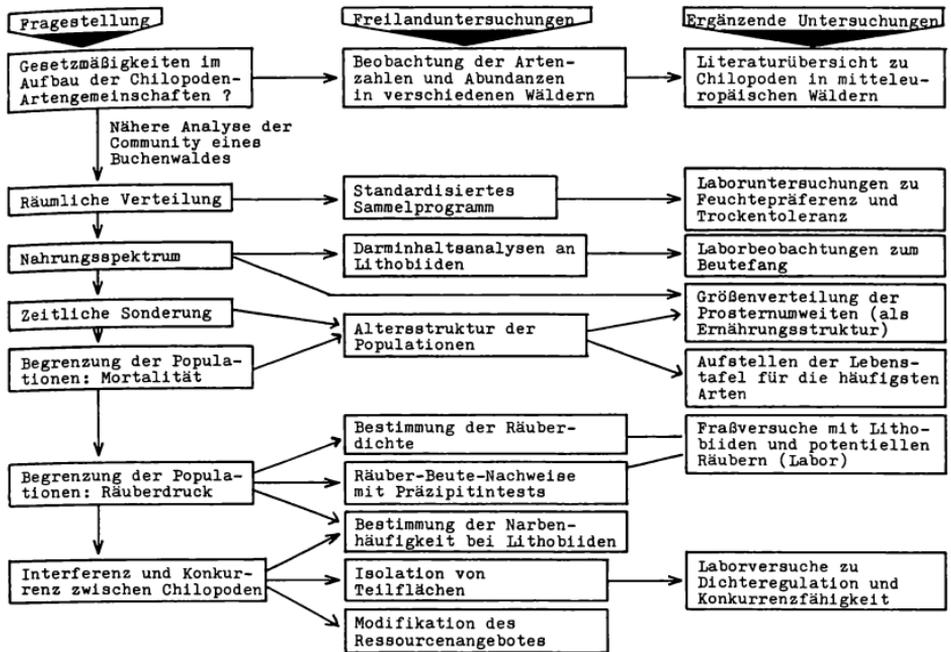


Abb. 2: Arbeitsschema zur Untersuchung der ökologischen Sonderung der Hundertfüßer (Chilopoda) (aus Fründ 1983).

meinschaft der Chilopoden kann als „ökologisch gesättigt“ angesehen werden, die vorhandenen Ressourcen am Waldboden werden vollständig genutzt und lassen keine Lebensmöglichkeiten für zusätzliche Arten offen.

4.1.2 Die Aufteilung der Vögel des Steigerwaldes in Gilden und Artengemeinschaften und ihre Abhängigkeit vom Ressourcenangebot

Herr Stud.Ass. PETER BECK hat sich mit seiner Dissertation vorgenommen, am Beispiel ausgewählter Vogelgruppen – Stammkletterer (Spechte, Kleiber und Baumläufer) und Arten, die im Blätterwald ihre Nahrung suchen (Meisen, Laubsänger, Grasmücken und Goldhähnchen) – den Aufbau von Artengemeinschaften zu analysieren und nach Regeln in der Zusammensetzung ökologisch ähnlicher Arten in Abhängigkeit vom Habitat

(Ressourcenangebot) zu suchen. Bestimmte Beobachtungen sprechen z.B. dafür, daß je nach Ressourcenangebot innerhalb von Gruppen ökologisch ähnlicher Arten Populationsdichtekompensationen auftreten, während die entsprechende Artengruppe gleich stark innerhalb der Vogelgemeinschaft vertreten bleibt. Untersuchungsflächen im Steigerwald sind ein Kiefernwald, ein Buchenwald und ein Eichen-Hainbuchen-Mittelwald. Neben der möglichst genauen Vogeldichtebestimmung werden auch quantitative Daten zu einzelnen Verhaltensweisen der Tiere, wie Unterschiede im Aufenthaltsort, bei der Nahrungsaufnahme und in der Aktivitätsphase protokolliert. Laubsänger wurden individuell mit Farbringen gekennzeichnet. Im sehr strukturreichen Mittelwald finden sich 50 Brutvogelarten gegenüber 35 Brutvogelarten im strukturarmen Buchenhochwald (ohne Strauchschicht). Die Gilde der „foliage gleaners“ hat im Hochwald eine steilere Dominanzkurve als im Mittelwald, was auf stärkere anthropogene Belastung bzw. extremere Bedingungen des eintönigeren Hochwaldes schließen läßt. Als Nebenergebnis zeigt sich für den Artenschutz, wie wertvoll Mittelwälder sind und daß sie unbedingt erhalten werden müssen.

4.1.3 *Die Artengemeinschaften der Kurzflügler (Staphylinidae) in verschiedenen Wiesentypen*

Die Kurzflügler (Staphylinidae) sind mit über 1300 Arten die artenreichste Käferfamilie in Deutschland. Die überwiegend räuberisch lebenden Arten spielen auf Grund ihrer oft großen Individuenzahl eine wichtige Rolle in vielen Ökosystemen: so leben z.B. auf Mähwiesen bis zu 1000 Individuen von über 30 Arten auf einem Quadratmeter.

Um die Frage der Koexistenz dieser auf engem Raum zusammenlebenden Arten zu klären, sind detaillierte Kenntnisse der ökologischen Ansprüche der Arten und ihrer Fortpflanzungsbiologie nötig. Da Wiesen im Rahmen anderer Fragestellungen an der Ökologischen Station bearbeitet werden, sollen von Herrn Dipl.-Biol. OTHMAR FISCHER die Artengemeinschaften der Staphyliniden zunächst auch auf Wiesen untersucht werden. Standardisierte Erfassungsmethoden im Freiland (Quadratproben, Bodenfallen) führen zur Charakterisierung der jeweiligen Artengemeinschaft. Vergleiche zwischen unterschiedlichen Wiesen (gemäht, ungemäht, feucht, trocken) ermöglichen die Eingrenzung der ökologischen Ansprüche der Arten. Im Labor kann dann unter schärfer kontrollierten Bedingungen die Wirkung von Umweltfaktoren auf einzelne Arten genauer studiert werden.

4.1.4 Interspezifische Territorialität und Beutespektrum zusammenlebender Steinschmätzerarten (*Oenanthe* spp.) in Halbwüsten Tunesiens

Im Rahmen des tierökologischen Großpraktikums haben wir begonnen, im Innern Tunesiens Territorialität und Nahrung von Steinschmätzern zu studieren. Als Brutvögel kommen in den Halbwüsten 6 Arten nebeneinander vor, wobei sich zwei Gruppen mit unterschiedlicher Habitatpräferenz unterscheiden lassen: In gebirgigen Landschaften mit felsigem Untergrund leben der Trauersteinschmätzer (*Oe. leucura*), der Saharasteinschmätzer (*Oe. leucopyga*) und der Schwarzrückensteinschmätzer (*Oe. lugens*) zusammen. In den oft sandigen Ebenen und Flußniederungen treffen sich der Wüstensteinschmätzer (*Oe. deserti*), der Mittelmeersteinschmätzer (*Oe. hispanica*) und der Fahlbürzelsteinschmätzer (*Oe. moesta*). Das begrenzte Nahrungsangebot zwingt die Arten zu optimaler Nutzung der auch gegen andere Arten verteidigten Reviere. Innerhalb dieser interspezifischen Territorialität finden wir eine deutliche Rangfolge: Der weniger dicht lebende, ganz schwarze Trauersteinschmätzer dominiert über den Saharasteinschmätzer und dieser über den häufigeren Schwarzrücken-

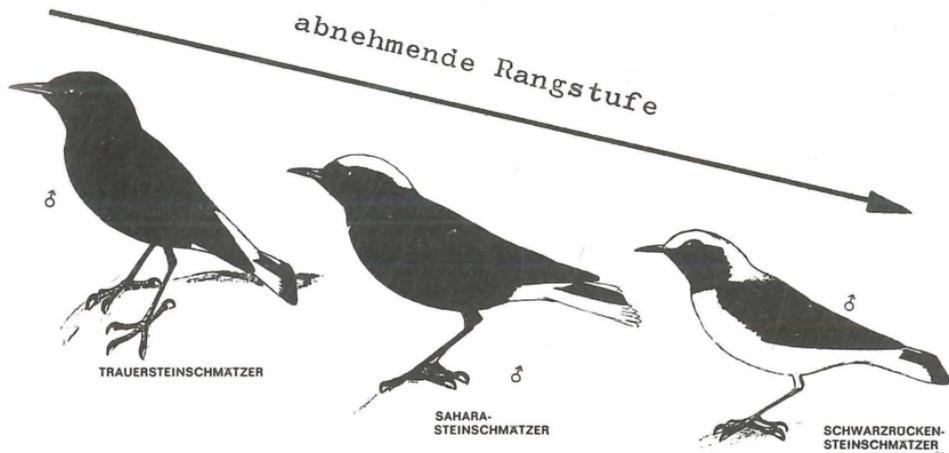


Abb. 3: Interspezifische Territorialität bei drei syntopen Steinschmätzer-Arten (*Oenanthe* sp.) Mittel-Tunesiens. Es dominiert der Trauersteinschmätzer über den Sahara- und der Sahara- über den Schwarzrückensteinschmätzer in demselben Biotop.

steinschmätzer (Abb. 3). Eine nahrungsökologische Trennung dieser Insektivoren scheint nicht sehr ausgeprägt zu sein. Das Beutespektrum ist entsprechend der Knappheit der Nahrung recht breit. Der Fahlbürzelsteinschmätzer versteht es aber zusätzlich, synchron mit der Aktivitätszeit der Arthropoden Skorpione (hpts. *Scorpio maurus*) und Walzenspinnen (Solifugae) zu fangen. Er kann sogar auf die schlecht schmeckenden Wüstenasseln (*Hemilepistus reaumuri*) als Beute für die Jungenfütterung ausweichen, wobei er häufig Compositenblüten nachfüttert.

Der SchwarZRückensteinschmätzer bietet ein zusätzliches Problem durch den Polymorphismus der Weibchen: Das Spektrum ihrer Färbungen reicht bei nebeneinander lebenden Paaren von der schwarz-weißen Männchenzeichnung bis zum beigen Federkleid ohne schwarz-weiß Kontraste am Körper.

4.2 Bereich Inselökologie

Die überall ständig abnehmende Artenvielfalt veranlaßt uns, einen Teil des Ursachenkomplexes für den Artenschwund zu erforschen. Ausgehend von der allgemeinen Erfahrung, daß bei gleicher Größe festlandsnahe Inseln mehr Arten aufweisen als festlandsferne, und bei gleicher Entfernung zum Festland wiederum auf großen Inseln mehr Arten leben als auf kleinen Inseln, ist die Theorie entwickelt worden, daß eine bestehende Artenvielfalt ein Gleichgewicht zwischen der Einwanderung neuer Arten und dem Aussterben vorhandener Arten darstellt. Während die Aussterbewahrscheinlichkeit von der Populationsgröße und damit auch von der Fläche des Lebensraumes abhängt, ist für die Einwanderung bzw. Besiedlung eines Lebensraumes dessen Isolationsgrad der entscheidende Faktor. Dieses Modell läßt sich auch auf Habitatinseln in unserer Landschaft übertragen, denn eine „Insel“ muß nicht von Wasser umspült sein. Ökologisch ist jeder Lebensraum, der von andersartigem, nicht besiedlungsfähigem Lebensraum umgeben ist, eine Insel für die an ihn angepaßten Arten. Wir sprechen von „Habitatinseln“.

Das Rahmenthema der Stationsarbeiten ist die Untersuchung des Einflusses von (1) Lebensraumgröße und (2) Isolation auf Artengemeinschaften. Zu beiden Einflußgrößen laufen langfristige Forschungsprogramme: Experimentelle Wiesenverkleinerungen zu (1), Waldinselvergleiche (haupts. im Hinblick auf Populationsaustausch) und Studien über die Besiedlung einzelner Habitats zu (2).

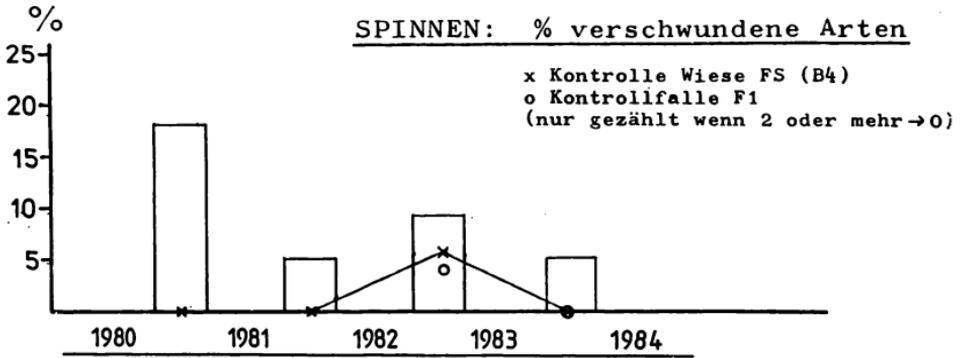
4.2.1 *Lebensraumverkleinerungen und ihre Folgen für einzelne Tiergemeinschaften. Experimentelle Untersuchungen auf Wiesenflächen.*

Nach der Theorie der Inselbiogeographie wird die Artenzahl auf einer Insel auch allein durch deren Größe bestimmt. Dieser sog. „Flächeneffekt“ wird über die unterschiedlichen Populationsgrößen erklärt, von denen die Aussterbewahrscheinlichkeit einer Art abhängig ist. Es wird dabei allerdings vorausgesetzt, daß die Arten auf verschiedenen großen Inseln in gleicher Individuendichte leben. Kleinere Inseln enthalten dann kleinere Populationen, kleinere Populationen sterben mit größerer Wahrscheinlichkeit aus und das Ergebnis sind weniger Arten auf den kleineren Inseln.

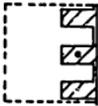
Bisher hat nur Simberloff auf Mangroven-Inseln im Golf von Florida versucht, durch künstliche Verkleinerung der Inseln ohne Habitatänderung den Artenverlust nachzuweisen. Um Gültigkeit und Ausmaß des Flächeneffektes auch bei Landbiotopen zu belegen, haben wir Wiesen als Habitatinseln künstlich durch Umackern verkleinert und jeweils die Faunenveränderung im Detail kontrolliert. Auch hier bleiben die Wiesenreststücke unverändert. Wie langfristig solche Versuchsreihen anzusetzen sind, geht aus Abb. 4 hervor.

Unsere Ergebnisse zeigen, daß in der Kulturlandschaft lokales Aussterben, Wiederbesiedlung und Neueinwanderung bestimmende populationsdynamische Vorgänge sind. Der nach der Wiesenverkleinerung auf etwa ein Viertel der Ausgangsfläche eingetretene Artenverlust (18 % der Spinnen- und 44 % der Laufkäferarten) wird zwar durch Neubesiedlung in den Folgejahren ausgeglichen, das Artenspektrum verschiebt sich aber zu Gunsten migrationsfreudiger, in Agrarbiozöosen häufiger vertretener Arten. Größere und seltenere Arten werden nicht mehr ersetzt. Da zusätzlich die Gesamtindividuendichte bei der Wiesenverkleinerung abgenommen hat, ist die Aussterbewahrscheinlichkeit vieler verbliebener Arten angestiegen. Durch die Kenntnis der ökologischen Eigenschaften der Arten können wir die Ergebnisse z.B. auch dahingehend analysieren, welche Merkmale zuerst aussterbende Arten aufweisen und wie groß der Gefährdungsgrad unserer Kulturlandfauna durch Verinselung der Habitate ist. Diese grundlegenden Erkenntnisse sollten insbesondere bei Flurbereinigungsmaßnahmen zur Anwendung kommen, zumal zu erwarten ist, daß sich Teile der Feldbiozönose (untersucht wurden hier Räuberarthropoden, also sog. Nützlinge) immer wieder durch Kolonisierung von den weniger biozidbelasteten, artenreicheren Grünlandflächen regenerieren. Damit lokales Verschwinden von Arten oder starke Populationseinbußen

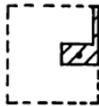
SPINNEN: % verschwundene Arten



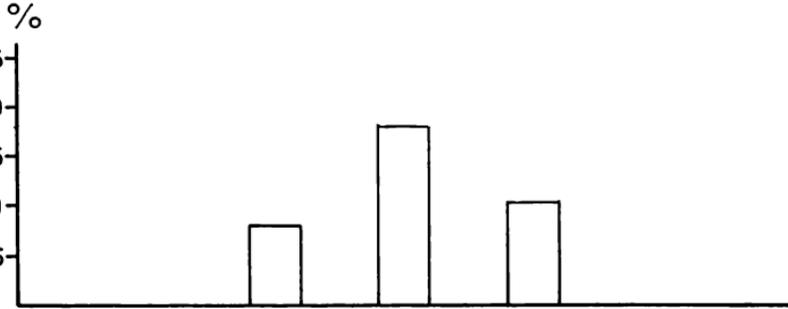
ursprüngl. Wiesenfläche



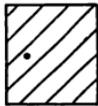
Verkleinerung der Wiesenfläche auf ca. $\frac{1}{4}$



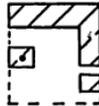
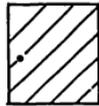
Verkleinerung der Wiesenfläche auf ca. $\frac{1}{2}$



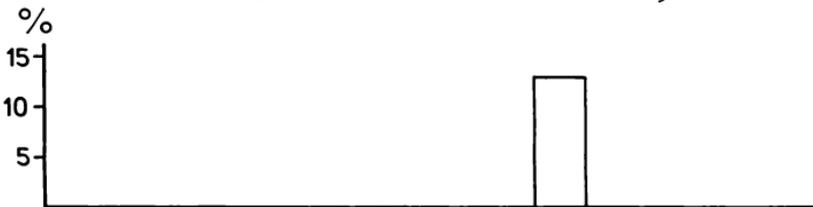
Wiese HF



ursprüngliche Wiesenfläche



Verkleinerung der Wiesenfläche auf ca. $\frac{1}{3}$



Wiese WT



ursprüngl. Wiesenfläche



Verkleinerung auf ca. $\frac{1}{4}$

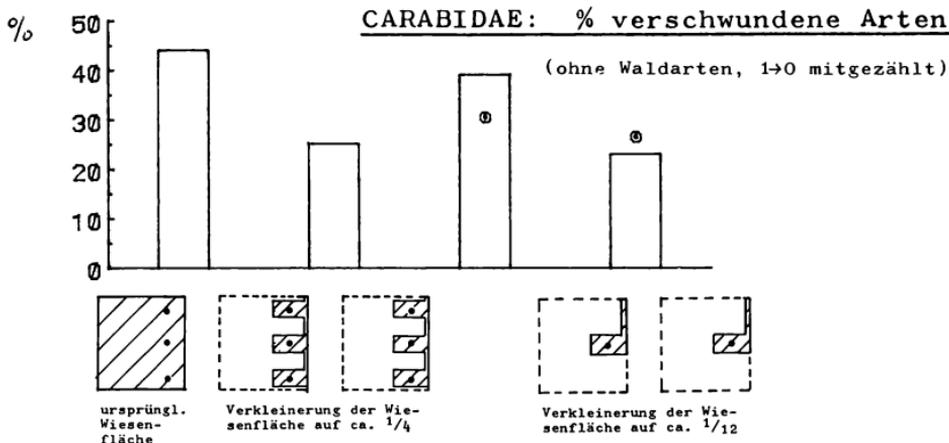


Abb. 4: Verlustprozente der Spinnen- und Laufkäferfauna in aufeinanderfolgenden Jahren auf Versuchswiesen im Steigerwald (Unterfranken). Mit jeder künstlichen Habitatverkleinerung steigt der Verlustanteil an der bisherigen Fauna deutlich an. Kontrollflächen belegen, daß ohne Veränderungen ein Artenschwund zwischen 0 und 7% vorkommt.

Die Wiese FS bleibt unverändert und dient als eine der Kontrollen (mit Linie verbundene Kreuze). Verglichen wurden jeweils die Fänge einer Vegetationsperiode (April bis Ende Oktober) für die auf Wiesen lebenden Arten. Gäste auf den Versuchsfeldern, wie z. B. Waldarten, wurden nicht berücksichtigt. Die Arten wurden mit Bodenfallen erfaßt.

wieder ausgeglichen werden können, müssen alle landschaftsgestaltenden Maßnahmen dahingehend ausgerichtet sein, daß die Wiederbesiedlung von Habitatinseln erleichtert wird. Wir glauben, daß verbindenden Biotopelementen als sogenannte Korridore eine Schlüsselrolle zukommt und werden zukünftig die Bedeutung von Korridoren näher untersuchen. Bereits ein 1 m breiter Wiesenstreifen zwischen Ackerland enthält nach unseren Ergebnissen eine Fauna, die mehr der Wiesen- als der Ackerfauna gleicht.

4.2.2 Austausch zwischen Vogelpopulationen verschieden großer und unterschiedlich stark isolierter Waldinseln im Steigerwaldvorland

Bei der Sicherung von Flächen mit dem Ziel eines wirkungsvollen Artenschutzes in unserer Kulturlandschaft sind im wesentlichen zwei Fragen von entscheidender Bedeutung: die nach der Größe der Mindestpopulation ei-

ner Art, d.h. die Anzahl Individuen in einem Gebiet, die gewährleistet, daß die Population aufgrund eigener Reproduktion auf Dauer überlebt sowie die Frage nach dem Minimalareal einer Lebensgemeinschaft, die es zu schützen gilt, d.h. die Fläche eines Lebensraums, auf der die Mindestpopulationen der für den Lebensraum typischen Arten persistieren können. Da die Lebensräume in unserer intensiv genutzten Landschaft zunehmend verkleinert, zerschnitten und voneinander isoliert werden und großflächige Areale eines bestimmten naturnahen Lebensraumtyps kaum noch vorhanden sind, sind die Lage der einzelnen Flächen zueinander und der Austausch zwischen den Tierpopulationen solcher Habitatinseln von großer Bedeutung: Wie können Artengemeinschaften dort überleben, wo zwar jeder Lebensraum für sich in seiner Ausdehnung nicht mehr dem Minimalareal entspricht, dafür aber viele solcher Habitatinseln mehr oder weniger stark isoliert voneinander über eine Region verteilt liegen? Die Beziehungen zwischen den einzelnen Teilpopulationen von Waldvögeln untersucht Herr Dipl.-Biol. WOLFGANG WERRES im Rahmen einer Dissertation innerhalb eines Systems von Waldinseln. Voraussetzung für



Abb. 5: Drei Waldinseln bei Vögnitz/Gerolzhofen in der Kulturlandschaft des Steigerwaldvorlandes. Die Habitatinseln stellen Reste von Eichen-Hainbuchen-Wäldern dar. (Freigegeben: LAN Nr. P 4053/29)

diese Untersuchung ist die Möglichkeit, die Vögel individuell durch Ringe zu kennzeichnen. Die lokalen Gegebenheiten bieten für die Fragestellung insofern ideale Arbeitsmöglichkeiten, als im Vorland des nördlichen Steigerwaldes eine Vielzahl verschieden großer und unterschiedlich stark isolierter Waldinseln als Untersuchungsgebiete zur Verfügung stehen (Abb. 5). Untersucht wird ein System von sieben 3.4 bis 156.4 Hektar großen Waldinseln nördlich von Gerolzshofen (Landkr. Schweinfurt), überwiegend Reste von Eichen-Hainbuchen-Mittelwäldern, die in eine intensiv genutzte Agrarlandschaft eingebettet liegen.

Die ansässigen Artengemeinschaften werden mit Hilfe standardisierter Methoden der Bestandserfassung charakterisiert und unter Berücksichtigung von Flächengröße, Struktur und Isolation der jeweiligen Waldinseln miteinander verglichen. Die Anzahl der Brutvogelarten schwankt je nach Größe des Waldes zwischen 20 und 50, wobei besonders die Vorkommen von Mittelspecht, Turteltaube, Halsbandschnäpper und Ortolan aus der Sicht des Artenschutzes hervorzuheben sind.

In standardisierten Fanganlagen werden die ansässigen Vögel mit Japan-Netzen stichprobenhaft erfaßt, in Absprache mit der Vogelwarte Radolfzell mit Leichtmetall- und teilweise auch mit Farbringen markiert und anschließend an Ort und Stelle wieder freigelassen – im Jahre 1984 annähernd 1200 Individuen. Darüber hinaus werden einige ausgewählte Vogelarten, die im wesentlichen in ihrem Vorkommen auf Wälder beschränkt sind, auf etwa 4 Hektar großen Probeflächen besonders intensiv untersucht, nämlich Buchfink, Kohl- und Blaumeise, Rotkehlchen, Heckenbraunelle, Mönchsgrasmücke sowie Garten- und Waldbaumläufer. Für die Meisen- und Baumläuferarten wurden insgesamt über 100 Nistkästen aufgehängt, um die Bruten dieser Höhlenbrüter möglichst vollständig kontrollieren zu können.

Die Markierung eines Großteils der anwesenden Jung- und Altvögel eröffnet die Möglichkeit, durch Wiederfang und Beobachtung die Ortstreue und Mobilität der einzelnen Arten innerhalb des Systems von Waldinseln quantitativ zu erfassen und das Ausmaß des Populationsaustauschs zwischen diesen Insellebensräumen abzuschätzen.

Langfristig verfolgt die Arbeit die Frage nach dem Minimalareal von Waldvogelgesellschaften und versucht, verallgemeinerbare Vorschläge für die Mindestgröße und Anordnung möglicher Schutzgebiete für Waldvogelarten im mitteleuropäischen Raum zu erarbeiten.

4.2.3 *Untersuchungen zu Verbreitungsfähigkeit und Kolonisierungsvermögen von Spinnen in unterschiedlich reifen Ökosystemen*

Mehrjährige Untersuchungen der Spinnenfauna in verschiedenen Wirtschaftsflächen auf der Basis von Bodenfallenfängen weisen darauf hin, daß innerhalb der Artengemeinschaften je nach Grad der menschlichen Beeinflussung des Lebensraumes immer wieder ein gewisser Artenwechsel vonstatten geht. Dieses Auftreten und Verschwinden von Arten ist auf intensiv bewirtschafteten Mähwiesen in größerem Maße als in Wäldern feststellbar. Es werfen sich die Fragen auf, ob dieser Artenwechsel tatsächlich auf ein wiederholtes lokales „Aussterben“ und „Einwandern“ von Teilpopulationen zurückzuführen ist, inwieweit ein Zusammenhang mit der Verbreitungsfähigkeit der Arten besteht, und ob bestimmte Besiedlungsstrategien je nach Reife und Stabilität des Lebensraumes unterscheidbar sind, mit Hilfe derer sich die verschiedenen Arten im Lebensraum behaupten.

Im Rahmen einer Promotionsarbeit untersucht Dipl.-Biol. INGETRAUT KÜHN in drei unterschiedlich stark beeinflussten Lebensraumtypen – Feld als System auf früher Sukzessionsstufe, Mähwiese, Wald als „reifes“ System an ausgewählten Spinnenarten, welchen Fluktuationen die Populationen unterliegen, inwieweit sich Populationen immer wieder aus lokalen Restbeständen aufbauen oder ihr Fortbestehen durch Verbreitungsfähigkeit und stete Zuwanderung gesichert wird. Mit der Untersuchung eines Feldraines als brachliegendem, unbeeinflussten Wiesenstreifen zwischen Feldern und der Erfassung der Spinnenfauna in den Grenzbereichen zwischen den verschiedenartigen Habitaten soll u. a. auch die in der Thematik enthaltene Frage nach Wanderbewegungen der Spinnen und der Nutzung von Refugien bzw. von verschiedenen Lebensräumen im Jahresverlauf geklärt werden. Die Beschäftigung mit der Besiedlungsfähigkeit von Spinnenarten erfordert zusätzlich die Untersuchung gleichartig bewirtschafteter, jedoch isolierter Lebensräume. Exemplarisch wurde eine völlig isolierte, bewirtschaftete Waldwiese ausgewählt, um z.B. die Zusammensetzung der Artengemeinschaft, Populationsdichte und Besiedlungsmechanismen einzelner Arten mit den Verhältnissen auf der entsprechenden, nicht isolierten Mähwiese vergleichen zu können. Im Zuge der Untersuchungen interessieren insbesondere die Art und Weise der Ausbreitung (auf Mähwiesen sind z.B. nach bisherigen Erkenntnissen etwa 26 % der Arten zur Verbreitung durch die Luft befähigt, s. Abb. 6) und wieviele Individuen in die Ausbreitung „investiert“ werden. Ziel ist es auch, einen Beitrag zu leisten zur Klärung der Seltenheit und lokalen Verbreitung von

N = 73 Arten

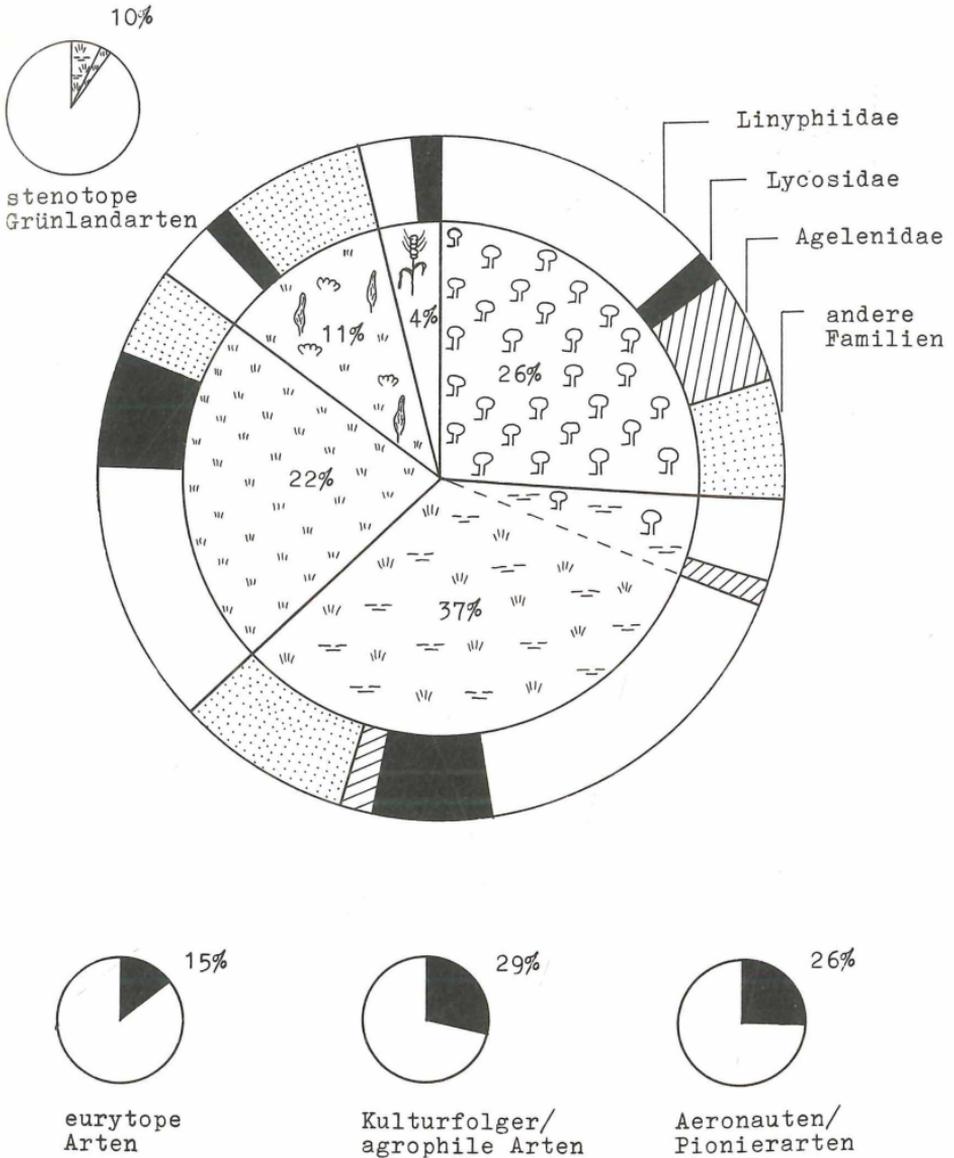


Abb. 6: Analyse des auf Mähwiesen des Steigerwalds erfaßten Artenspektrums epigäischer Spinnen hinsichtlich deren Habitatpräferenz („Haupthabitat“), ökologischen Valenz, Anpassungs- und Verbreitungsfähigkeit. In die Auswertung sind 73 Arten einbezogen (aus Kühn 1982).

Arten, die in starker Spezialisierung, geringer Konkurrenzfähigkeit aber auch geringer Verbreitungskraft begründet liegen kann. Wie Abb. 6 zeigt, setzt sich die Wiesenspinnenfauna etwa zur Hälfte auch aus Arten zusammen, die eigentlich andere Lebensräume bevorzugen und zuweilen oder auch regelmäßig die Mähwiese als suboptimales „Nebenhabitat“ besiedeln.

Im freilandökologischen Teil werden neben standardisierten Erfassungen der Siedlungsdichte und Zuwanderung auch Freilandexperimente durchgeführt, wie z.B. Rekolonisierungsversuche und die Kontrolle von Zubzw. Abwanderung auf abgesperrten Flächen. Im Zuge der standardisierten Untersuchungen kommen sowohl relative als auch absolute Methoden zur Anwendung. Zum einen umfassen sie selbsttätig fangende Bodenfallen, wie z.B. Richtungsfallen, Vegetationsfallen und verschiedene Luftfallen, wie Kleb- und Fensterfallen, zum anderen die Entnahme von Flächenproben der oberen Bodenschicht und folgende Hitzeextraktion der darauf lebenden Spinnen. Im Rahmen der letztgenannten absoluten Methoden wurde eine neue zeit- und energiesparende Methode auf der ökologischen Station eingeführt, der Saugfang mit einem aus den USA importierten „vacuum insect net“, das neue Möglichkeiten, so auch bei der Besiedlungsuntersuchung, eröffnet (Abb. 7). Im Laborteil der Untersuchung soll die Haltung einzelner Arten Aufschluß über die Fortpflanzungsleistung geben, ferner sind Experimente im Hinblick auf exaktere Aussagen über ihre autökologischen Habitatansprüche geplant.

Die Naturschutzrelevanz der Untersuchung wird deutlich angesichts der zunehmenden Veränderungen der Landschaftsstruktur und dem Bestreben seitens des gestaltenden Naturschutzes, Ausgleichsräume zu schaffen. Die Kenntnis des Kolonisierungsvermögens der Arten ist eine notwendige Voraussetzung zur Bewertung solcher Refugien und ihrer räumlichen Zuordnung im Hinblick auf die Erhaltung der typischen Spinnenfauna unserer Kulturlandschaft.

4.3 Bereich Habitatbewertung

In Landschaftsplanungen, Umweltfragen und Naturschutzgebieten erwartet man von biologischen Ökologen Entscheidungshilfen, die meist von einer Bewertung bestimmter Habitate ausgehen. Eine Bewertung auf tierökologischer Grundlage setzt voraus, daß die Eignung einer Tiergruppe für Habitatvergleiche bekannt ist.



Abb. 7: Einsatz des „vacuum-insect-net“ (D-Vac) zum Absammeln von Arthropoden in der Krautschicht und auf der Bodenoberfläche. Das Gerät arbeitet nach dem Prinzip des Staubsaugers und wird mit einem Zweitaktmotor betrieben. Die eingesaugten Tiere bleiben lebend in einem Netzeinsatz hängen und können später aussortiert werden.

4.3.1 Faunistisch-ökologische Untersuchungen an bodenlebenden Spinnen unter dem besonderen Aspekt ihrer Eignung als Bioindikatoren

Den Webspinnen (*O. Araneae*), in Deutschland mit etwa 800 Arten vertreten, kommt als artenreiche räuberische Carnivorengruppe in sehr vielen Ökosystemen eine große Bedeutung zu. Sie treten in fast allen Landbiotopen auf, wobei viele Arten eine weite Verbreitung und hohe Individuenzahlen aufweisen. Trotz zunehmender Bearbeitung dieser Tiergruppe im Rahmen ökologischer Freilanduntersuchungen sind auch heute noch Faunistik, Aut- und Populationsökologie der meisten Spinnenarten unzureichend bekannt. Daher bleibt auch weitgehend ungeklärt, inwieweit die einheimische Spinnenfauna durch die vielfältigen einschneidenden Veränderungen in unserer Kulturlandschaft betroffen ist und inwieweit sich Spinnen zur Beurteilung der Qualität eines Lebensraumes eignen.

In einem Fachbeitrag im Rahmen der Modellstudie „Zoologischer Artenschutz in Bayern“ versuchte daher Dipl.-Biol. INGETRAUT KÜHN, die Eignung von Spinnen als Indikatorarten zur Charakterisierung und Bewertung von Lebensräumen und Lebensgemeinschaften zu ermitteln. Sie überprüfte die Durchführbarkeit einer Spinnenkartierung mit Hilfe stichprobenhafter Erfassungen. Die Basis stellten Analyse und Vergleich der Spinnenartengemeinschaften im Hinblick auf abiotische Faktoren, Struktur und menschliche Beeinflussung unterschiedlicher Lebensräume dar (Wälder, Mähwiesen, Feld). Einen wesentlichen Bestandteil der Studie bildet die Charakterisierung der 160 erfaßten Arten mit Angaben zum bevorzugten Lebensraum, zur Bindung an abiotische Faktoren und zur Reife-

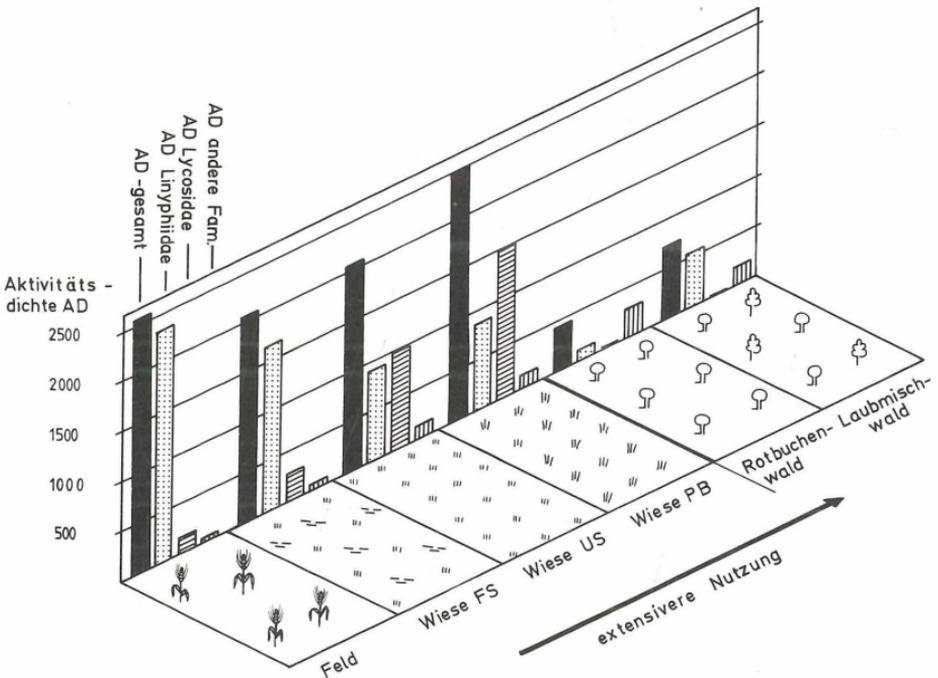


Abb. 8: Vergleich der relativen Abundanzen (AD) der Spinnenfamilien, die in der epigäischen Fauna mit den meisten Individuen vertreten sind. Der Häufigkeitsvergleich basiert auf der Auswertung von Jahresfängen (1980) mit Bodenfallen in Untersuchungsflächen aus dem Steigerwald. Die Zahlenangaben zur Aktivitätsdichte sind Tierfangzahlen pro Falle pro Tag $\times 1000$. Aus Kühn 1982.

und Fortpflanzungszeit. Als Indikatoren zur Bewertung der Feuchte- und Temperaturverhältnisse sowie des Grades menschlicher Beeinflussung werden eine Reihe von Arten vorgeschlagen. Die Bewirtschaftungsintensität auf Wiesen kann z.B. nach dem Verhältnis der relativen Häufigkeiten der großen Wolfsspinnenarten (Lycosidae) und der kleinen Baldachin- und Zwergspinnenarten (Linyphiidae) beurteilt werden (Abb. 8): Wolfsspinnen erweisen sich als empfindlich gegenüber stärkerer Bewirtschaftung, während bei extensiver Nutzung die Individuenzahlen der Baldachin- und Zwergspinnen abnehmen. –

Als Beitrag zu einer faunistischen Erfassung mit dem Ziel einer Bewertung des Gefährdungsgrades der Spinnen Nordbayerns enthält die Arbeit ferner noch eine Liste seltener Spinnenarten des Steigerwaldes. Von besonderer Bedeutung sind die Nachweise einiger Baldachinspinnenarten, die in Deutschland bisher selten gefunden wurden bzw. zerstreute Vorkommen aufweisen, wie z.B. die in Wäldern gesammelten Arten *Centromerus cinctus* (SIMON), *Jacksonella falconeri* (JACKSON), *Lepthyphantes leptyphantiiformis* (LESSERT) oder die Wiesenart *Mioxena blanda* (SIMON). Aus der Kategorie der in Deutschland äußerst selten gefundenen oder erst in jüngster Zeit beschriebenen Arten sind die Nachweise von *Typhochrestus simoni* DE LESSERT und *Oreonetides quadridentatus* (WUNDERLICH) bemerkenswert. Mit der Feststellung von *O. quadridentatus* gelang der erste Weibchen-Nachweis dieser Art für Deutschland, die 1972 erstmals beschrieben wurde.

4.3.2 *Gibt es im Grenzbereich Waldrand in unserer Landschaft einen 'Randeffekt' und welches wären seine Ursachen?*

Zwischen zwei Landschaftsformen (z.B. Wald – Wiese) liegt gewöhnlich eine Übergangszone, die Elemente beider Reinbestände enthält. Sie ist im allgemeinen durch eine hohe Artenzahl von Pflanzen und Tieren ausgezeichnet, und auch die Populationsdichten der Tiere liegen oft höher als in den angrenzenden Reinbeständen. Man spricht von einem sogenannten 'Randeffekt'. Die erhöhte Diversität in diesem Saumbereich kann verschiedene Ursachen haben:

- (1) Neukombination biotischer und abiotischer Faktoren: der steile abiotische Gradient, die besonderen Vegetationsverhältnisse (Mantel, Saum) bilden neue Ressourcen.
- (2) Lebensraum für einen Teil der Tiere aus beiden angrenzenden Lebensbereichen.

(3) Die Grenzzone bietet sogenannten 'Besuchern' eine zeitlich begrenzte Ressource.

Frau Dipl.-Biol. DOROTHEE LEIPOLD untersuchte vor allem die Spinnen und Laufkäfer hinsichtlich ihrer im Saumbereich veränderten Diversität. Faktorenkomplex (3) wurde durch mehrjährige, kontinuierliche Bestandsaufnahmen, (2) durch vergleichende Bestandsaufnahmen sowohl auf Wiesen, als auch im Wald und in der gesamten Übergangszone untersucht. Ob es eigenständige Arten im Randbereich gibt (Faktorenkomplex 1), und aus welchen Gründen solche Tierarten sich dort aufhalten, versuchte Frau Leipold durch experimentelle Habitatveränderungen im Waldrandbereich zu klären: Der natürliche Waldrand wurde aufgeteilt in 3 Bereiche: (a) naturbelassen (b) abgeholzt (Entfernung des Waldmantels) (c) abgeholzt und mit Zeltplanen überdacht, um bei fehlender Struktur annähernd ursprüngliche mikroklimatische Verhältnisse wieder herzustellen (Abb. 9).

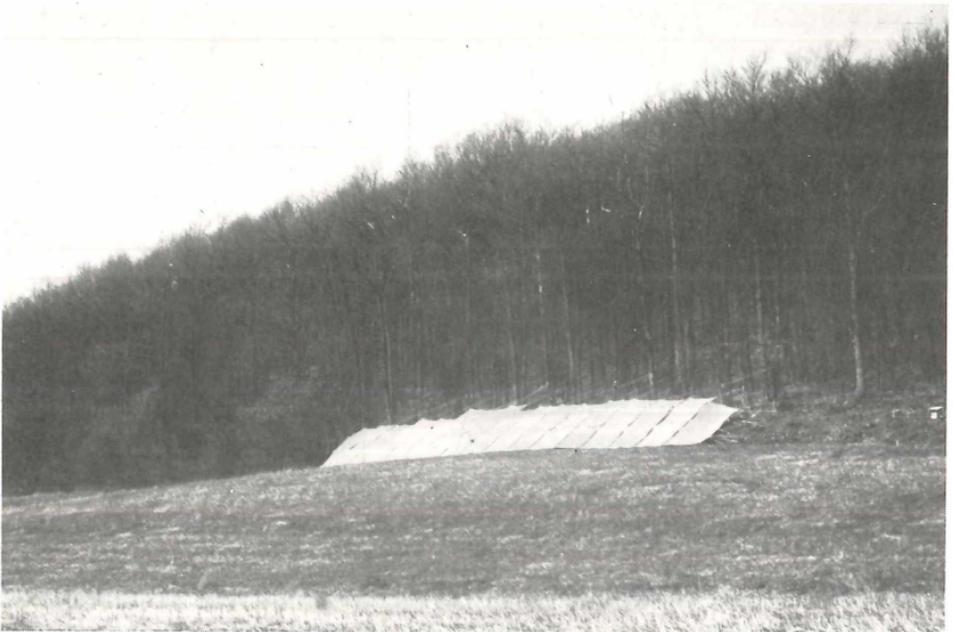


Abb. 9: Südexponierter Waldrand bei Oberschleichach im Steigerwald. Der Waldrand ist in der rechten Hälfte des Bildes durch Mantel und Saum noch „intakt“, nach links zu wurde der Mantel künstlich entfernt und teilweise (im Anschluß an den intakten Waldrand) mit Zeltplanen zu Versuchszwecken überdacht.

Photo: D. Leipold

Die Ergebnisse zeigen, daß es einen Randeffekt tatsächlich gibt (144 verschiedene Arten Spinnen im Randbereich (Saum und Mantel), 79 Arten auf der Wiese und 61 Arten im angrenzenden Wald – vgl. Abb. 10) und auch eine Reihe von Arten (45 Arten – 27 %) nur im Waldrandbereich leben. Die Habitatmanipulationen legen nahe, daß die abiotischen Faktoren für die am Boden lebenden Arten mit ausschlaggebend sind. Jahreszeitliche Wanderungen der Arten zwischen Wald und Wiese spielen kaum eine Rolle.

Die Arbeiten sind für die Landschaftspflege außerordentlich nützlich, da die Bedeutung natürlicher Waldränder durch mehrjährige Untersuchungen aufgeklärt wurde und Waldrandschonung vom Flächenanspruch her wenig Interessenkonflikte mit anderen Nutzungsformen aufwirft.

Die Vorteile eines intakten Waldrandes stellen sich von diesen Untersuchungen folgendermaßen dar:

- höhere Artenvielfalt
- ständiger Lebensraum für eigenständige Arten
- Rückzugsgebiet für Nützlinge der angrenzenden Gebiete (z.B. Waldrandbrüter) oder für Überwinterungsgäste
- höheres Nahrungsangebot durch größere Pflanzenvielfalt
- kontinuierlicher Übergang der abiotischen Verhältnisse zwischen Wald und Wiese (Temperatur, Wind)

Inzwischen hat HORST KRUMMENAUER an der Station begonnen, einen anderen Waldrand an der Grenze Laubwald/Acker zu untersuchen, wo ein ausgeprägter Saumbereich fehlt. Neben den am Boden lebenden Arthropoden wird durch Klopfproben im Mantelbereich auch die Wanzenfauna bearbeitet.

4.3.3 *Untersuchungen über die ökologische Bedeutung ungemähter Wiesenstreifen*

Da ein Teil der Fragestellungen der Inselökologie von der Station auf Kulturliesen bearbeitet wird, interessiert uns auch die unmittelbare Reaktion der einzelnen Tierpopulationen auf den anthropogenen Eingriff des Mähens. Zwar wurden früher schon öfters Faunenvergleiche zwischen gemähten und ungemähten Wiesen vorgenommen, eine unmittelbare experimentelle Kontrolle am gleichen Standort fehlte aber bisher.

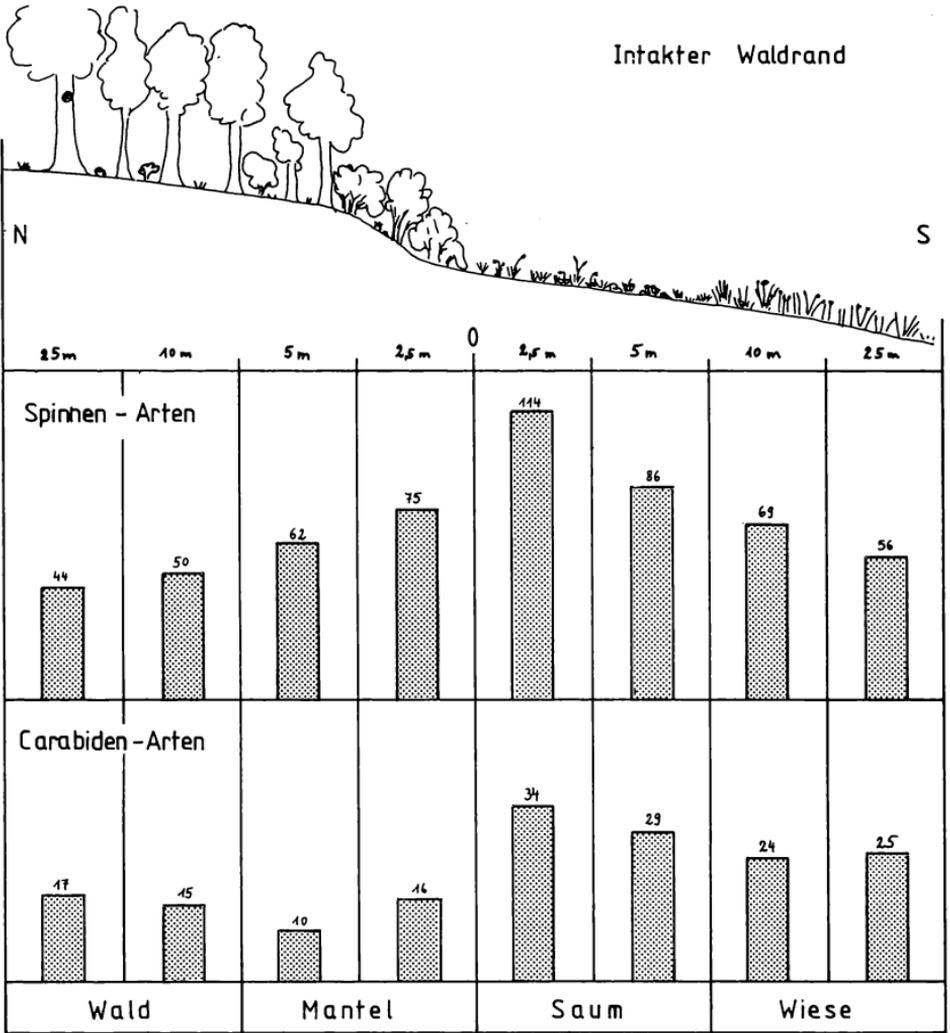


Abb. 10: Beispiel für die erhöhten Artenzahlen im Randbereich zwischen Wald und Wiese („Randeffekt“) im nordwestlichen Steigerwald. Untersucht wurden die epigäische Spinnen und Laufkäfer mit Bodenfallen im Jahr 1980. Aus Leipold 1985.

Durch die Unterschutzstellung des Spitalgrundes bei Prüßberg/Michelau steht der Ökologischen Station ein Wiesental zur Verfügung, in dem Habitatveränderungen selbst bestimmt werden können (Abb. 11). Dipl. Biol. OTHMAR FISCHER hat mit seiner Diplomarbeit auf den Kulturwiesen mehrere schmale Wiesenstreifen beim Mähen aussparen lassen und die Auswirkungen dieser Maßnahme – sowie des über die Vegetationsperiode fort-dauernden Mähens in anderen Teilen des Versuchsgeländes – auf die epigäische Spinnen- (Araneae) und Kurzflügelkäferfauna (Staphylinidae), Frau Dipl. Biol. ALEXANDRA SCHUSTER auf die Laufkäferfauna (Carabidae) und Frau ANNETTE LEHNA auf die Fauna der Krautschicht-Spinnen untersucht.

Auf der ca. 2 ha großen Wiese fanden sich 1981 und 1982 129 Spinnen- und 209 Kurzflüglerarten, 1982 und 1983 80 Laufkäferarten. Für die Artengemeinschaft der Spinnen und Kurzflügler konnte nach jeder Mahd im allgemeinen eine Präferenz der ungemähten Streifen gegenüber der gemähten Wiesenfläche festgestellt werden, bei den Laufkäfern gibt es auf den gemähten Flächen allgemein eine höhere Laufaktivität. Im Hinblick auf die Artenzusammensetzung unterscheiden sich gemähte und ungemähte Wiesenteile. Schwankungen in der Individuen- und Artenzahl sind im Jahresgang in den gemähten Teilen ausgeprägter. Für die Araneae und Staphyliniden gilt, daß in den ungemähten Teilen mehr Arten und mehr Individuen leben, auch wenn man nur die Artengemeinschaft der am Boden lebenden Tiere vergleicht. Ein wesentlicher Grund liegt in den besseren Entwicklungsbedingungen für die Jugendstadien in den ungemähten Wiesenstreifen.

Von den Spinnen der Krautschicht leben mehr als doppelt so viele Arten in den ungemähten Wiesenstreifen im Vergleich zu den gemähten Teilen. Ihre Individuendichte ist in den Streifen sieben Mal, die Zahl der Kokons und Kinderstuben zehn Mal so hoch wie in der gemähten Fläche. Die ungemähten Wiesenstreifen stellen also einen wichtigen Fortpflanzungsbiotop dar, von dem aus die Umgebung neu besiedelt werden kann. Sogar die Tigerspinne *Argiope bruennichi* lebt dort das ganze Jahr über.

Eine Untersuchung des Heuabtrages von der Wiese ergab, daß auf diese Weise nur ein geringer Teil der Population direkt aus dem Biotop entfernt wird, etwa 1,5 % der Spinnen und unter 1 % der Kurzflügelkäfer.

Da die ungemähten Wiesenstreifen bereits mit einer Breite von ca. 2 m die Artenvielfalt der Wiesenfauna erhöhen, ergeben sich Empfehlungen für Pflegemaßnahmen im Naturschutz und in der Landschaftsplanung. Der günstige Einfluß der ungemähten Wiesenstreifen ist auf trockenen Wiesen effektiver als in feuchten Standorten.



Zusätzlich wurde mit diesen Arbeiten ein konsequenter Vergleich zweier verschiedener Tiererfassungsmethoden durchgeführt: Zur Feststellung des Arteninventars eignen sich besonders die Bodenfallen, zum Vergleich von Tierdichten (Tiere pro m²) die Auslese von flächenbezogenen Stichproben.

4.3.4 Tierökologische Untersuchungen als Grundlage des Pflegeplanes für das NSG „Lange Rhön“.

Die Ökologische Station ist mit zwei Mitarbeitern an einem Untersuchungsprojekt zur Sicherung schutzwürdiger Lebensräume in der Hohen Rhön beteiligt. Die faunistischen Bestandsaufnahmen werden von 1983 bis 1986 in Zusammenarbeit mit der Regierung von Unterfranken (Dr. G. Ritschel-Kandel) durchgeführt.

Im Hinblick auf die praktische Anwendung der Ergebnisse wurden Spinnen, Laufkäfer, Kurzflügelkäfer und Heuschrecken untersucht, die als besonders aussagekräftige Tiergruppen gelten, weil sie enge Beziehungen zum Standort aufweisen. Von diesen Tiergruppen kann eine gute Indikatorfunktion für die im NSG „Lange Rhön“ vertretenen Biotoptypen erwartet werden. Spinnen und Laufkäfer werden von Frau Dipl.-Biol. Dorothee Leipold, Kurzflügelkäfer und Heuschrecken von Herrn Dipl.-Biol. Othmar Fischer bearbeitet. Die tierökologischen Studien sollen zusammen mit den Vegetationskartierungen als fundierte und wissenschaftlich abgesicherte Grundlage des Pflegeplanes dienen. Damit wird erstmals ein allseits ausgewogener Pflegeplan aufgestellt werden können, dessen Zielsetzung nicht nur die Bedürfnisse einiger bekannter Arten bevorzugt berücksichtigt, sondern möglichst weitgehend alle Lebewesen einbezieht. Der Schwerpunkt der Untersuchungen wird dabei auf die für die Hochrhön charakteristischen Landschaftsformen gelegt:

Abb. 11: Einblick in die Wiese „Spitalgrund“ bei Prüßberg, Gmd. Michelau im Steigerwald zur Zeit der ersten Mahd Anfang Juli. Im Versuchsgelände rechts vom Weg wurden beim Mähen zwei Meter breite Wiesenstreifen ausgespart, die in der Nähe des „Stationsautos“ gut zu erkennen sind. Das Gelände gehört der Zoologischen Gesellschaft Frankfurt von 1958 e. V. und soll dem Naturschutz übergeben werden.

(1) Grünland auf trockenen und frischen Standorten:

Durch verschiedenartige Nutzung (Mahd ohne Düngung, Mahd mit Düngung, extensive Schafbeweidung) bzw. Beendigung der landwirtschaftlichen Nutzung (Brache, Verbuschung) haben sich in der Hochrhön vegetationskundlich äußerst unterschiedliche Grünlandtypen entwickelt. Es wird untersucht, welche Grünlandformen für die Fauna besonders wichtig sind und welche Nutzungsformen bzw. Pflegemaßnahmen zur Erhaltung der typischen Tierwelt notwendig sind.

(2) Grünland auf feuchten und nassen Standorten:

Im NSG „Lange Rhön“ befinden sich zahlreiche ehemals gemähte Feuchtwiesen und Flachmoorbereiche in unterschiedlichen Sukzessionsstadien (Kleinseggensümpfe, Ohrweidengebüsche, Karpatenbirkengehölze). Es wird untersucht, wie sich die Fauna im Laufe der Sukzession ändert, welche der untersuchten Tierarten an welche Sukzessionsstufen gebunden sind und ob nach Beendigung der landwirtschaftlichen Nutzung zur Erhaltung und Sicherung gefährdeter Arten pflegende Eingriffe in die natürliche Entwicklung der Feuchtgebiete nötig sind.

(3) Hochmoore:

Die drei Hochmoore Schwarzes Moor, Großes und Kleines Moor stellen die wertvollsten und empfindlichsten Bereiche der Rhön dar. Obwohl sie durch Entwässerung, Eutrophierung und Trittschäden in unterschiedlichem Maß beeinträchtigt sind, sind sie auch heute noch von überregionaler Bedeutung. Das Schwarze Moor gehört zu den letzten noch in der Wachstumsphase befindlichen Hochmooren der deutschen Mittelgebirge. Es wird untersucht, ob noch eine typische Hochmoorfauna in den Mooren der Hochrhön lebt und ob die Hochmoorarten im Großen Moor durch die zunehmende Verbuschung gefährdet sind.

Im Rahmen der letztgenannten Fragenkomplexe untersucht der ehemalige Stationsmitarbeiter Herr Peter Beck die Libellenfauna.

4.3.5 Auswirkungen anthropogener Belastungen von Almwiesen (Skibetrieb) auf die Arthropodenfauna im Nationalpark Berchtesgaden.

Innerhalb des MAB-Projekts „Der Einfluß des Menschen auf Hochgebirgsökosysteme im Alpen- u. Nationalpark Berchtesgaden“ beteiligt sich die Ökologische Station Fabrikschleichach durch die Untersuchung der Folgen von Skibetrieb auf die Bodenfauna der Almwiesen. Herr Dipl. Biol. KLAUS HAMMELBACHER hat im Nationalpark Berchtesgaden im Gebiet des Jenner zwei in klimatischen und topographischen Funktionen sehr ähnliche Almwiesen ausgewählt, eine Almfläche wird durch Skibetrieb stark belastet, die andere dient als Kontrollfläche. Die Artenzusammensetzungen in den Laufkäfer- und Weberknechtgemeinschaften unterscheiden sich sehr zwischen beiden Wiesen. Während auf der unbelasteten Fläche Waldarten der Montan- und Subalpinstufe dominieren, treten diese auf der Skiwiese zurück und werden durch Arten des offenen Geländes ersetzt. Von den Weberknechten (Opiliones) leben auf der Kontrollfläche mehr Individuen und mehr Arten. Skibelastung verdichtet den Schnee und den Boden. Der Schnee bleibt länger liegen, das Wachstum der Pflanzen verzögert sich und ebenso das Erscheinen der Laufkäfer und Weberknechte. Bodenverdichtungen haben vermutlich die Regenwürmer stark dezimiert und eine sonst häufige Laufkäferart, die von Regenwürmern lebt, ist verschwunden. Unter den Weberknechten fehlen auf der Skiwiese die auf Schnecken angewiesenen Arten. Weniger spezialisierte Arten herrschen auf der Skiwiese vor. Die Verteilung der Weberknechte und der Zusammenhang zur Habitatbindung wird weiter studiert.

Auf den Almflächen und nahe gelegenen Waldgebieten wird Herr DIETRICH FÖRSTER der Frage nachgehen, ob Laufkäferarten, die als Waldarten bekannt sind, auf den Almwiesen eigenständige Population aufbauen.

4.3.6 Untersuchung über die Insekten-, Spinnen- und Schneckenfauna der Weinberge Frankens.

Durch die vor ca. 25 Jahren einsetzende Weinbergsflurbereinigung in Franken erfuhren die trockenwarmen, mosaikartig strukturierten Biotope der ehemaligen Weinberge tiefgreifende Veränderungen. Der Strukturreichtum traditioneller Weinberge durch Mauern, Brachflächen, Obstwiesen u. a. angrenzende Habitats verschafft vielen Arten, bevorzugt auch südlichen Arten, geeignete Lebensbedingungen. Aus der Sicht des Naturschutzes sollte die Biotopumgestaltung beurteilt werden können. Herr Dr.

HEINZ-CHRISTIAN FRÜND hat dazu zunächst über ein Literaturstudium Informationen über die Lebensansprüche ausgewählter Tiergruppen zusammengestellt. Von den 840 Insekten-, Spinnen- und Schneckenarten der Weinberge Frankens werden 65 Arten als xerothermophil (Verbreitungsgebiet hauptsächlich südeuropäisch) eingestuft. Nicht verbuschte Brachflächen sind besonders für Wolfsspinnen, Laufkäfer und Feldheuschrecken, Gebüsche für Laubheuschrecken und Ameisen, Mauern und freie Bodenstellen für Hymenopteren und Glattbauchspinnen (*Gnaphosidae*) von Bedeutung.

Mit Freilandarbeit versuchte Herr Fründ zu klären, welche Bedeutung unbewirtschaftete oder nur extensiv genutzte Weinbergsflächen als Lebensraum für Insekten und Spinnen haben und ob bestimmte Spinnen- und Insektenarten eine Zeigerfunktion für den naturräumlichen Wert einer Weinbergslage übernehmen können. Zwei Spinnenarten (*Pardosa bifasciata*, *Haplodrassus microps*) eignen sich möglicherweise als Bioindikatoren für die Bedeutung einer Fläche für xerotherme Laufspinnen. Krautige und verbuschte Brachflächen stellen durchaus schutzwürdige Biotope dar. Vor allem das Nebeneinander verschiedener Sukzessionsstadien der Weinbergsbrache trägt zur Reichhaltigkeit und Siedlungsdichte der Ameisen-, Laufspinnen- und Laufkäferfauna bei. Ein Vergleich der Laufspinnenfauna verschiedener Flächen im Steigerwald zeigte, daß der größte Teil der Arten nicht auf den Weinbergslebensraum beschränkt ist.

4.3.7 *Laufende Tiererfassung zur Bewertung von Lebensräumen des Steigerwaldes*

Neben der Tiererfassung im Rahmen laufender Forschungsprojekte wurde von INGETRAUT KÜHN und WOLFGANG WERRES mit dem Aufbau einer Kartei zur Faunistik, d.h. zu Vorkommen und Verbreitung einzelner Tiergruppen im nördlichen Steigerwald begonnen. Insbesondere Vögel, Amphibien, Käfer und Spinnen werden das ganze Jahr über erfaßt. Geplant ist eine Dokumentation über die Fauna charakteristischer Lebensräume im nördlichen Steigerwald. Speziell werden die Lebensraumansprüche von Laufkäfer- und Spinnenarten (Abb. 12 u. 13) geklärt: Auf einer reich strukturierten verbuschten Brachfläche, einer offenen trockenen Schafweide, in einem Nadel- und Erlenbruchwald wurde der Artenbestand mit standardisierten Bodenfallen erfaßt und mit den durch laufende Forschungsprojekte gut bekannten Faunen der Mähwiesen, Ackerflächen und Rotbuchenwälder verglichen. Bei den Laufkäfern konnten in den ein-

zelnen Lebensräumen charakteristische Arten bzw. Gattungen festgestellt werden: So ist z.B. die Gattung *Harpalus* typisch für die Trockenstandorte des Steigerwaldrandes, während die Arten der Gattung *Bembidion* besonders häufig auf Ackerland, die der Gattung *Amara* auf Mähwiesen anzutreffen sind. Die Arten der Gattung *Carabus* erweisen sich als sehr flexibel, die drei Arten *C. auronitens*, *C. nemoralis* und *C. problematicus* bewohnen das weite Spektrum baumbestandener Lebensräume von der verbuschten Brache bis zum Erlenbruch. Auf geschlossene Waldgebiete beschränkt ist z.B. das Vorkommen von *Abax ovalis* und *Pterostichus metallicus*. Die vielfältigste Laufkäferfauna findet sich auf Mähwiesen und trockenen Weideflächen (ca. 35 Arten). Gerade die extensiv genutzten Lebensräume bieten einer Reihe von seltenen Arten Lebensmöglichkeit. Die noch laufende Auswertung der Spinnen ermöglichte neben einer Präzisierung der autökologischen Charakterisierung vieler Arten auch die Unterscheidung von Charakterarten. Ein Beispiel für den trockenen, extensiv von Schafen beweideten Wiesenhang ist die ausschließlich in offenen, trockenen und warmen Lebensräumen gefundene Haubennetzspinne *Steatoda phalerata*, ein Beispiel für mittelfeuchte bis trockene Mähwiesen



Abb. 12: Lederlaufkäfer (*Carabus coriaceus*).



Abb. 13: Baldachinspinne (*Linyphia spec.*).

und Weiden ist die als Kulturfolger bekannte, sehr laufaktive und häufig gefangene Wolfsspinnenart *Pardosa palustris*. In Deutschland seltene Spinnenarten konnten insbesondere in Feuchtbiotopen bzw. auf Trockenstandorten nachgewiesen werden.

4.3.8 Bewertung von Kenngrößen zur Beschreibung von Artengemeinschaften

Im Blickpunkt der synökologischen Untersuchungen stehen meistens Artengemeinschaften, d.h. eine Gruppe von Arten, die in einem Habitat zusammen leben. Will man über Veränderungen von Artengemeinschaften, z.B. als Folge anthropogener Eingriffe in Habitaten, Aussagen machen, dann sind bestimmte Parameter zur Beschreibung der Artengemeinschaft nötig. Auch der Schutz von Kleintieren (Insektenarten, Spinnenarten u.a.) ist meist nur über den Schutz ganzer Artengemeinschaften (Biotopschutz) möglich. Als Kenngrößen kommen in Frage Artenzahlen, Populationsdichten, sog. Aktivitätsdichten, Diversitätsindices, Maße über die Gleichverteilung der Individuen auf die vorhandenen Arten (Evenness), Domi-

nanzstrukturen und Indices, die quantitativ verschiedene Faunen auf ihren Ähnlichkeitsgrad hin vergleichen. Da die meisten Untersuchungen in der Station derartige Kenngrößen verwenden müssen und auch im Artenschutz mit diesen Kenngrößen argumentiert wird, wurden über das umfangreiche Datenmaterial der Tiererfassung an der Station auf vielen Versuchsflächen über mehrere Jahre derartige Kenngrößen auf ihren Aussagewert hin überprüft. Entscheidend sind dabei Abhängigkeit von der Stichprobengröße, praktische Möglichkeit der hinreichend genauen Erfassung, Empfindlichkeit des Parameters auf bestimmte Umweltveränderungen. Die Datenüberprüfung ergab, daß Artenzahlen immer noch den besten Wert im unmittelbaren Vergleich bei gleicher Stichprobengröße sind. Sinnvoll werden sie durch den Eveness-Wert (Gleichverteilung der Individuen) ergänzt, der von der Stichprobengröße weitgehend unabhängig ist. Diversitätsindices sind brauchbar zur Beschreibung von Belastungen und Störungen einer Fauna. Mit der Dominanzstruktur können Lebensräume bioindikatorisch charakterisiert werden. Indices über die Faunenähnlichkeit sollen qualitative (Arten) und quantitative (Individuen) Merkmale in sich vereinigen, sie sind aber wegen der notwendigen Artenkenntnis nicht einfach zu erfassen.

4.4 Bereich Wildökologie

Von 1976 bis 1981 und 1984 hat die Deutsche Entwicklungshilfe (GTZ-Maßnahme „Beratung der ivoirischen Nationalparkverwaltung“, PN 73.2085.6) mit mehreren Programmen den Aufbau und die Entwicklung dreier Nationalparks in der Elfenbeinküste unterstützt. Es handelte sich um die Nationalparks von Asagny mit Sumpfland, Überschwemmungs-Küstensavannen und Hochwald, von Taï mit primärem Regenwald und vom Comoé mit Busch-Baum-Savannen.

Die ökologische Station war in diesen interdisziplinären Projekten mit mehreren Mitarbeitern beteiligt, schwerpunktmäßig im Comoé-Park, dem größten westafrikanischen Nationalpark. Ziele unserer wildökologischen Arbeiten sind: (a) Entwicklung standardisierter Erfassungsmethoden, (b) Beurteilung der Tragfähigkeit der Feuchtsavanne und (c) Nationalpark-Bewirtschaftung. Zu (a) wurden systematische Beobachtungen zu Fuß, mit dem Auto und mit dem Flugzeug und Telemetrie-Versuche im Regenwald (1984 von GERD RADL im Asagny-Nationalpark) unternommen. Zu (b) wurde speziell ein ökologisches Flugprogramm aufgebaut (Kap. 4.4.2) und zu (c) bestehen persönliche Verbindungen mit der

Elfenbeinküste und Mexiko durch Ausbildung von Stipendiaten. Hierzu wird an der Station ein Trainingsprogramm mit folgenden Schwerpunkten entwickelt: Bestandserfassung von Wildtieren (Vogelzählung, Vogelfang, Waldbelastung durch verschieden hohe Rehdichten), Telemetrie-Übungen, quantitative Habitatbeschreibung, Naturschutzpraxis, Auswertung von ökologischen Freilanddaten mit Hilfe einer Rechenanlage, Verfassung von Projektberichten. Die Betreuung im Trainingsprogramm kann nur Einzelpersonen zukommen.



Abb. 14: Kuhantilopen (Alcelaphus buselaphus) in der Busch-Baum-Savanne des Comoé-Nationalparks, Elfenbeinküste. Kuhantilopen sind sowohl vom Boden als auch vom Flugzeug aus relativ konstant zu erfassen. Mit der Dichte der Vegetation steht die kleine Gruppengröße der meisten Arten in Zusammenhang. Ein höherer Weidedruck würde nach unseren Vorstellungen ein günstigeres Grasangebot für die Antilopen liefern.

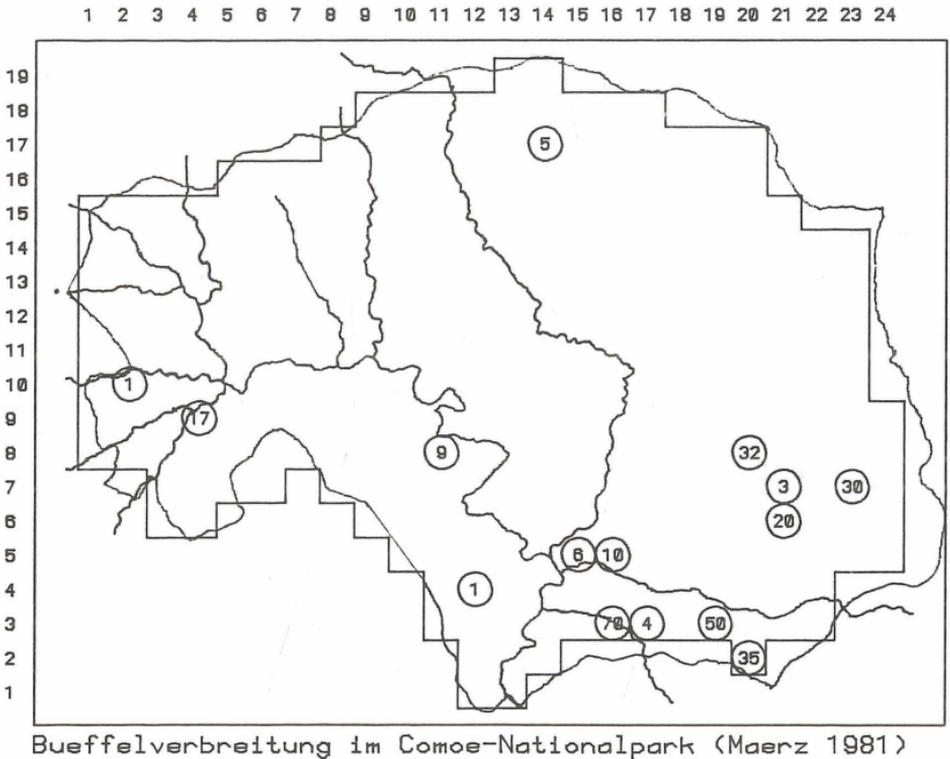
4.4.1 *Bestandsaufnahme der ökologischen und biologischen Verhältnisse im Comoé-Nationalpark, Elfenbeinküste*

Die westafrikanische Savanne ist niederschlagsreicher und mit wesentlich mehr Gehölzen durchsetzt als die Grasländer Ostafrikas. So sind auch die Tierherden kleiner und die Populationsdichten geringer. Die dichtere Vegetation bedingt schlechtere Sichtbarkeit der Großtiere, sodaß eine Reihe von Erfassungsmethoden geändert und z. T. neu entwickelt werden mußten. Grundlage für die Tierstudien war die Kartierung der Pflanzenformationen. Luftbildauswertungen in Verbindung mit botanischen Bestandsaufnahmen am Boden waren dazu nötig. Zwar wird der Nationalpark zu knapp 80 % von einer Feuer-geprägten Busch-Baum-Savanne bedeckt, aber die einzelnen Vegetationstypen sind mosaikartig im Gebiet verteilt. Durch Galerie- und Inselwälder leben im Comoé-Park neben der Savannenfauna auch Regenwald-Tiere, wie Schimpansen, Colobus-Affen, Bongo und Gelbrückenducker. Von den ca. 60 größeren Säugetierarten sind Kob-Antilopen (Abb. 14) die häufigsten. An Vogelarten wurden im Comoé-Nationalpark 450 festgestellt, das entspricht fast genau der Artenzahl, die man für ganz Europa (!) mit Ausnahme der sog. Irrgäste angibt! Die Biomasse (Summe der Lebendgewichte pro Fläche) der großen, pflanzenfressenden Säugetiere schätzen wir auf 1400 kg/km², eine im Vergleich zu Ostafrika (4–5000 kg/km²) sehr niedrige Biomasse. Vor allem die schweren Herbivoren wie Elefanten, Flußpferde und Büffel haben im Comoé-N.P. vergleichsweise niedrige Populationsdichten.

Aufgrund nachlassender Kontrolle hat die Wildereraktivität stark zugenommen und neue Entwicklungen eingeschlagen. Mit einer erneuten systematischen Wildbestandsaufnahme im Jahr 1984 haben wir für die Kobantilopen einen bedeutenden Populationsrückgang (42 % Verlust gegenüber unserer Zählung von 1978) nachgewiesen. Ebenso haben Kuh- und Pferdeantilopen, Wasserböcke und Flußpferde abgenommen. Die Ivorer, die ein neues "bureau des études et des inventaires" BEI unter Leitung von M. KOFFI N'DRI, Stipendiat an der Ökologischen Station Fabrikschleichach, einrichten werden, beabsichtigen den Aufbau einer ökologischen Station für den Comoé-Nationalpark. Die Universität Würzburg würde dann in den ersten Jahren an der wissenschaftlichen Leitung beteiligt sein.

4.4.2 Untersuchungen zur Ökologie von Großsäugern anhand von Flugzählungen im Comoé-Nationalpark, Elfenbeinküste

Der Comoé-Nationalpark ist mit 11 500 km² Fläche der größte Nationalpark Westafrikas (vgl. Kap. 4.4.1). In Anlehnung an ökologische Flugprogramme in Ostafrika entwickelte Herr Dr. BERND STEINHAUER-BURKART für die großräumige und mehrjährige Datenerhebung eine systematische Flugbeobachtung mit ergänzenden Bodenkontrollen erstmals für Westafrika.



Bueffelverbreitung im Comoé-Nationalpark (Maerz 1981)

Abb. 15: Graphische Darstellung mit Hilfe einer Rechenanlage für die Tierverbreitung im Comoé-Nationalpark nach Ergebnissen systematischer Flugbeobachtungen am Beispiel einer Monatszählung von Büffeln. Das Parkgebiet ist in ein Planquadratnetz (6 km x 6 km) eingeteilt und die ermittelte Tierdichte (Tiere/km²) für die Planquadrate in entsprechende Kreise geschrieben. Eingezeichnet sind zusätzlich die wichtigsten Flußläufe des Nationalparks (nach Steinhauer-Burkart).

Dieses Programm wurde von 1977 bis 1981 und 1984 für insgesamt 22 Monate durchgeführt und die umfangreichen Daten – gefördert von der DFG – am Rechenzentrum der Universität Würzburg, zuletzt am neuen Rechner der Ökologischen Station in Fabrikschleichach, ausgewertet. Neben den Bestandsschätzungen (Hochrechnungen mit Angaben der Vertrauensbereiche) wurde die räumliche Verteilung der Tierpopulation graphisch dargestellt, was besonders für die Praxis einer Nationalpark-Bewirtschaftung von großer Bedeutung ist (Abb. 15). Mit Hilfe statistischer Verfahren (multiple Regression, Faktorenanalyse) wurden die Einflüsse einzelner ökologischer Parameter, wie Nähe zu permanenten Flüssen, topographische Höhenlage, Verteilung der Inselwälder, Salzlecken, Brandstellen, Grashöhe u.a. auf die Wildtierpopulationen untersucht. Das Fehlen großräumiger Wanderungen wurde mit den kleinräumigen, mosaikartigen Vegetationsverhältnissen erklärt (vgl. Abb. 16). Die Busch-Baumsavanne als dominanter Vegetationstyp befindet sich zum größten Teil im Zustand der Unterbeweidung, lokal und saisonbedingt wird die offene Grassavanne auf alluvialen Böden überbeweidet.

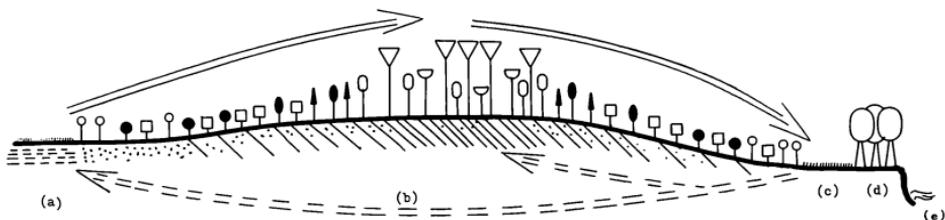


Abb. 16: Schematische Darstellung der kleinräumigen Wanderungen am Beispiel der Kobantilopen (*Kobus kob kob*). Die unterschiedlichen Baumzeichen stehen für bestimmte Baumarten der Feuchtsavanne. Die Antilopen wechseln zwischen drei Habitaten:

(a) = Grassavanne auf hydromorphem Boden „Bas-Fonds“, (b) = Busch- und Baumsavanne, (c) = Grassavanne auf den alluvialen Ebenen entlang der Flüsse Comoe und Iringou „Plaine“, (d) steht für Galeriewald, (e) für Fluß. Mit den ersten Regenfällen beginnt der Grasnachwuchs in (a). Mit fortschreitender Regenzeit wird auch die Beweidung in (b) möglich. Später als in (b) beginnt der Grasnachwuchs in (c) und bietet dann dort die beste Weidequalität. Zu dieser Zeit ist der Grasnachwuchs in (a) und (b) am höchsten und damit von geringerem Weidewert. Dafür gibt es dort zur Trockenzeit am längsten Grasnahrung.

Für die Auswertung ökologischer Flugprogramme erstellte Herr Steinhauer-Burkart ein international anwendbares Programm in BASIC, das die Dateien statistisch analysiert (incl. multivariater Verfahren) und graphische Darstellungen beinhaltet.

4.4.3 Untersuchung über die Möglichkeit der Nutzung von Wildbeständen in ausgewählten Savannengebieten der Elfenbeinküste zum Zwecke einer kontrollierten Wildfleisch-Gewinnung

Innerhalb eines Nationalparks ist jegliche Art von Jagd untersagt. Daher finanzierte im Anschluß an die Nationalparkprojekte die Deutsche Entwicklungshilfe eine Studie über die Möglichkeit der Wildtiernutzung in angrenzenden Gebieten (1981). Selbst in dem vergleichsweise reichen Entwicklungsland Elfenbeinküste herrscht Proteinmangel bei der einheimischen Bevölkerung. Ausgehend von unseren Erfahrungen in der Zählung von Wildtieren in westafrikanischen Busch-Baum-Savannen haben wir v.a. durch systematische Befliegung und Bodenzählungen zu Fuß zwei an den Comoé-Nationalpark im Osten und im Westen angrenzende, nur äußerst spärlich durch Menschen besiedelte Savannengebiete auf ihre Tierbestände hin untersucht und durch im Comoé-Nationalpark gewonnenes Wissen über die Populationsbiologie einzelner Arten auch Bewirtschaftungsmöglichkeiten der Wildtierbestände (kontrollierte Jagd) erarbeitet. Ohne den dortigen Tierbestand zu vermindern, könnten im westlichen Gebiet jährlich folgende Tiere zur Fleischgewinnung erlegt werden: 950 Klein-Antilopen, 720 Kuh-, 540 Kob- und 90 Pferdeantilopen, 625 Warzenschweine, 43 Büffel, 22 Wasserböcke und rund 2 500 Rohrratten und Hasen. Diese Abschußquote erbrächte einen Fleischertrag von rund 152000 kg pro Jahr. Durch Hegemaßnahmen v.a. für die Kobantilopen würde der Ertrag etwa 1 kg Fleisch pro ha und Jahr erreichen. Da die Böden dieser Gegenden sehr arm sind und kaum für Ackerwirtschaft geeignet, ist eine kontrollierte Wildtierbewirtschaftung die ökologisch beste Möglichkeit, diese Gebiete für den Menschen zu nutzen und in ihren Eigenschaften zu erhalten. Eine Rinderzucht läßt sich ohne eingreifende Maßnahmen dort nicht aufbauen, da die praktisch nicht ausrottbare Tse-Tse-Fliege die Schlafkrankheit überträgt (Nagana-Seuche).

Leider wurde die Wildtiernutzung trotz eines ausgereiften Management-Vorschlages vom BMZ, Bonn, nicht weiter unterstützt. Konkurrierenden Agrarprojekten in der Elfenbeinküste wurde für künftige Entwicklungshilfe der Vorzug gegeben.

5. Finanzielle Unterstützung der wissenschaftlichen Arbeiten

Mit dem Aufbau der ökologischen Station hat die Universität Würzburg auch die Grundlage für die wissenschaftlichen Arbeiten geschaffen. Für die speziellen Projekte erhielten wir ergänzende Drittmittel vom Bayerischen Landesamt für Umweltschutz (Bereich 4.2 und 4.3, 1978–1986), vom Universitätsbund Würzburg (Bereich 4.3, 1982 und 1983) von der Stiftung Volkswagenwerk (Bereich 4.3, 1982) vom Umweltbundesamt Berlin (Bereich 4.3, 1983 und 1984), von der Deutschen Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (Entwicklungshilfe) über die FGU-Kronberg (Bereich 4.4, 1976–1981), von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (Bereich 4.4, 1981–1984) von der Zoologischen Gesellschaft Frankfurt von 1858 (Bereich 4.4, 1984) von der Deutschen Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (Bereich 4.4, 1984), vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Bereich 4.3, 1984–1986).

6. Veröffentlichungen an der Ökologischen Station

DESCHNER, E. (1984): Untersuchungen zur Schmetterlingsfauna im Elsachtal, Rhön. Hausarbeit f. Lehramt an Grundschulen, Universität Würzburg.

FEILER, W. (1981): Untersuchungen über die jahreszeitlichen Veränderungen der Habitatpräferenzen und Sozialstrukturen der Schwarzfuß-Moorantilope *Adenota kob kob* (Erxleben 1777) im Comoé-Nationalpark, Republik Elfenbeinküste. Diplomarbeit, Univ. Würzburg

FISCHER, O. (1983): Untersuchungen über die ökologische Bedeutung ungemähter Wiesenstreifen für die Spinnen- und Kurzflüglerfauna. Diplomarbeit, Univ. Würzburg

FRÜND, H.C. (1982): Die Insekten-, Spinnen- und Schneckenfauna der Weinberge Frankens. – Ein Literaturbericht. Neuschleichach

FRÜND, H.C. (1983): Untersuchungen zur Koexistenz verschiedener Chilopodenarten im Waldboden. Dissertation, Univ. Würzburg

HAMMELBACHER, K. (1985): Untersuchungen über die Arthropodenfauna, insbesondere Laufkäfer und Weberknechte, auf Almwiesen mit und ohne Skibetrieb. Diplomarbeit, Univ. Würzburg

KÜHN, I. (1982): Faunistisch-ökologische Untersuchungen an epigäischen Spinnen (Araneae) unter besonderer Berücksichtigung ihrer bioindikatorischen Bedeutung. Fachbeitrag i. R. d. Modellstudie „Zoologischer Artenschutz in Bayern“, Fabrikschleichach.

LEIPOLD, D. und FISCHER, O. (1984): Faunistische Untersuchungen im Naturschutzgebiet „Lange Rhön“: Spinnen (Araneae), Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae), Kurzflügler (Coleoptera: Staphylinidae) und Heuschrecken (Saltatoria). Zwischenbericht an den Naturwissenschaftlichen Verein Würzburg e. V., Fabrikschleichach.

MÜHLENBERG, M. (1980): Kann man mit Hilfe von Vegetationsstruktur-Messungen Veränderungen von Tiergemeinschaften bestimmen? Berichte d. Internat. Symposium d. Intern. Vereinigung f. Vegetationskunde. Rinteln 1979. J. Cramer, Vaduz, 309–327

MÜHLENBERG, M. (1982): Artenverlust – trotz ökologischer Planung? Eine kritische Anmerkung über Schaffung von Ersatzbiotopen. Natur und Landschaft (Stuttgart) **57**, 295-296

MÜHLENBERG, M. (1983): Bewertung von Kenngrößen zur Beschreibung von Artengemeinschaften. Fachbeitrag im Rahmen der Modellstudie „Zool. Artenschutz in Bayern“, Fabrikschleichach

MÜHLENBERG, M. und W. WERRES (1983): Lebensraumverkleinerung und ihre Folgen für einzelne Tiergemeinschaften. Experimentelle Untersuchung auf einer Wiesenfläche. Natur und Landschaft (Stuttgart) **58**, 43-50

MÜHLENBERG, M. (1985): Verkleinerung der Lebensräume von Pflanzen und Tieren durch Zerschneidung der Kulturlandschaften. Forschungen zur Raumentwicklung, Bonn. Im Druck.

MÜHLENBERG, M. (1985): Versuche zur Theorie der Inselökologie am Beispiel experimenteller Wiesenverkleinerungen. Akad. f. Natursch. u. Landschaftspflege, Symposium Inselökologie, Laufen. Im Druck.

MÜHLENBERG, M. und B. STEINHAEUER (1981): Untersuchungen über das Wildpotential in zwei ausgewählten Savannengebieten für eine kontrollierte langfristige wirtschaftliche Nutzung. FGU-Kronberg im Auftrag der GTZ, PN 73.2085.6, 38 S.

- MÜHLENBERG, M. und B. STEINHAUER (1982): Parc National de la Comoé. Colordruck Heidelberg, 48 S.
- MÜHLENBERG, M., B. STEINHAUER-BURKART und K. N'DRI (1984): Erneute Wildbestandsaufnahme im Comoé-Nationalpark, Elfenbeinküste. Fabrikschleichach, 72 S.
- MÜHLENBERG, M. und H. H. ROTH (1985): Comparative investigations into the ecology of the kob antelope (*Kobus Kob Kob* (Erxleben 1777)) in the Comoé national park, Ivory coast. S. Afr. J. Wildl. Res. **15** (1), 25–31
- RÜMER, H. (1982): Botanischer und zoologischer Vergleich zweier Kulturwiesen. Ein Beispiel für den quantitativen Vergleich ähnlicher Flächen. Hausarbeit für das Lehramt an Gymnasien, Universität Würzburg.
- ROTH, H. H., M. MÜHLENBERG, P. RÖBEN und W. BARTHLOTT (1979): Gegenwärtiger Status der Comoé- und Tai-Nationalparks sowie des Azagny-Reservats und Vorschläge zu deren Erhaltung und Entwicklung zur Förderung des Tourismus. Bd. II: Comoé-Nationalpark, Teil 1: Bestandsaufnahme der ökologischen und biologischen Verhältnisse. FGU-Kronberg im Auftrag der GTZ, PN 73.2085.6, 236 S.
- ROTH, H. H., M. MÜHLENBERG, P. GOEDICKE (1981): Untersuchung über die Möglichkeiten der Nutzung von Wildbeständen in ausgewählten Savannengebieten der Elfenbeinküste zum Zwecke einer kontrollierten Wildfleisch-Gewinnung. FGU-Kronberg im Auftrag der GTZ, PN 73.2085.6, 106 S.
- SCHUSTER, A. (1984): Die Laufkäfergesellschaft einer Mähwiese im Steigerwald: Zur Bedeutung ungemähter Wiesenstreifen. Diplomarbeit a. d. Universität Würzburg.
- STEINHAUER-BURKART, B. (1984): Untersuchungen zur Ökologie von Großsäugern anhand von Flugzählungen im Comoé-Nationalpark, Dissertation, Universität Würzburg.
- STEINHAUER-BURKART, B. und H. H. ROTH (1984): Programme de reconnaissance écologique aeriennne dans la region du parc national de la comoé en Côte d'Ivoire. Rapport final de la Mission d'Assistance Technique Allemande (MATA) auprès du Ministère des Eaux et Forêts concernant le relèvement de données écologiques dans la région du Parc National de la Comoé. FGU-Kronberg, PN 73.2085.6
- WERRES, W. (1982): Veränderung der Carabiden-Artengemeinschaft nach Verkleinerung des Habitats. Fachbeitrag i. R. der Modellstudie „Zoolog. Artenschutz in Bayern“, Fabrikschleichach.

7. Danksagung

Die ökologische Außenstation in Fabrikschleichach verdankt ihren Aufbau verschiedenen Initiatoren. Die von amtlicher Seite entscheidenden Personen wurden bereits im ersten Kapitel genannt. Hinzu kommen die umliegenden Forstämter Ebrach, Gerolzhofen und Eltmann mit den Forstamtsleitern Dr. Sperber, Steiner und ehemals Gernet, die sich in allen Fragen hilfsbereit und entgegenkommend gezeigt haben. In der praktischen Hilfe möchte ich die Herren H. Schell (Heinachshof, Forstamt Gerolzhofen) und A. Remmele (Fabrikschleichach, Forstamt Eltmann) besonders erwähnen. Beachtenswert ist auch die Kooperativität der Landwirte (A. Hillenbrand, Prüßberg, A. Bickel, Fabrikschleichach, A. Vogt, Prüßberg, E. Lutz, Neuhausen, O. Heil, Fabrikschleichach), die uns bereitwillig erlauben, auf ihren Privatgründen Untersuchungen anzustellen und uns außerdem bei der Bearbeitung der Flächen behilflich sind. Daß die Station bereits im langen Provisorium (1978-83) überhaupt funktionstüchtig und mit Leben gefüllt war, verdankt sie den unermüdlichen persönlichen Einsätzen ihrer Mitarbeiter (Peter Beck, Roland Bickel, Othmar Fischer, Dr. Heinz-Christian Fründ, Horst Krummenauer, Ingetraut Kühn, Annette Lehna, Dorothee Leipold, Brigitte Neumann, Helene Rümer, Alexandra Schuster, Dr. Bernd Steinhauer-Burkart, Wolfgang Werres).

Prof. Dr. Michael MÜHLENBERG
Ökologische Außenstation
Fabrikschleichach
der Universität Würzburg
8602 Rauhenebrach
OT Fabrikschleichach

Prof. Dr. Karl Eduard LINSENMAIR
Zoologisches Institut III
der Universität Würzburg
Röntgenring 10
8700 Würzburg

Soziale Thermoregulation bei Larven des Grasfrosches (*Rana temporaria* L.)

VON RUDOLF MALKMUS

Unter unseren heimischen Froschlurchen gibt es solche, die ihren Laich in ihrem Wohngewässer in weit gestreuter Dispersion verteilen (z.B. *Bombina variegata*, *Bufo calamita*, *Rana esculenta*), während andere an einigen wenigen, oft nur an einer einzigen Stelle Laichkolonien bilden und das Reproduktionsgut kumuliert absetzen. Selbst wenn ein Witterungsumschwung für kurze Zeit, manchmal aber auch über Wochen hinweg (z.B. März 1984) das Fortpflanzungsgeschehen zum Erliegen bringt, „bauen“ die nachfolgenden Ablaichgruppen und verspätete Einzellaicher gerne an die bereits abgesetzten Eiballen an. Diese Ablaichstrategie verfolgt vor allem der Grasfrosch.

Langjährige Beobachtungen in den als Laichgewässer dienenden wassergefüllten Grabensystemen der ehemaligen Wiesenbewässerung im Lohrbachtal zwischen Heigenbrücken und Neuhütten im Zentralspessart (250 m ü. NN) weisen den Grasfrosch als ausgesprochenen Frühlaicher aus, der vor allen übrigen Amphibienarten seine Eier in die um diese Zeit noch sehr kalten, häufig zufrierenden Gewässer absetzt. Der durchschnittliche Ablaichtermin des ersten Hauptlaichschubs einer zwischen 1965 und 1984 beobachteten Population war der 4. März mit einer wetterbedingten Toleranz von 12 Tagen vor (1967), bzw. nach (1965) diesem Datum. Eine ähnliche Konstanz des Ablaich-Zeitschemas mit einer Toleranz von ca. 10 Tagen vor, bzw. nach dem durchschnittlichen Ablaichtermin wies auch BLAB (1982) bei rheinischen Populationen bei Bonn nach.

Die Konstanz des Datums der Paarungsbereitschaft beruht vermutlich auf einem feinen Zusammenspiel endogener und exogener Faktoren, wobei die für den Ablauf des Vorgangs nötige Hormonproduktion von den aktuellen Temperaturbedingungen (vgl. OBERT 1976) und der Zunahme der Tageslänge beeinflusst wird. Besonders letztere dürfte von großer Bedeutung sein, da günstige Temperaturbedingungen nicht selten bereits im Januar zu beobachten sind, ohne daß jemals zu dieser Zeit paarungsbereite Tiere gefunden wurden.

BLAB (1982) registrierte in allen Jahren regelmäßig 2 große Laichschübe, sowie eine Vielzahl unkoordinierter Einzelabgaben der Laichballen, wobei sich am ersten Schub 60–80 %, beim zweiten 10–20 % aller Weibchen beteiligten. Dieses Verhältnis ist allerdings sehr witterungsabhängig: so lag es z.B. im klimatisch ungünstigen Frühjahr 1984 umgekehrt. Zahlreiche Beobachtungen weisen ferner darauf hin, daß bei verschiedenen Populationen spezifische Mengenanteile während der beiden Laichschübe charakteristisch sind. Der erste Laichschub erweist sich jedoch in der Regel als der quantitativ stärkere. Er findet auch regelmäßig am gleichen Kalendertag mit relativ hohen Temperaturen und starker Isolation statt, wodurch die Bildung von Laichkolonien besonders begünstigt wird. Die sonnenexponierten, von *Juncus*- und *Carex*bulten oder ufernahen Büscheln von *Glyceria fluitans* und *Callitriche* durchsetzten Flachwasserzonen von Teichen und Wiesengräben mit langsam fließendem oder stehendem Wasser sind dann mit einer sich über und durch die Laichballen wälzenden Froschmasse erfüllt, die sich durch ein waberndes Gurren auch akustisch bemerkbar macht. In manchen Gräben werden die Laichballen in solchen Mengen abgesetzt, daß sie über die Wasseroberfläche hinausragen. Die jährlich gewählten Laichplätze sind auch kleinlokal innerhalb des Gewässers von großer Konstanz.

Die aufquellende Gallerte hält das Laichgut an der Wasseroberfläche, begünstigt den Treibhauseffekt, die Eier selbst absorbieren dank ihrer Schwarzpigmentierung Wärme. Zwar ist die Dauer der Eientwicklung vererbt, wird aber nicht unerheblich durch die Wassertemperatur beeinflusst. Die schlüpfenden Larven finden zunächst mit Hilfe eines Haftorgans an der Gallerte, bzw. benachbarten Pflanzenteilen Halt und verharren in der einmal eingenommenen Stellung längere Zeit. Geringe Ortsveränderungen bewerkstelligen Flimmerhärchen der Hautoberfläche. Die Quappen heften sich allerdings nicht wahllos an den Gallerterändern an, sondern streben – besonders unter dem Einfluß einstrahlenden Sonnenlichtes – dem nach oben gerichteten Zentrum des Gallerteklumpens zu. Dort bilden sie eine dichte, nesthafte Konglobation (Massenansammlung) in Gestalt einer scharf umgrenzten, einheitlich wirkenden schwarzen Fläche. Wie differenziert die thermale Situation bei ca. eintägigen Quappen sein kann, verdeutlicht Skizze 1. Bei stark reliefierten Gallerteoberflächen kommt es sogar auf den den schräg einfallenden Sonnenstrahlen zugewandten Wülsten zu sehr deutlichen Konzentrationszunahmen der Larven.

Der auffallend enge Zusammenhalt der schwarzen bzw. schwarzbraunen Larven in der thermal vom Umgebungsmilieu erheblich abweichenden Mini-Ökonische der Wassertasche zwischen Wasseroberfläche und Gal-

lerte, läßt vermuten, daß hier eine Form der kollektiven Thermoregulation vorliegt, wobei die Gallerte offenbar in wirkungsvoller Weise ein Abstrahlen der von den Quappen gespeicherten Wärme verhindert.

In den ersten Tagen bleiben die Larven mit einer Dichte von 30 und mehr Individuen pro cm^2 tags und nachts in ihren „Nestern“. Da nachts die „Nest“temperatur auf die des umgebenden Wassers absinkt, kann das Verhalten der Tiere nur eingeschränkt als aktive kollektive Thermoregulation bezeichnet werden. Anders verhält es sich, wenn die unverändert dunkelfarbigen Quappen ihre äußeren Kiemen verlieren und sich frei schwimmend bewegen. Die Gallerte sinkt in dieser Phase bereits häufig auf den Gewässergrund, wodurch sich der thermisch zu beeinflussende Raum beträchtlich vergrößert. Die starke Tendenz der Tiere, dann in die äußersten Randbezirke der Flachwasserzonen vorzudringen, ja gelegentlich sich fast ans Land zu schieben, darf wohl als Kompensationsverhalten für eine thermal verschlechterte Situation gedeutet werden. Der markante Verhaltensunterschied der frei schwimmenden Quappen gegenüber den sehr jungen Tieren ist darin zu sehen, daß bei jenen ein kollektivbildender Reiz als Voraussetzung für das Zustandekommen einer flächendeckenden Massensammlung nötig ist. Nimmt dieser Reiz ab, bzw. verliert er seine Wirkung ganz, dann kommt es zu einer entsprechenden Lockerung bzw. Auflösung des Sozialverbandes.

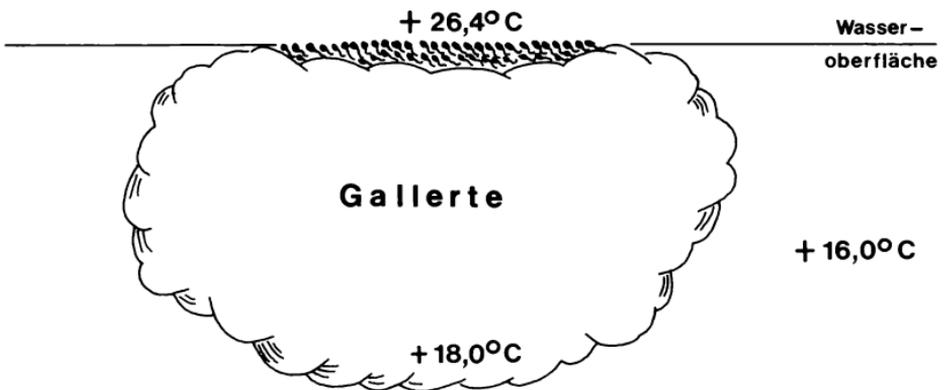


Abb. 1: Hohe thermale Differenz zwischen Quappenkollektiv und freiem Wasser (21. 4. 1984, 11 Uhr, bei starker Insolation).

Gruppenbildung

Die hier beschriebenen Tiergruppen treten grundsätzlich als homotypische Kollektive auf, unter die sich nach bisherigen Beobachtungen keine anderen Arten mischen. Wesensmerkmale einer Gruppe sind ihr zeitlich-räumlicher Zusammenhalt und die Organisation des Sozialverhaltens, d. h. die Interaktionen zwischen den Individuen.

Der Zusammenhalt des Kaulquappenkollektivs ist in den ersten Tagen eingeschränkter Beweglichkeit der Tiere meist permanent und an den Gallerklumpen, dem sie entschlüpfen, gebunden. Mit zunehmender Fähigkeit, sich frei schwimmend zu bewegen, kommt unter dem Einfluß unterschiedlicher Umweltbedingungen (Tag-Nacht, Sonneneinstrahlung, Windbewegung, Regenfälle usw.) ein beständig in Menge, Konzentration, Flächenausdehnung und Ortswahl variables Gruppengebilde zustande, wobei Insolation die Gruppenbildung entscheidend fördert, einsetzende Dämmerung zur Auflösung der Gruppe führt. Zahlreiche aufwendige quantitative Untersuchungen sind hier noch nötig, um diese Abhängigkeit der Gruppenbildung von den einzelnen physikalischen Faktoren detailliert zu klären.

Nach 2–3 Wochen, wenn die Schwarzfärbung der Larven immer mehr einem aufgehellten Grau weicht, wird diese Form der bisher beschriebenen Gruppenbildung zugunsten einer allgemeinen Dispersion der Quappen im Laichgewässer aufgegeben. Dabei sind zwar in gewissen Präferenzbereichen (Uferzone, Mulden des Gewässergrundes, Räume mit reichem Nahrungsangebot) und besonders bei sehr massiertem Vorkommen der Tiere infolge räumlicher Begrenztheit des Gewässers, Verdichtungen anzutreffen, doch handelt es sich hier nicht um Kollektive, die mit denen der ersten Wochen der Entwicklung der Grasfroschlarven vergleichbar wären. Auch die für die älteren Larven der Erdkröte (*Bufo bufo*) so charakteristische Schwarmbildung ist nicht zu beobachten.

Die Einzeltiere der flächenbildenden Quappenkollektive bewegen sich so lange die Sonne scheint ruhelos in einem sehr begrenzten Raum in völlig irregulären Schlangen- und Kreisfiguren in beständigem Berührungskontakt mit anderen Mitgliedern der Gruppe und streben so lange zur Wasseroberfläche, bis eine bestimmte Temperatur erreicht ist. Erst dann kommt es zu einer Lockerung der Verbandsdichte und zu einer vertikalen Schichtung der Kollektivstruktur. In dieser Phase bewegen sich dann auch Einzeltiere 20 und mehr Zentimeter weit aus dem Verband heraus, kehren in der Regel meist schon nach 10 cm, offensichtlich durch die niedrigere Temperatur veranlaßt, wieder zur Gruppe zurück.

Daß Interaktionen bei großer Individuendichte im Dauerkontakt bei Anurenquappen, wohl in Verbindung mit der Abgabe bestimmter, noch nicht näher bekannter Substanzen, zu intra- und interspezifischen Crowding-Effekten (Pferchschäden) in Form von Wachstumshemmung und erhöhter Mortalität führen können (vgl. HEUSSER 1972), ist bekannt. Vermutlich wird dieser Effekt aber in erster Linie durch Raumeinengung, die zu einer solchen Pferchsituation zwingt, erzeugt. Im spontanen, zielgerichteten Zusammenschluß der Quappen zu Kollektiven, ist es wenig wahrscheinlich, daß solche Effekte zur Wirkung kommen könnten.

Die nachfolgende Tabelle zeigt, daß die Sonneneinstrahlung und die damit verbundenen Temperaturveränderungen das Bestreben der Quappen, Kolonien zu bilden, entscheidend beeinflussen.

Kolonienbildung und -auflösung im Tagesrhythmus

Die Nacht vom 19. zum 20. April 1984 war völlig klar mit Temperaturen von $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Das Beobachtungsgewässer war von einer 2 mm dicken Eisschicht überzogen, die sich erst gegen 9.45 völlig auflöste. Die ersten Sonnenstrahlen erreichten gegen 8.00 die Wasseroberfläche und beschienen sie ungehindert bis zum Aufzug einer sich langsam verdichtenden Wolkendecke zwischen 16 und 18 Uhr. Die Wassertemperatur unter der Eisschicht betrug um 8 Uhr $+2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Die Kaulquappen lagen zu diesem Zeitpunkt völlig unbeweglich und ohne Anzeichen einer bestimmten Anordnung auf dem Bodengrund. Obwohl die Wassertemperatur noch unverändert $+2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ aufwies, zeigten die Quappen, wohl angeregt durch die wachsende Beleuchtungsintensität, gegen 8.30 erste spontane Bewegungen. Zwischen 9.00 und 9.15 stieg die Wassertemperatur von $+3,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ auf $+4,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, das Eis war stark in Auflösung begriffen, nahezu alle Quappen beteiligten sich inzwischen an einer allgemein einsetzenden Schwimmbewegung, die bodennah und zunächst noch ungerichtet verlief. Nach Auflösung des Resteises zwischen 9.30 und 10.00 erfolgte bei einer Wassertemperatur von $+6,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ eine den Rändern der Flachwasserzone zu gerichtete Schwimmbewegung mit ersten Quappenkonzentrationen, die sich immer mehr zu einer geschlossenen Fläche zusammenfanden. Zu diesem Zeitpunkt traten auch erstmals deutlich meßbare Temperaturdifferenzen zwischen dem von den Quappen nicht besetzten Wasser (gemessen in einem Gewässerbereich, der etwa die gleiche Tiefe aufwies, wie der, in dem sich die Quappen befanden) und im Kollektiv selbst auf. Die Abhängigkeit des steigenden und sinkenden Differenzbetrages von der Energieeinstrahlung der Sonne im halbstündig registrierten Tagesrhythmus wird aus Tabelle 1

ersichtlich. Daß der Differenzbetrag zunächst rasch zunimmt und nach Erreichen eines Maximalwertes (Differenz: +4,6 °C, bzw. +8,5 °C beim größeren Kollektiv) zwischen 14 und 15 Uhr – was dem tatsächlichen Sonnenstand zwischen 13 und 14 Uhr entspricht – nur langsam absinkt, hängt mit dem hohen Wärmespeichervermögen des Wassers zusammen. Zwischen 10 und 11 Uhr wird bereits eine maximale Konzentration von 800 bis 1000 qcm beim größeren Kollektiv erreicht, was zu einer um +4,8 °C erhöhten Temperatur gegenüber dem freien Wasser führte. Zwischen 12 und 13 Uhr kam es bei +21 °C zur Lockerung des dichten Flächengefüges und zur Auflösung scharfer Marginalgrenzen, zwischen 13 und 14 Uhr bei +23 °C zu einer Schichtung und deutlichen Vertikalgruppierung (Temperatur in 6 cm Wassertiefe noch +21 °C!). Aber auch bei dieser tieferen Durchwärmung des Gewässers blieb das Licht der entscheidende Faktor für die Aufenthaltswahl. Das Anbringen einer schattenwerfenden Fläche bewirkte, daß innerhalb von 10 Minuten ca. 70 % der Quappen in die besonnten Bereiche abwanderten.

Zwischen 15 und 16 Uhr zog eine zunächst sehr lockere Wolkendecke auf, die sich bis gegen 18 Uhr zunehmend verdichtete. Gegen 16 Uhr war eine zunehmende Verdünnung der Oberflächenkonzentration der Kollektive zu beobachten, wobei der gesamte von den Tieren bewohnte Wasserraum zwischen +19 und +21 °C aufwies. Die kaum noch zusätzliche Energie liefernde Sonneneinstrahlung schwächte wohl das Bestreben, eine gemeinsame Fläche noch weiter zu erhalten, ab. Zwischen 18 und 19 Uhr lösten sich die Kolonien völlig auf, obwohl auch eine lebhafte unkoordinierte Schwimmbewegung der meisten Individuen zu registrieren war. Zwischen 19 und 20 Uhr setzte ein weitgehender Zerfall des von den Tieren erzeugten thermalen Vorzugsraumes ein. Die Temperatur vereinheitlichte sich im Gesamtgewässer. Bis zum Einbruch der Dunkelheit gegen 21 Uhr kamen die meisten Quappen auf dem schlammigen Bodengrund, bzw. auf der Gallerte wieder zur Ruhe.

Die Quappengruppe ist zweifellos kein komplexes Gebilde, wie es uns etwa bei hochorganisierten staatenbildenden Insekten begegnet. Es ist aber auch kein Kollektiv, in dem die Individuen auf Grund günstiger Umweltbedingungen rein zufällig zusammenfanden, wie etwa Wechselwarme in ihren Winterquartieren. Ob einfach physikalische Parameter (z.B. Licht) oder soziale Stimulation (Dauerondulation mit dem Schwanz; Berührungskontakt) die Quappen anregt, solche Verbände zu bilden, sicher ist, daß durch die gleichgeschaltete Tätigkeit der Einzeltiere der Zusammenhalt der Gruppe und dadurch eine gemeinsame Leistung erreicht wird (vgl. SCHWERDTFEGER 1977), die das Individuum für sich wieder nutzt. Diese ge-

meinsame Leistung besteht darin, daß durch die Herstellung einer großen schwarzen Oberfläche unter Aufsuchen eines darunter liegenden möglichst kleinvolumigen Wasserraumes mit Hilfe der einstrahlenden Wärmeenergie der Sonne eine, wie später noch zu zeigen sein wird, für die Entwicklung der Quappen optimale Temperatur in den meist noch sehr kalten Gewässern im März erzeugt wird.

Eine Lockerungstendenz der Gruppendichte ist bei Temperaturen zwischen $+21\text{ }^{\circ}\text{C}$ und $+23\text{ }^{\circ}\text{C}$ zu beobachten. Daß die Dauerbewegung der Quappen ebenfalls minimal zur Temperaturerhöhung beiträgt, steht zwar außer Zweifel; doch ist sie sehr schwer exakt meßbar und hat nur geringe Bedeutung (Temperaturen in Kollektiven lagen bei dichter Bewölkung nur zwischen $0,3$ und $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ über der umgebenden Wassertemperatur). Zudem müßte man erwarten, daß bei erreichtem Temperaturoptimum zumindest eine starke Einschränkung der Bewegungen zu erwarten wäre. Dies ist nicht der Fall.

Die Bewegungen scheinen vielmehr dazu beizutragen, daß ein Teil der erzeugten hohen Temperatur in den sich unter den Tieren befindlichen Wasserkörper abgeleitet wird, wie Messungen belegen. Bei sehr jungen Quappen im Gallertenest ist eine solche Wärmeableitung kaum möglich, so daß z.B. bereits um 11 Uhr die Temperatur um 12 bis $14\text{ }^{\circ}\text{C}$ (!) über der der freischwimmenden Verbände lag und deren Temperaturmaximum bereits um $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ überschritten war (vgl. Abb. 1).

Eine zunehmende Bewegungsträgheit der Tiere, die dann zum Zerfall der Gruppe führt, erfolgt mit aufziehender Bewölkung oder Einbruch der Dämmerung. Immer mehr Quappen lösen sich aus dem Verband, um sich irgendwo auf dem Schlammgrund absinken zu lassen. Die thermale Ökologische zerfällt dann rasch.

Der Drang zur Gruppenbildung ist bei den Quappen sehr ausgeprägt. Fängt man beispielsweise einen Quappenverband und schüttet ihn in ein Gewässer, sodaß die Einzeltiere in alle Richtungen verdriftet werden, findet sich ein Großteil des Verbandes bereits nach 30 – 60 Minuten wieder an einer günstigen Stelle.

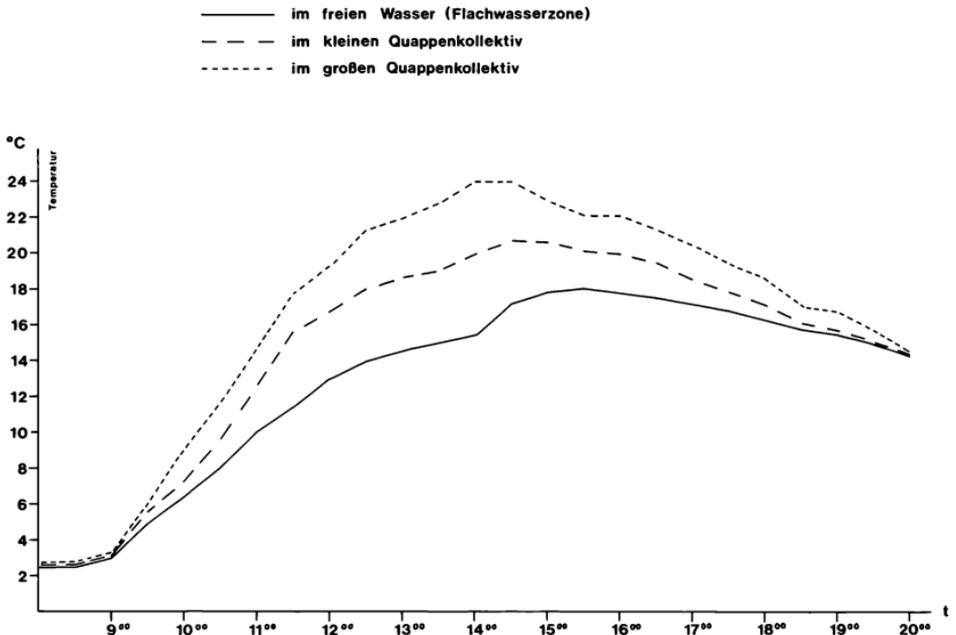
Die oben erwähnte Laichplatzwahl der Adulti, die gesamte Ablaichorganisation und die physikalischen Eigenschaften der Gallerte unterstützen in optimaler Weise den Aufbau der hier dargestellten Kaulquappenkollektive.

Die Bedeutung der Thermoregulation für die Kaulquappen

Faßt man all diese Beobachtungen zusammen, so erhebt sich die Frage: Welche Bedeutung kommt dieser Form der temporären Thermoregulation für die Biologie der Kaulquappen zu?

Unter Thermoregulation versteht man den Versuch eines Tieres, bzw. einer Tiergruppe durch ein bestimmtes Verhalten (z.B. Ortswechsel, Vergrößerung der Körperoberfläche) oder Ausnutzung seines Farbkleides (dunkle Farbtöne absorbieren stärker Wärme) seine Körpertemperatur auf einen optimalen Zustand hin zu verändern. In der Regel begegnet uns jedoch die Erscheinung der Thermoregulation bei Einzeltieren, also auf individueller Ebene, so bei den meisten Reptilien und vielen Insekten. Daß eine ganze Tiergemeinschaft die thermale Situation ihres unmittelbaren Wohnraumes helioregulatorisch ändert, tritt hingegen – zumal in so ausgeprägter Form wie bei den jungen Quappen von *Rana temporaria* – selten auf, etwa bei hochorganisierten staatenbildenden Insekten.

Abb. 2: Tagesrhythmus des Temperaturablaufs (Wiesengrund bei Neuhütten, 20.4.1984)



Bereits 1884 wies VANT'T HOFF nach, daß chemische Reaktionen mit steigenden Temperaturen rascher ablaufen und zwar um das Doppelte bis Dreifache bei einer Temperaturerhöhung von + 10 °C. Inzwischen ist bekannt, daß auf den weitaus größten Teil aller biochemischen Prozesse in den Organismen diese sog. VAN'T HOFFSche Regel, kurz RGT-Regel (Reaktion-Geschwindigkeit-Temperatur-Regel), zutrifft, wobei natürlich der thermale Toleranzbereich relativ eng begrenzt bleibt.

Vergleichen wir den Verlauf der Temperaturkurve des Laichgewässers mit der des Quappenkollektivs und bringen die sichtbar werdende Differenz (Abb. 2) in Zusammenhang mit der RGT-Regel, so darf das thermoregulatorische Verhalten der Larven vermutlich darin liegen, daß ihre Entwicklung dadurch bei günstiger Witterung nicht unerheblich beschleunigt wird. Insbesondere bei länger anhaltendem Hochdruckeinfluß kommt es im März regelmäßig zu Nachtfrosten mit sehr tiefen Wassertemperaturen und damit zu einem nächtlichen Entwicklungsstillstand der Quappen. Dieser wird offensichtlich durch das kollektive Auffangen der Sonnenenergie tagsüber wieder kompensiert. Diese naheliegende Annahme müßte allerdings durch eine exakte Gewichtsbestimmungsreihe überprüft werden, bzw. durch Vergleich der Entwicklungsdauer einiger isolierter Tiere mit Großgruppen im gleichen Gewässer und damit unter identischen Umweltbedingungen.

Die hier dargestellten Beobachtungen und deren Diskussion wollen in keiner Weise in Anspruch nehmen, das Phänomen der Thermoregulation bei den Larven des Grasfrosches geklärt zu haben. Zahlreiche Andeutungen im Text weisen bereits auf Fragestellungen hin, deren Klärung nur in Form von Langzeitbeobachtungen im Zusammenhang mit dem gesamten larvalen Entwicklungsablauf unter verschiedenen Witterungsbedingungen im gleichen Gewässer, sowie vergleichende Untersuchungen an Laichplätzen mit sehr unterschiedlichen klimatischen Voraussetzungen angegangen werden können; ferner fehlen noch jegliche entsprechende Beobachtungen bezüglich des Verhaltens der Quappen nahe verwandter Arten. Da es sich dabei um angeborene Verhaltensstrukturen handelt, könnte ihre detaillierte Kenntnis zur Klärung der taxonomischen Stellung der europäischen Braunfrösche beitragen; denn der Vergleich vererbter ethologischer Merkmale steht gleichberechtigt neben den morphologischen Kriterien als Beurteilungsgrundlage für die systematische Stellung einer Art (vgl. EIBL-EIBESFELDT 1974).

Zusammenfassung

1. Die Larven des Grasfrosches (*Rana temporaria*) schließen sich in den ersten 2–3 Wochen ihrer Entwicklung zu Verbänden zusammen, die die oberste Wasserschicht möglichst großflächig und geschlossen besiedeln.
2. Präferenzräume liegen über Gallertenestern und in Flachwasserzonen.
3. Durch die Schwarzfärbung der Quappen entstehen einheitlich schwarze Flächen, die die eingestrahlte Sonnenenergie als Wärme speichern und die gesamte von ihnen bewohnte Ökonische „aufheizen“. Je größer die Fläche des Kollektivs, umso rascher ist eine Temperaturzunahme bei Insolation zu verzeichnen und umso höhere Temperaturen werden erreicht.
4. Durch diese Form der Thermoregulation beeinflussen die Quappen vermutlich ihre Entwicklungsgeschwindigkeit, die in den kalten Märzgewässern nur sehr langsam abliefe, positiv.
5. Die Ablachstrategie und Laichplatzwahl der Adulti (kolonienweises Ablachen in Flachgewässern an sonnigen Tagen) ist eine wichtige Voraussetzung für die Möglichkeit des oben geschilderten Kollektivverhaltens der Larven.
6. Die Untersuchung zeigt auch, daß Laborversuche zur Ermittlung der Entwicklungsdauer von Lurchlarven mit ihren weitgehend konstanten Temperaturen wenig Bezug zu den Freilandverhältnissen zeigen.

Literatur

- BLAB, J. (1982): Zur Wanderdynamik der Frösche des Kottenfrosches bei Bonn-Bilanzen der jahreszeitlichen Einbindung. – Salamandra 18 (1/2): 9–28. Frankfurt/Main.
- EIBL-EIBESFELDT, I. (1974): Grundriß der vergleichenden Verhaltensforschung. – 629 S. München, Zürich (K. Piper).
- HEUSSER, H. (1972): Intra- und interspezifische Crowding-Effekte bei Kaulquappen einheimischer Anuren-Arten. – Vierteljahresschr. Naturf. Ges. Zürich, 117 (2): 121–128. Zürich.
- OBERT, H.-J. (1976): Some effects of external factors upon the reproductive behaviour of the Grassfrog *Rana temporaria* L. (Ranidae, Anura). – Oecologia, 24: 43–55. Berlin.
- SCHWERDTFEGGER, F. (1977): Autökologie. – 457 S. Hamburg, Berlin (Parey-Verlag).

Rudolf MALKMUS
Gartenstr. 21
8751 Heigenbrücken

Voltaires Raumfahrerzählung „Micromégas“ und die Astronomie von damals und heute

VON ELMAR ULLRICH

Im Jahre 1752 veröffentlichte ein gewisser JEAN MARIE AROUET, der Welt bekannt unter dem Pseudonym VOLTAIRE eine „conte philosophique“ mit dem Titel „Micromégas“ (1). Dieses kleine Kunstwerk voller Esprit und Witz ist nicht nur eine Satire auf die Wissenschaftler des 18. Jahrhunderts, sondern auch ein Spiegel der astronomischen Kenntnisse und Forschungsziele dieser Zeit.

Zu allen Zeiten hatten große Erfindungen, Entdeckungen und Erkenntnisse literarische Konsequenzen. Sie trugen dazu bei, ein neues Weltbild zu gestalten. Dasjenige der Aufklärung im 17./18. Jahrhundert war neben anderen Voraussetzungen vor allem eine Folge der astronomischen Forschungen nach der Erfindung des Fernrohrs um 1609 und der Entdeckung der Welt des Kleinen durch das Mikroskop. Voltaire's „Micromégas“ bietet die einzigartige Möglichkeit, jenes Weltbild und verschiedene Leute, die an seiner Gestaltung beteiligt waren, kennenzulernen. Diese philosophische Erzählung hat solide astronomische Grundlagen, welche auf G. V. CASSINI, I. NEWTON und weitere Pioniere der Himmelskunde zurückgehen und welche ihre populäre Zusammenstellung (für die adeligen Damensalons) gefunden hatten in dem Bestseller jener Zeit, den „ENTRETIENS SUR LA PLURALITE DES MONDES“ VON BERNHARD LE BOUVIER DE FONTENELLE (2). Voltaire hat dieses Buch sehr genau gekannt, er zitiert sogar einige Stellen wörtlich. Doch ist er seinem Autor gegenüber kritisch eingestellt, er lehnt dessen physikalische Grundhypothese der Himmelmeehanik, die Wirbeltheorie ab zugunsten des von NEWTON gefundenen Gravitationsgesetzes, das sich aus den Keplerschen Gesetzen ableiten läßt. (3) Die in „Micromégas“ genannten Wissenschaftler – er nennt freilich die Namen nicht – bezeichnet er als „Philosophen“. Doch muß man bedenken, daß bis in die neueste Zeit Philosophie und Naturwissenschaften noch eine Einheit darstellten. Eine weitere Grundlage dieser Erzählung ist die lappländische Gradmessung zur Bestimmung der Figur und Größe der Erde.

Der Inhalt der Erzählung

Micromegas ist ein Riese mit menschlichen Zügen. Seine Körpergröße beträgt acht Meilen oder 29 000 geometrische Schritte, jeder Schritt zu je fünf Fuß. Er lebt auf einem Planeten des Fixsterns Sirius (α Canis Majoris). Micromegas ist ein Gelehrter mit kleinen sympathischen Fehlern. Er hatte in einem Sirius-Jesuitenkolleg studiert, sich danach mit allerlei Forschungen befaßt und schließlich ein zoologisch-philosophisches Buch herausgebracht, worin die Natur der Sirius-Flöhe mit derjenigen der Sirius-Schlamm-schnecken verglichen wird. Doch leider beanstandete die Sirius-Inquisition verschiedene Stellen und deshalb wurde der Autor zur Strafe für einige Jahrhunderte vom königlichen Hof verbannt. Diese Zeit nützte er zu einer Bildungsreise durch das Weltall mit Hilfe der anziehenden und abstoßenden Kräfte Newtons. Den „Empyräumshimmel“ des schottischen Astronomen und Vikars W. DERHAM hat er nicht gesehen (36). Auf seiner Reise kommt Micromegas schließlich zum Planeten Saturn, der von „Zwergen“ bewohnt ist, nur 1000 Toisen (Klafter) groß. Er lernt dort den Sekretär der Saturn-Akademie der Wissenschaften kennen. Beide werden Freunde, unterhalten sich über Probleme der Astronomie, Philosophie



Abb. 1: VOLTAIRE 1737

und ihres Lebens und beschließen, eine gemeinsame Bildungsreise durch das Sonnensystem zu unternehmen. Sie kommen zum Jupiter, sehen den Mars „mit seinen beiden Monden“ und mit Hilfe eines geeigneten Nordlichts lassen sie sich auf der Erde nieder, um auszuruhen. Dem Zwerg vom Saturn kommt diese Erdkugel seltsam vor in ihrer Unregelmäßigkeit, die „gar nicht der Vernunft entspricht“, er folgert daraus, daß hier keine Vernunft herrschen kann. Micromegas bezweifelt das. Mit Hilfe eines Diamantenhalsbandes fertigen die beiden Wanderer Mikroskope. Sie entdecken damit in der Ostsee einen Wal und schließlich ein Schiffchen. Micromegas hebt es vorsichtig auf seinen Daumnagel und beide untersuchen es. Sie erkennen dabei Menschen, die sie für eine Art von Milben halten. Der Zwerg vom Saturn glaubt beobachtet zu haben, daß sie „an ihrer Fortpflanzung“ arbeiten. Es stellt sich aber bald heraus, daß diese „Milben“ hochgebildete Wesen sind, „Philosophen“. Es gelingt Micromegas, mit ihnen in Verbindung zu treten, er lernt sogar ihre Sprache verstehen und sprechen. Zunächst staunt er über ihr Wissen und ihre Fähigkeiten. Doch bald kommt die Enttäuschung: Hinter einer sehr dünnen Schicht von Wissen, Weisheit und Vernunft verbirgt sich der wahre Mensch: Aggressivität, Eitelkeit, Dummheit und hinter allem steht Unwissenheit. Der Gipfel von allem ist eine „Milbe“ mit einer viereckigen Priestermütze, welche den beiden Reisenden rundwegs erklärt, daß die gesamte Natur und das Weltall ausschließlich für den Menschen geschaffen wurde, der ja die Krone der Schöpfung darstellt – ein gewisser Thomas von Aquin hätte dies in seiner „Summa“ eindeutig dargestellt. Über so viel Anmaßung müssen Micromegas und der Saturnianer lachen – die Folge davon ist ein Schiffbruch.

Freilich ist die Erzählung eine Satire. Gewiß, Voltaire ist Propagandist der Aufklärung, aber er teilt nicht ihren Optimismus. Er wendet sich gegen die Selbstüberschätzung verschiedener Aufklärer, welche die Natur der Vernunft unterstellen wollen. Voltaire hat sich hierzu der literarischen Gattung des Reiseromans bedient, er hat damit ein echtes, kleines Kunstwerk geschaffen, das seinen Platz in der Weltliteratur verdient hat. Hier handelt es sich um eine besondere Form des Reiseromans, nicht um eine belehrende Erzählung, sondern um Kritik an bestimmten Zuständen in Wissenschaft und Gesellschaft in satirisch-witziger Form.

Als Voltaire seinen „Micromégas“ schrieb, befand er sich in guter Gesellschaft. Seit dem 2. Jhrh. läßt sich in der europäischen Literatur diese Form feststellen, angefangen von dem Griechen LUKIAN VON SAMOSATE (4) über CYRANO DE BERGERAC (5) bis zur JONATHAN SWIFT (6). Es gibt aber auch noch die andere Form des Reiseromans, die belehrende Erzählung, die

ohne Ironie eine Einführung in das Verständnis ferner Welten in unterhaltender Form bieten will. Diese beginnt mit PLUTARCH VON CHAIRONAIA (7) – allerdings kein Roman, sondern ein philosophisches Gespräch über den Mond und seine Natur – und führt weiter über JOHANNES KEPLER (8), die beiden englischen Bischöfe FRANCIS GODWIN (9) und JOHN WILKINS (10), den deutschen Jesuiten ATHANASIVS KIRCHER (11) bis zu JULES VERNE (12) und die Science-Fiction-Literatur der Gegenwart.

1. Voltaire und die astronomischen und literarischen Hintergründe zu *Micromegas*

So unreal und phantastisch diese Erzählung anmutet, so real sind ihre Hintergründe. Im Jahre 1737, in dem sich diese Erzählung abspielt, waren nämlich zwei französische Expeditionen unterwegs, welche die Größe und Figur der Erde messen wollten. Eine Gruppe arbeitete in Peru (CHARLES-MARIE DE LA CONDAMINE, PIERRE BOUGUER und der Spanier FRANCISCO DE ULLOA), die andere in Lappland. Es ging darum, die Abplattung der Erde und weitere Zustandsgrößen wie Äquator- und Polradius quantitativ zu bestimmen. Diese Expedition kam (nach Voltaire) am 5. Juli 1737 in Tornea an, ihre Leitung hatte PIERRE MOREAU DE MAUPERTUIS (1698–1759). Teilnehmer waren ALEXIS CLAIRAUT, PIERRE DE MONNIER, JEAN OTHIER und der Schwede ANDERS CELSIUS. Beide Expeditionen waren im Auftrag

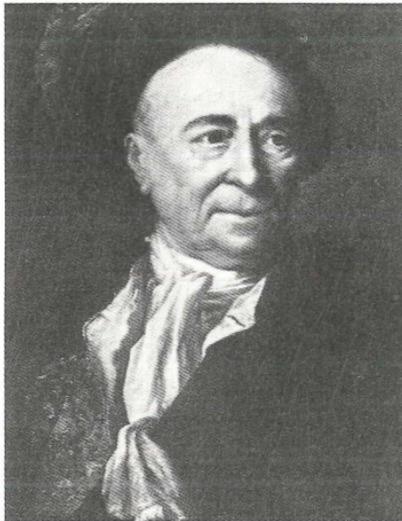


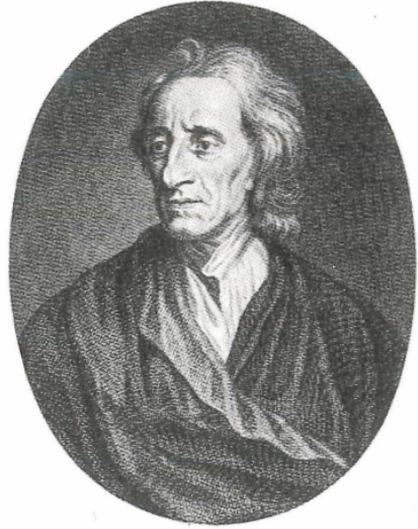
Abb. 2: BERNARD LE BOUVIER DE FONTENELLE

der Pariser Akademie der Wissenschaften gestartet, deren Sekretär **BERNARD LE BOUVIER DE FONTENELLE** (1657–1757) damals 80 Jahre alt wurde. Als „**Micromégas**“ erschien, war er 94 Jahre alt. Er las die Erzählung, erkannte sich in der Gestalt des Zwergen vom Saturn und war über Voltaire sehr verärgert.

Voltaire besaß gute astronomische Kenntnisse. Zuerst hatte er sein Grundwissen aus den „**Entretiens**“ von Fontenelle bezogen (13). Während seines englischen Exils lernte er die „**PHILOSOPHIAE NATURALIS PRINCIPIA MATHEMATICA**“ von **ISAAC NEWTON** kennen. Wie aus Voltaires „**Lettres philosophiques**“ (14) hervorgeht, hat er sofort die ungeheure Bedeutung der neuen Himmelsmechanik und ihre philosophischen Konsequenzen erkannt. Zurückgekehrt nach Frankreich wurde er zum Vorkämpfer und Propagandist Newtons, ohne ihn jedoch richtig verstanden zu haben. Dies gab Ärger mit der Académie, welche nach wie vor an der Wirbeltheorie des **RENE DESCARTES** festhielt. Wirbel in einem angenommenen „**Weltenäther**“ sollten die Planetenbewegung ausführen, nicht etwa ein Kräftespiel Gravitation-Zentrifugalkraft. Fontenelle hatte dafür ein gewichtiges Argument: Die Fernwirkung der Schwerkraft war ihm unvorstellbar – nicht nur ihm allein.

Die „**Entretiens**“ Fontenelles gründen sich vor allem auf die Planetenbeobachtungen des Italiener und naturalisierten Franzosen **GIOVANNI VIRGILO CASSINI**, die er mit Hilfe von riesigen Fernrohren bis zu 70 Metern Länge (zur Verringerung der chromatischen Aberration der Objektivlinse, welche die Bilder unscharf macht) zwischen 1650 und 1680 in der Sternwarte Paris-Meudon durchgeführt hatte (15). Mit diesem Werk hat Fontenelle die erste populäre Astronomie Europas geschaffen. Es war gedacht für die gebildeten Damen der Salons und ist mit viel Esprit in Form charmanter Plaudereien geschrieben. Newton hingegen ist reiner Wissenschaftler, Mathematiker und Physiker – seine „**Principia**“ waren ein Wendepunkt im physikalisch-astronomischen Denken der Neuzeit und lieferten den analytischen Beweis für die Keplerschen Gesetze. Die Geometrie der Antike wurde durch Dynamik ersetzt, das Werkzeug hierfür war die ebenfalls von Newton (und gleichzeitig unabhängig von **LEIBNIZ**) entdeckte Infinitesimalrechnung.

Der eigentliche Pate für die Figur des Micromegas war jedoch „**Gulliver**“ von **JONATHAN SWIFT**. Voltaire schätzte sehr dieses Werk, das ja auch eine Satire darstellt. Er war, wie er selbst zugibt, fasziniert von „**Gulliver**“, in dem sich Erzählkunst und harte Gesellschaftskritik in satirischer Form vereinigen. Außerdem erinnert „**Gulliver**“ in der Sachlichkeit des Stils an das Logbuch eines Schiffkapitäns, ein Stil, den Voltaire bei aller Erzähl-



kunst niemals erreicht hat. Gulliver bewegt sich als Riese unter den winzigen Wesen von Liliput in einer barocken Welt, ebenso wie Micromegas, der die menschlichen Milben in einem Vergrößerungsglas betrachtet. Beide Autoren haben es verstanden, Realität und Utopie auf geniale Art zu vereinen. Doch muß man beide Bücher mit Kommentar lesen (16), besonders die „Travels of Gulliver“ (17). Denn die britische Gesellschaft hat Swift diese Kritik nie verziehen, „Gulliver“ wurde in ein Kinderbuch verwandelt und alles „Anstößige“ weggelassen. Bei Micromégas ist das zwar nicht der Fall, aber die Anspielungen sind für einen Leser von heute, der die Voraussetzungen nicht kennt, nur schwer verständlich, vor allem, wenn er über das Denken der Aufklärung und die Ziele des voltairianischen Spotts nicht Bescheid weiß.

Für den Leser unseres Jahrhunderts sind zwei Tatsachen von Bedeutung: Unsere Erde erhält Besuch von außerirdischen Wesen mit höchster Intelligenz, dazu sogar von einem Fixstern, dessen Entfernung damals völlig unbekannt war. Voltaire hielt ihn, wahrscheinlich wegen seiner großen Heiligkeit für eine Nachbarsonne und hatte damit gar nicht so unrecht. Somit ist Voltaire der erste Raumfahrt-Schriftsteller, welcher die Grenzen unseres Sonnensystems überschreitet. Dazu kommt, daß Micromegas und der Zwerg vom Saturn sterbliche Wesen sind und ihrem Verhalten nach aus Materie bestehen. Aber merkwürdig erscheint, daß die beiden Gestalten im Grunde genommen Geistwesen sind. Niemand auf der Erde hat sie gesehen mit Ausnahme der wenigen Gelehrten in dem Schiff. Sie laufen über

die Erde, waten durch die Meere und der Zwerg vom Saturn versinkt nicht, obwohl seine Größe – umgerechnet etwa 2000 Meter – geringer ist als die (damals unbekannt) durchschnittliche Tiefe der Ozeane. Möglichweise wollte Voltaire damit ausdrücken, daß es Dinge gibt, die nur illustren Geistern zugänglich sind, die aber doch nur jenem Geiste gleichen, den sie begreifen – so wie es Goethes Faust ergeht.

Im Grunde sind Micromegas und sein Begleiter säkularisierte Figuren – man denke an das biblische Buch Tobias. Der Mensch der Antike brauchte für weite gefahrvolle Reisen einen kundigen Begleiter, der bei Schwierigkeiten helfen konnte, unter Umständen sogar durch Wundertaten. Im Falle Micromegas treffen sich zwei Wesen, den Menschen deutlich überlegen, aber doch mit sehr menschlichen Qualitäten. Eine originelle Variante des Reiseromans! Natürlich erfordert eine solche „Reise durchs All“ solide astronomische Kenntnisse, auch wenn sie nur Phantasie ist. Voltaire hatte sie und dazu kam neben tiefem philosophischen Wissen noch eine profunde Kenntnis der damaligen Weltliteratur.

2. Raumfahrtgedanke, Astronomie und Literatur

Die Überwindung der irdischen Schwere ist ein Urtraum der Menschheit. Die hohen Berge schon erschienen den Menschen der Antike als Sitze der Götter. Engel und Geister wurden als geflügelte Wesen gesehen, die in Gedankenschnelle den Raum durchheilen. In der griechischen Mythologie ist Dädalos der erste Mensch, dem ein Flug gelingt. Sein Sohn Ikaros mißbraucht die „grenzenlose Freiheit über den Wolken“, gerät in die Sphäre der Götter und muß seine Kühnheit mit dem Leben bezahlen. Die Mythologie spricht also von zwei Bereichen, einem irdischen und einem himmlischen. Daraus wurde durch Plato und seine Epigonen ein Dualismus zwischen dem irdischen Bereich der Materie und dem überirdischen Bereich des Idealen. Auch heute noch existieren Reste eines solchen Dualismus. Es gibt tatsächlich hochgebildete Leute, vielleicht sogar mit gutem astronomischen Allgemeinwissen, die aber in der Raumfahrt einen Frevel, eine Art Sakrileg sehen, verursacht durch menschliche Hybris.

Die ionischen Naturphilosophen brachten den Proto-Dualismus auf eine andere Ebene. Sie waren die ersten, welche die Frage nach dem Wesen der Welt und der Ursache allen Seins stellten. Zwar sind die Antworten verschieden, doch kann man in ihnen zwei Grundeinstellungen erkennen, die sich gegenseitig ausschließen. Die erste besagt, daß die Welt aus materieller Substanz besteht, welche bestimmten Gesetzen unterworfen ist und eine bestimmte Struktur aufweist. Also gehen alle Ereignisse in der Welt aus

dem Wesen der Dinge hervor. Hauptvertreter dieser Idee waren DEMOKRIT VON ABDERA, LEUKIPPOS und die Atomisten. PYTHAGORAS forderte, daß die Natur direkt nach den Qualitäten der Dinge befragt werden sollte. Für ihn war die Erde eine im Raum frei schwebende Kugel, also ein geometrisches Gebilde mit meßbaren Qualitäten wie Durchmesser und Entfernung von anderen Himmelskörpern. Die zweite Idee besagt, daß die Himmelskörper der Sphäre des Idealen angehören, sie sind wesensmäßig verschieden von irdischen Dingen. Dieser Dualismus wurde von PLATO und ARISTOTELES vertreten. Leider hat er das abendländische Denken fast 1900 Jahre beeinflußt und wirkt vereinzelt heute noch nach.

So betrachten also die Griechen die Welt „more geometrico“ und versuchten sie zu messen. ARISTARCH VON SAMOS versuchte gegen 270 v. Chr. die Entfernung Erde-Sonne zu messen mit Hilfe des rechtwinkligen Dreiecks, das Sonne, Erde und Mond bilden, wenn der Mond im ersten oder letzten Viertel steht. Das Resultat ergibt die Entfernung Erde-Sonne in Mondabständen. Die Theorie war richtig, aber der gemessene Wert ($87^{\circ}10'$ statt $89^{\circ}52'09''$) war falsch – schuld daran waren die unvollkommenen Meßinstrumente, die Unkenntnis der Theorie der Meßfehler und die damalige Unmöglichkeit, den genauen Zeitpunkt der Dichotomie der Mondscheibe zu bestimmen. Aristarch nahm deshalb an, daß die Sonnenentfernung und die Mondentfernung sich wie 19:1 verhalten (der wahre Wert ist 389:1). HIPPARCH VON NICAEA bestimmte die Mondentfernung durch Messung des Erdschattendurchmessers bei einer totalen Mondfinsternis und ein geometrisches Theorem über die Winkelsummen in einem Trapez. Der erhaltene Wert von 59 Erdradien stimmt recht gut mit dem modernen Wert überein. Dies geschah im 2. Jhrh. v. Chr. – kurz zuvor hatte ERATOSTHENES VON CYRENE den Erdumfang durch eine Gradmessung zwischen Syene und Alexandria bestimmt. Der gefundene Wert war größenordnungsmäßig richtig. Doch konnten die Griechen nicht die Frage nach dem Wesen, der Substanz und der Genese der Gestirne beantworten. Die Atomisten hatten eine dynamische Kosmogonie gefordert. Plato und Aristoteles setzten sich schließlich mit ihrer Idee eines statischen idealen und unveränderlichen Weltalls durch. Für beide waren Veränderungen nur „sublunar“ möglich. Ein solcher Dualismus verlangte von den Astronomen, daß sie den translunaren Raum als „mit idealen Strukturen erfüllt“ (18) auffassen mußten. Die Folge davon war eine Mathematisierung, denn die Mathematik hat ja wesensmäßig ideale Strukturen zum Inhalt (19). Der ALMAGEST des CLAUDIUS PTOLEMAIOS (150 n. Chr.) stellte die Krönung der antiken Astronomie dar. Doch heute weiß man, daß der Autor sicher Zweifel hatte über den Realitätscharakter seiner Formeln – ob sie tatsächlich die Wirklichkeit wie-

derspiegeln oder ob sie nur ein bloßes Rechenschema sind. Denn das geozentrische System ist alles andere als ideal mit seinen vielen Epizykeln und Exzentern. Das schwächste Glied war die Merkurbahn – sicher waren es religiös-ideologische Erwägungen und Achtung vor der Autorität früherer Astronomen (vor allem vor HIPPARCH), die ihn daran hinderten, den Merkur und eventuell die Venus als Sonnensatelliten aufzufassen. Zudem war das gesamte System nicht einheitlich. Für Sonne, Mond, Venus und Merkur mußte jeweils eine eigene Theorie für die Bahnbestimmung geschaffen werden, indes sich die Bewegungen der äußeren Planeten Mars, Jupiter und Saturn durch eine einheitliche Theorie darstellen ließen. Zudem zeigte das ganze System Widersprüche zur aristotelischen Physik: Epizykeln, Punctum aequans und Exzenter waren streng genommen unverträglich mit den durch sie geforderten homozentrischen Sphären. Die Genialität des Ptolemaios erwies sich besonders bei der Interpretation der großen Ungleichheiten der Mondbahn, seine Formeln gewährten eine weitgehende Übereinstimmung von Beobachtung und Rechnung. Doch sicher hat ihm seine geometrische Mondtheorie Unbehagen bereitet – nach ihr hätte der Mond in Erdnähe doppelt so groß erscheinen müssen wie in Erdferne, selbst der einfache Bauer, Hirte und Seemann hätten im Laufe eines Monats solche Änderungen bemerken müssen (20).

PLUTARCH (46–120 n. Chr.) diskutierte in seiner Schrift „DE FACIE IN ORBE LUNAE“ das Problem des Wesens des Mondes, wobei er offenbar die Ansichten verschiedener philosophischer Schulen zusammenfaßte. Die Unveränderlichkeit der dunklen Stellen der Mondoberfläche führten ihn zu der Meinung, daß der Mond „erdiger Natur“ sei, also auch Täler und Berge haben und von Lebewesen bewohnt sein könne. 40 Jahre nach dem Tod Plutarchs erschienen (gegen 160 n. Chr.) die ersten Raumfahrtgeschichten des Griechen LUKIAN VON SAMOSATE, die „VERA HISTORIA“ und der „IKAROMENIPPOS“. Beide Schriften sind Satiren. Somit ist Lukian der geistige Ahnherr Voltaires und des „Micromégas“. (21, 22)

Im Mittelalter triumphierte der Aristotelismus und die daraus hervorgehende Scholastik. Damit erschien die Vorstellung, daß auch andere Himmelskörper mit Leben erfüllt sind, völlig absurd, mehr noch der Gedanke, daß auf anderen Sternen menschenähnliche Wesen leben könnten. Die Kirchenväter verurteilten die atomistischen Ideen der Antike als gottlosen Materialismus. Doch mit den Humanisten begann zögernd eine Neuorientierung des Denkens, verbunden mit einer wachsenden Kritik an Aristoteles. NICOLAUS CUSANUS (1401-1464) hielt außerirdisches Leben für möglich. ARIOSTO erwähnt in seinem „ORLANDO FURIOSO“ einen Mondbesuch mit übernatürlicher Hilfe. Elf Jahre vor der Entdeckung der Mondkrater

verurteilte die römische Inquisition den Dominikanermönch GIORDANO BRUNO zum Tod auf dem Scheiterhaufen – er hatte an intelligentes, außerirdisches Leben geglaubt, an Wesen, die auf anderen Sternen Gottes Lob künden. Nach den ersten teleskopischen Entdeckungen wurde der Glaube an andere bewohnte Welten universell. MICHAEL MAESTLIN (1550–1631) und JOHANNES KEPLER (1571–1630), GALILEO GALILEI (1564–1642) glaubten, daß der Mond mit Lebewesen bevölkert sei. KEPLER beschrieb in seinem posthum (1634) erschienen Buch „SOMNIUM“ eine Reise zum Mond mit Hilfe des Geistes der Astronomie. Er spricht von schlangenförmigen lunaren Lebewesen, die in den Mondkratern wohnen und nennt sie nach Lukian „Endymioniden“. Kepler kannte Lukians Werke, er hat vor allem den „Ikaromenippos“ hoch geschätzt. W. LEY, der einen ausgezeichneten Überblick über die Geschichte des Raumfahrtgedankens geliefert hat (23), zählt „Somnium“ gleichzeitig zur wissenschaftlichen wie zur utopischen Literatur. Das kopernikanische System, das rasch in weiten Teil Europas populär wurde, half mit bei der Überwindung des alten Dualismus. Schon gegen Ende des 17. Jahrhunderts glaubte man, daß alle Planeten des Sonnensystems mit Leben erfüllt sind (ANTON MARIA SCHYRLÄUS DE RHEITA (1597–1660), TOMMASO CAMPANELLA (1568–1639), PIERRE GASSENDI, CHRISTIAN HUYGENS). Die Idee, wofür Giordano Bruno sein Leben lassen mußte, wurde schon um die Mitte des 17. Jahrhunderts von den Frühaufklärern allgemein popularisiert, vor allem in Mittel- und Westeuropa. Hauptvertreter davon waren OTTO VON GUERICKE, THOMAS WRIGHT, BERNARD LE BOUVIER DE FONTENELLE und später IMMANUEL KANT (24). Zwei englische Bischöfe wurden durch die Lektüre von Keplers „SOMNIUM“ zu Romanen über Mondreisen angeregt. JOHN WILKINS zählt die Methoden auf, wie man den Mond erreichen könne: Mit Hilfe von Engeln oder Geistern, von Vögeln, von Flügeln, die am Körper angebracht werden und schließlich mittels eines fliegenden Wagens. FRANCIS GODWIN (1638) schilderte die Abenteuer des Spaniers Domingo González, der auf einer einsamen Insel ausgesetzt wurde und bei dem Versuch, mit Hilfe von Zugvögeln an einem Lattengestell zivilisierte Länder zu erreichen, auf den Mond gerät – diese Zugvögel fliegen periodisch zwischen Erde und Mond (25). Dieses Buch wurde zum Bestseller und wurde bald in viele Sprachen übersetzt. Voltaire und Swift haben dieses Werk gekannt. Möglicherweise war GODWIN zu diesem Buch angeregt worden durch eine damals in London ausgestellte Dronte (Dodo), einen heute ausgerotteten Vogel von der Insel Mauritius (26) (allerdings ist der Dodo flugunfähig). Dieses Werk hat über mehrere Jahrhunderte gewirkt, nach W. LEY hat es sogar E.A. POE und J. VERNE beeinflusst. (vgl. (23)) Eine französische Übersetzung kam in die

Hände des adeligen Frühaufklärers CYRANO DE BERGERAC – und dieser „erfand“ tatsächlich einen „fliegenden Wagen“. Der Libertin Cyrano war ebenso wie Lukian Satiriker – er greift übrigens bewußt auf ihn zurück in seinem Werk „HISTOIRE COMIQUE OU VOYAGE DANS LA LUNE“. Zuerst „fliegt“ er mit taugefüllten Flaschen am Gürtel – da die Sonne den Morgentau anzieht, so reißt sie auch den Träger nach oben (im Grunde genommen das Prinzip des Heißluftballons, über hundert Jahre von den Montgolfières). Eine spätere Flugmaschine funktioniert mit Raketen und Schwärmern. Wohl fällt der Apparat auf die Erde zurück, aber der Pilot wird vom Mond angezogen. Er hatte nämlich Hautabschürfungen nach einem mißglückten Flugversuch mit Knochenmark eingerieben und „... *J'aperçus ma chair boursoufflée, et grasse encore de la moelle dont je m'étais enduit pour les meurtrissures de mon trébuchement; je connus qu'étant alors en décours, et la lune pendant ce quartier ayant accoutumé de sucer la moelle des animaux, elle bouvait celle dont je m'étais enduit avec d'autant plus de force que son globe était plus proche de moi, et que l'interposition de nuées n'affaiblissait point la vigueur.*“ (27) Auf dem Mond trifft Cyrano den Domingo González, der ihm dort alles erklärt, den Mond und seine Bewohner. Dieses Buch erschien 1649 in Paris. Voltaire kannte es gut.

Zur gleichen Zeit erschien ein anderer Raumfahrtroman, der keine Satire war: „ITER EXATICUM QUO MUNDI OPIFICIUM“ (28) des deutschen Jesuiten ATHANASIVS KIRCHER. CH. HUYGENS erwähnt ihn in seiner Schrift „KOSMOTHEOROS SIVE DE TERRIS COELESTIBUS EARUMQUE ORNATU CONJECTURAE“ (29). Huygens, der Entdecker der Saturnringe war Zeitgenosse des bereits erwähnten Fontenelle, er erwähnt seine „Entretiens“ ausdrücklich, indes Fontenelle jedoch niemals Huygens zitiert oder erwähnt. Voltaire, der auch den „Kosmotheoros“ kannte, erwähnt Huygens indirekt im „Micromégas“, 2. Kapitel, doch nie Kircher. Dieser erschien ihm wohl zu sehr als Scholastiker. Doch Kircher war tatsächlich ein Universalgelehrter. Er hat das kopernikanische System sehr gut gekannt, mußte sich aber offiziell zum tychonischen System bekennen, ebenso wie sein römischer Zeitgenosse GIOVANNI BATTISTA RICCIOLI.

Während der Riese Micromegas eine Verkörperung des Geistes der Aufklärung darstellt (wobei er jedoch nie seine Unvollkommenheit leugnet), verbirgt sich hinter dem Zwerg vom Saturn die Person des Sekretärs der Pariser Akademie der Wissenschaften, Mr. DE FONTENELLE, ein libertinischer Skeptiker, sehr geistreich, gelegentlich etwas pessimistisch. Er brachte die Werte der Aufklärung in die Damensalons von Paris. Sein Leben lang war er Gegner der Newtonschen Himmelsmechanik, noch 1752

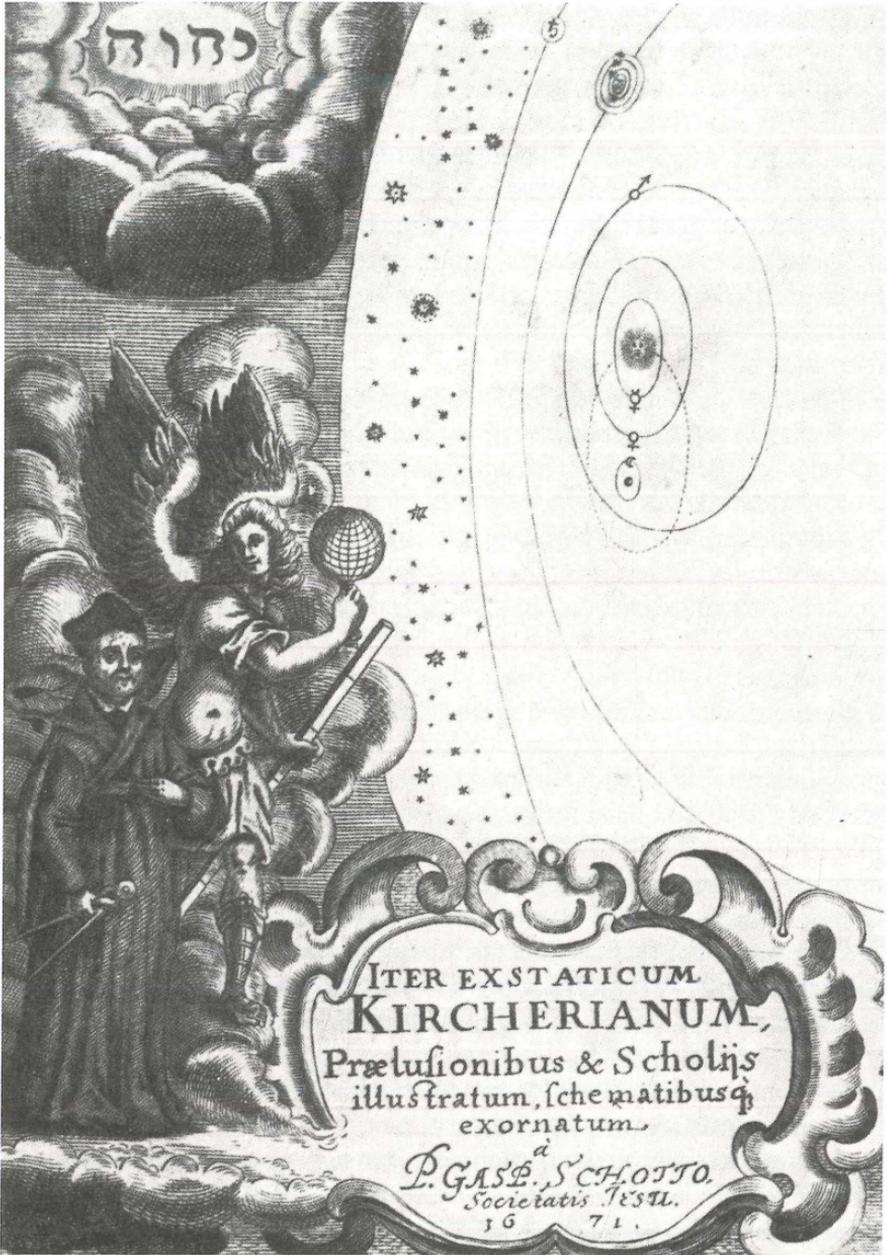


Abb. 4: A. KIRCHER Frontispiz seines „Iter“

verteidigte er die von allen Physikern längst verlassene Wirbeltheorie des RENE DESCARTES. Fontenelle war auch ein begeisterter Anhänger des Empirismus eines JOHN LOCKE – im letzten Kapitel des „Micromégas“ lauscht der Zwerg mit Begeisterung den Worten einer „Philosophen-Milbe“ im Schiffchen auf dem Daumnagel, welcher die Ideen Lockes vertritt.

Fontenelles „Entretiens“ erschien 1686, bis 1742 folgten 33 Auflagen, stets verbessert und dem neusten Stand vom Autor selbst angepaßt. Das Werk wurde europäischer Bestseller und kam 1687 auf den „Index prohibitorum librorum“, wie alle Bücher, die das von Rom abgelehnte kopernikanische System vertraten oder gegen andere Lehrmeinungen der Kirche verstießen. Besonderen Ärger muß der römischen Kurie die Verteidigung der Möglichkeit von anderen bewohnten Himmelskörpern und damit des unglücklichen Giordano Bruno gemacht haben. (Noch 1889 erklärte die römische Kurie die Errichtung eines Denkmals von Bruno auf dem Campo dei Fiori durch das befreite Italien als unerträgliche Schmach.) (30) Voltaire schätzte die „Entretiens“ sehr hoch, er zitiert in „Micromégas“ sogar wörtlich: „... *La nature est comme un parterre, dont les fleurs ... comme un assemblé de blondes et de brunes, dont les parures ...*“ Besonders schätzte er ihren Kampf gegen Aberglauben, Vorurteil und Dummheit. Was ihm aber nicht daran gefiel, war die Selbstüberschätzung der Aufklärung, die dieses Buch prägt und die mechanistische Betrachtung der Natur, wie auch der „blühende Stil“ seiner Sprache. Zudem erschien ihm die einseitige Verehrung von Descartes und Locke „gar nicht weise“, worauf das letzte Kapitel von „Micromégas“ anspielt. Gewiß schätzte Voltaire John Locke außerordentlich hoch, aber mit gewissen Vorbehalten. (31)

Voltaire hatte gewiß einen guten Überblick über den Stand der Astronomie seiner Zeit. Sehr tiefgehend waren diese Kenntnisse freilich nicht, wie einige Stellen aus seinen „Lettres philosophiques“ zeigen, er hatte damals Newton noch nicht recht verstanden (32). Aber er hat sich sehr um die Vertiefung seines Wissens bemüht, vor allem in Cirey in der angenehmen Gesellschaft der MARQUISE DE CHÂTELET, zusammen mit dem deutschen Mathematiker SAMUEL KOENIG und dem italienischen Physiker FRANCESCO ALGOROTTI (Autor des Buchs „Newton pour les dames“ (33)). Ein weiterer Grund für Fontenelle, sich über „Micromégas“ zu ärgern, war die Tatsache, daß Voltaire nur von „anziehenden und abstoßenden Kräften“ spricht, jedoch ignoriert er völlig die für den alten Sekretär sakrosankte cartesische Wirbeltheorie. (Wirbeltheorien hat es auch in der Astronomie des 20. Jahrhunderts gegeben, freilich nie in einem „Lichtäther“, dessen Nichtexistenz ALBERT EINSTEIN bewiesen hat. So wurde von F. W. v. WEIZ-

peditionen nach Peru und Finnland. Sie sollten die Abplattung der Erde quantitativ bestimmen. Voltaire erwähnt im 4. Kapitel des „Micromégas“, daß die Erde abgeplattet ist, er läßt dies sogar den Zwerg vom Saturn entdecken. „Micromégas“ erschien in seiner Erstausgabe 1752; elf Jahre zuvor hatte die Académie nach den Resultaten der Gradmessungen, präsentiert durch ALEXIS CLAIRAUT und PIERRE DE MAUPERTIUS, endlich die tatsächliche Form der Erde anerkannt.

Dazu muß noch eine Burleske erwähnt werden, ein „gefundenes Fressen“ für Voltaire. Wohl war er von England begeistert, aber das hinderte ihn nicht daran, auch dort manche Fehler und Dinge zu entdecken, die seine Spottlust herausforderten. Im 1. Kapitel des „Micromégas“ wird der schottische Vikar und Liebhaberastronom WILLIAM DERHAM erwähnt (36), welcher angeblich „Löcher“ in der Himmelssphäre entdeckt hatte, durch welche man den „Empyräumshimmel“ (Feuerhimmel) sehen könnte – Derham suchte eine Annäherung der Astronomie an die Theologie. Doch diese Löcher waren in Wirklichkeit Spiralnebel, ferne Galaxien, welche bereits SIMON MARIUS, FABRICIUS, HEVELIUS und HUYGENS beobachtet hatten. Man wußte damals noch nicht diese Objekte in ein Weltsystem einzuordnen - der erste, der den wahren Charakter dieser „Plätzchen“ richtig einschätzte, war IMMANUEL KANT (1755) – seine Vermutung wurde erst 1923 bewiesen durch den 100''-Hooker-Reflektor des Mount Wilson-Observatoriums (HALE, HUBBLE, HUMASON). Derham wollte die antike Ansicht vom „Empyräumshimmel“ hinter der Sphäre der Fixsterne wieder aktualisieren. Sein Buch darüber, erschienen 1715, wurde in England sehr ernst genommen. Kant erwähnt es auch in seiner „Allgemeinen Naturgeschichte und Theorie des Himmels“ (vgl. (18)).

3. Die französischen Gradmessungen

Der Grieche ERATOSTHENES VON CYRENE (276–195 v. Chr.) war der erste, welcher die lineare Breitendifferenz zwischen Syene und Alexandria messen wollte. Er kannte diese im Winkelmaß durch Bestimmung der Sonnenhöhen an beiden Orten zur Zeit der Solstitien ($7^{\circ} 12'$). Dies mußte durch ein Längenmaß ausgedrückt werden. Ein schwieriges Unterfangen, da damals die Triangulation noch unbekannt war. Durch einfache Schlußrechnung ließ sich daraus der Erdumfang bestimmen. Es ergab sich der größenordnungsmäßig richtige Wert von 250 000 Stadien, etwa 41 000 km, wenn man das attisch-äginische Stadion (etwa 164 m) zugrunde legt. Wie man heute weiß, hatte Eratosthenes dabei Glück, es kompensierten sich

verschiedene Fehler (Alexandria liegt nicht genau im Norden von Syene und die Längenmessung auf solche Entfernungen war sehr unvollkommen). Um 50 v. Chr. unternahm POSIDONIOS eine weitere Messung und kam auf 240000 Stadien (39360 km). Dieser Wert wurde von den Arabern nur unwesentlich verbessert und war das ganze Mittelalter hindurch in Gebrauch. Im Jahre 1525 wollte FERNEL die Breitendifferenz zwischen Paris und Amiens bestimmen, er verwendete dabei ein Meßrad. Sein Ergebnis war ein Erdumfang von 20428560 Toisen (38815 km) – ebenso wie die antiken Geodäten hatte Fernel Glück mit den Meßfehlern. Erst im 17. Jahrhundert war eine Verbesserung der Meßqualität möglich, nach der Erfindung des Fernrohrs und der Einführung der Triangulation durch WILHELM BRORD SNELLIUS, sowie der Erfindung neuer Vorrichtungen zum Ablesen der Skalen und Steigerung der Meßgenauigkeit, wie Kreuzstabmikrometer (GASCOIGNE 1640), Nonius oder Vernier (PEDRO NUNHES 1542) und Ablesemikroskop (JANSEN 1609). Der französische Geistliche Abbé JEAN PICARD legte 1653 ein besseres Ergebnis vor – die Überprüfung der Fernel'schen Gradmessung ergab einen Wert von 57060 Toisen zwischen Paris und Amiens, entsprechend einem Erdumfang von 40056 km und einem Erddurchmesser von 12750.2 km. ISAAC NEWTON verwendete diesen Wert in seinen „PHILOSOPHIAE NATURALIS PRINCIPIA MATHEMATICA“ (1682, 1713², 1726³) und zeigte hiermit, daß der Mond unter dem Einfluß der Erdgravitation eine elliptische Bahn beschreibt und daß Erde und Mond um einen gemeinsamen Schwerpunkt laufen, der aber nicht mit dem Erdmittelpunkt zusammenfällt. Voltaire weist im 15. Kapitel seiner „Lettres philosophiques“ darauf hin.

Bisher hatten die Astronomen angenommen, daß die Erde genaue Kugelform aufweise – ein Rest des antiken Denkens. Zwar zeigten die ersten teleskopischen Beobachtungen von Mond, Venus und Mars keine Abweichung von der Kugelgestalt, jedoch umso mehr die späteren Beobachtungen von Jupiter und Saturn durch CASSINI. Auch konnte dieser Autor bei Jupiter eine außerordentlich rasche Achsendrehung von 10 Stunden feststellen (später korrigierte er diesen Wert auf 9^h 56^m). Es lag gewissermaßen auf der Hand, nach einem Zusammenhang zwischen Rotation und Abplattung zu suchen und so nahmen verschiedene Astronomen (NEWTON, HUYGENS, HALLEY) an, daß auch die Erde eine gewisse Abplattung haben könnte. Diese Vermutung erhielt überraschende Aktualität durch ein Ereignis im Jahre 1772. Damals stand der Mars in einer sehr günstigen Perihelopposition und deshalb beschloß die Pariser Akademie, die Marsparallaxe durch korrespondierende Beobachtung dieses Planeten von Paris und von Cayenne aus zu messen. Durch den großen Abstand beider Orte er-

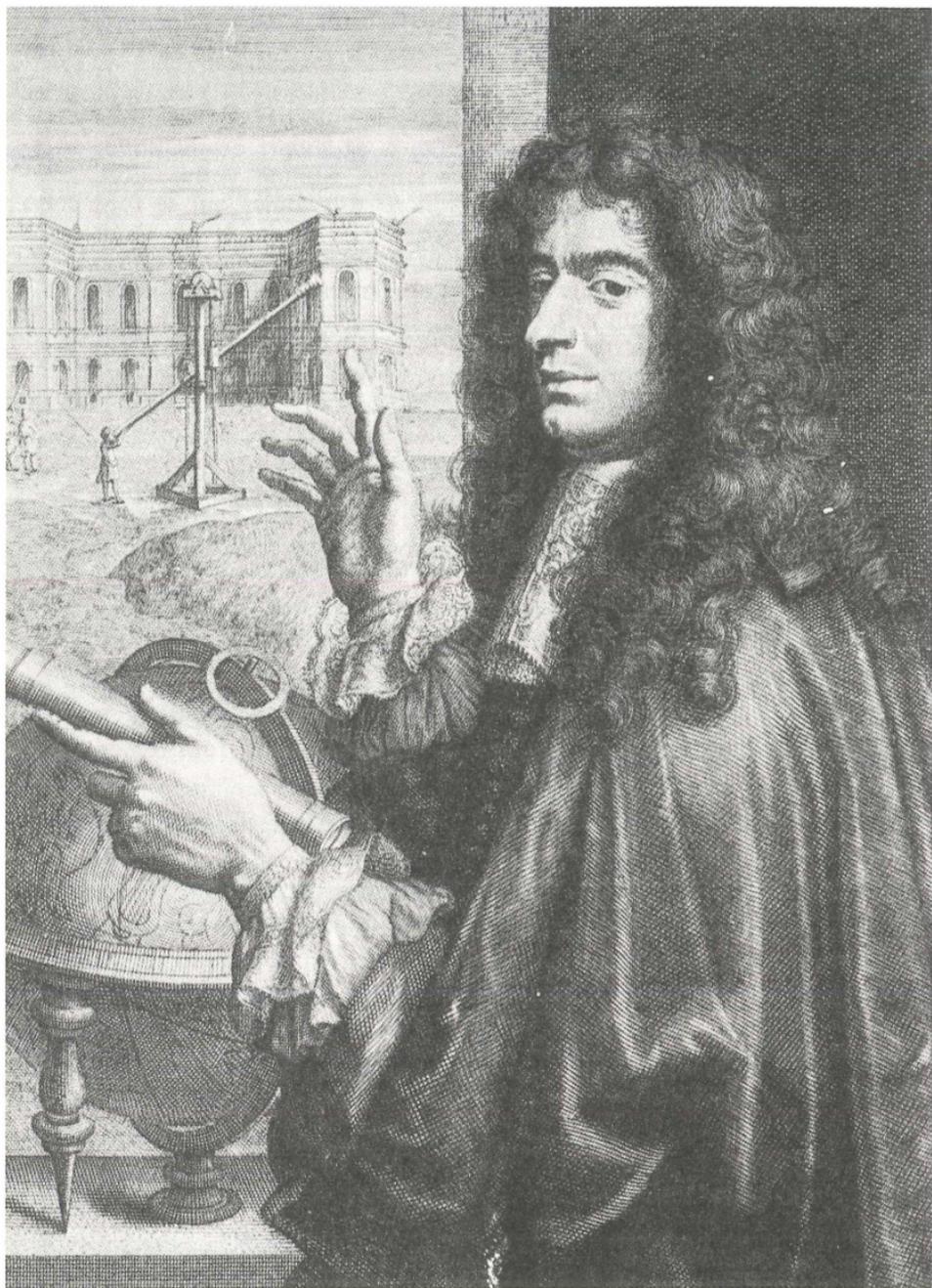


Abb. 6: GIOVANNI VIRGILIO CASSINI

scheinen die lokalen Rückläufigkeitsschleifen gegen benachbarte Fixsterne etwas verschoben. Doch da Cayenne und Paris nicht auf dem gleichen Meridian liegen, ist eine sehr genaue Zeitmessung in Rechnung zu setzen. Aus der Marsparallaxe sollte die Entfernung dieses Planeten von der Erde bestimmt werden und daraus wieder nach dem 3. Keplerschen Gesetz die Entfernung Erde – Sonne, die Grundlage der astronomischen Entfernungsmessung überhaupt (Astronomische Einheit). Die Pariser Gruppe leitete CASSINI, die von Cayenne JEAN RICHER. Das Ergebnis von $9''.5$ war größenordnungsmäßig richtig und entsprach einem Sonnenabstand von 138 480 000 km (Moderne Werte: $8''.798 \pm 0.0005$ (37) entsprechend 149 576 000 km für die große Halbachse der Erdbahn). Doch wurde diese Messung durch einen eigenartigen Umstand beeinflusst: Das in Paris sehr genau einregulierte Pendel der astronomischen Uhr wies in Paris und in Cayenne verschiedene Geschwindigkeiten auf. Richer mußte die Länge des Sekundenpendels um 1.24 Pariser Linien verkürzen. Zurückgekehrt nach Paris war eine Verlängerung um den gleichen Wert nötig. Aus dieser Tatsache schloß Richer, daß Paris dem Erdmittelpunkt näher liege als Cayenne. EDMUND HALLEY bestätigte 1677 dieses Resultat und ISAAC NEWTON sah darin eine Bestätigung seiner Gravitationstheorie. Darum beschloß die Pariser Akademie diese Abplattung durch direkte Messung zu beweisen. Der Picardsche Bogen wurde verlängert bis Dunkerque (Dünkirchen) und Collioure (Roussillon). Den nördlichen Teil maß Cassini, den südlichen Teil PHILIPPE LAHIRE. Das Ergebnis wurde 1701 veröffentlicht (38), aber es war unbefriedigend. JACQUES CASSINI, der Sohn des Initiators wiederholte die Messung und veröffentlichte das Resultat 1720 (39). Aber was dabei herauskam, stand im Widerspruch zu Richer, Halley und Newton. Denn (offenbar waren die Meßdaten vertauscht worden) die Erde müßte nach dieser Messung die Form einer Melone haben und nicht abgeplattet sein. Diese Publikation wurde in England mit Hohngelächter begrüßt. Es kam zu einer scharfen Kontroverse zwischen englischen und französischen Wissenschaftlern, die dadurch noch eine pikante Note erhielt, daß der Schweizer JAKOB BERNOULLI 1735 der Académie eine Arbeit vorlegte, worin diese Melonenform als möglich behauptet wurde. Neues Hohngelächter aus England – und Voltaire stimmte mit ein. Die jungen Mathematiker und Astronomen Frankreichs, vor allem ALEXIS CLAIRAUT – alle waren sie Newton-Anhänger – forderten energisch von der Akademie Taten. Um sich weitere Blamagen zu ersparen, entsandte diese schließlich eine Expedition nach Peru (Äquatornähe) und eine andere nach Lappland (Polnähe), wo man sich bessere Ergebnisse versprach. Die peruianische Gruppe (PIERRE BOUGUER, CHARLES MARIE DE LA CONDAMINE,

FRANCISCO DE ULLOA) bestimmte damals als Einheitsmaß die „Toise de perou“, ein Eisenstab, der bei $+13^\circ$ Réaumur diese Länge aufwies (umgerechnet 1.94903631 Meter). Dies geschah 1737. Beide Expeditionen hatten ausgezeichnete Erfolge, das Ergebnis sprach eindeutig für eine abgeplattete Erde. MAUPERTUIS und CLAIRAUT trugen die genauen Werte der Académie vor und letzterer veröffentlichte 1743 sein berühmtes Werk „THEORIE DE LA FIGURE DE LA TERRE“ – das klassische Werk der Geodäsie. Clairaut hatte in seine Theorie neue Differentialgleichungen für das hydrostatische Gleichgewicht von Flüssigkeiten eingeführt – das war erstmalig eine mathematische Anwendung der Newtonschen Physik auf die Erde. Er war der erste französische Mathematiker, welcher konsequent den von Newton gewiesenen Weg ging. Sein Theorem gestattet die Berechnung der Erdabplattung, der Zentrifugalkraft in der Äquatorzone und der unterschiedlichen Beschleunigungen beim freien Fall in Pol- und in Äquatornähe. Noch vor der Veröffentlichung dieses Lehrsatzes ordnete die Pariser Akademie eine neue Gradmessung an – zu peinlich war doch die Blamage um 1730 gewesen. Dazu sah es die Akademie gar nicht gerne (vor allem ihr Sekretär Fontenelle), daß Clairaut und Maupertuis geschworene Anticartesianer waren. Und diese hatten die Möglichkeit offengelassen, daß die Erde vielleicht Birnenform aufweisen könnte durch unterschiedliche Krümmung des Meridianbogens in der Nord- und Südhalbkugel (eine solche Form wurde um 1966 tatsächlich durch geodätische Erdsatelliten nachgewiesen, doch macht der Krümmungsunterschied nur wenige Meter aus). Die neue Expedition ging nach Kapstadt, ihre Leitung lag in den Händen vom Enkel des G. V. Cassini und Sohn des J. Cassini, CESAR-FRANÇOIS CASSINI, COMTE DE THURY und von JOSEPH JEROME FRANÇOIS DE LALANDE. Das Ergebnis bestätigte die Werte von 1737. Aber die Aktivität der französischen Geodäten ging weiter. Während der Revolution führten PIERRE-FRANÇOIS MECHAIN und JEAN-BAPTISTE JOSEPH DELAMBRE eine neue Messung des Meridianbogens Dunkerque-Paris-Collioure durch, sie verlängerten ihn auf spanisches Gebiet über Barcelona bis zur Insel Formentera. Dieser Bogen hatte einen Zenitwinkel von $12^\circ 22' 13''$. Durch die Kriegswirren endeten diese Messungen erst 1808, sie wurden abgeschlossen durch DOMINIQUE FRANÇOIS ARAGO und JEAN-BAPTISTE BIOT. Diese Gruppe fiel während der Napoleonischen Kriege in die Hände der Spanier. Arago, Biot und Méchain wurden in der Festung Castellón de la Plana interniert. Méchain starb dort 1804. Das Ergebnis dieser Messung war ein gemeinsamer Maßstab, eine Einheit, welche die Toise (ein ursprünglich subjektives königliches Maß, nämlich die Distanz zwischen den Fingerspitzen der ausgestreckten Arme des Königs (Ludwig XIV.) durch ein neutrales, einheitli-

ches Maß ersetzen sollte, nämlich unser metrisches Maß. Nach der Definition der Pariser Akademie entspricht ein Meter = $1/40\,000\,000$ des Erdumfangs, entsprechend 0.513074 Toisen oder 443.296 Pariser Linien.

4. Micromegas und die moderne Astronomie

Voltaire verfügte wie gesagt über einen guten Überblick über die Astronomie seines Zeitalters. Aber man muß bedenken, daß damals die empirische Basis der teleskopischen Astronomie noch sehr schmal war, deshalb auch zunächst das Emporkommen der Himmelsmechanik, der mathematisch fundierten theoretischen Astronomie.

Die Refraktoren mußten wegen der sphärischen und chromatischen Aberration, welche die Bilder verzerrten und unscharf machten, sehr lang und schwerfällig gebaut werden. Die achromatischen Linsenkombinationen wurden erst Ende des 18. Jahrhunderts erfunden (JOHN DOLLOND). Wohl vermieden die durch NEWTON in die Astronomie eingeführten Spiegelteleskope diese Fehler, aber man mußte erst lernen, mit ihnen umzugehen. Doch ist es erstaunlich, was alles mit diesen unvollkommenen Geräten geleistet wurde. Voltaire war sich darüber völlig im Klaren. Schade, daß er Newton nie persönlich kennengelernt hat. Nun war er kein ausgesprochener Astronom und Physiker, seine Stärke waren die Geisteswissenschaften (wenn er auch nie ein eigenes philosophisches System entwickelt hat). Man hat Voltaire mit Recht vorgeworfen, daß er den Newton nicht richtig verstanden hat. In einem anonymen Pamphlet gegen ihn ist auf dem hübschen Titelbild die Muse Urania dargestellt, die Voltaire eine Brille überreicht, damit er Newtons Werke richtig lesen könne („... *Uranie presente des lunettes à Voltaire que lit Newton de travers* ...“ (40)). So ist es kein Wunder, daß sich Voltaire vielfach auf dem Gebiet der reinen Spekulation bewegt. So schreibt Micromegas jedem Himmelskörper andere „Eigenschaften“ zu. Das ist insofern richtig, wenn es um die numerischen Werte der physikalischen Zustände geht, wie Masse, Dichte, Temperatur, Leuchtkraft, Parallaxe. Die chemische Zusammensetzung konnte Voltaire natürlich nicht kennen. Erst die Spektralanalyse, gut 100 Jahre später hat darüber Aufschluß geben können. Aber die Qualitäten gelten für alle Himmelskörper.

Abb. 7: Frontispiz eines anonymen Pamphlets gegen Voltaire. Die Muse Urania überreicht Voltaire eine Brille, weil er ein Buch von Newton quer liest.



per, es gibt keinen, der mehr Eigenschaften hat als der andere. Und was sich später herausgestellt hat: So unterschiedlich die chemische Zusammensetzung der Gestirne ist, so einheitlich ist die Materie. Im Grunde genommen leitet sich alles vom Wasserstoff ab. Es ist also unmöglich, daß die Materie des Saturn weniger Eigenschaften aufweist als jene des Sirius, es sind nur andere Daten. Wahrscheinlich betrachtet Voltaire den Begriff „Eigenschaft“ aus einer psychologischen Perspektive. Denn Micromegas verfügt über tausend Sinne, der Zwerg vom Saturn nur über 72 – mit anderen Worten: Den Saturnianern fehlen die erkenntnistheoretischen Voraussetzungen für die Entdeckung aller Qualitäten ihrer Planetenmaterie, die aber Micromegas wohl erkennen kann.

Voltaire glaubte auch, wie die Mehrzahl seiner gebildeten Zeitgenossen an Leben auf den anderen Planeten. Auch Kant gehört hierzu – der schändliche, bis heute unvergessene Tod des Giordano Bruno 1601 war ein Fanal für die Aufklärer. Kant brachte in seiner Habilitationsschrift „Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels“ (41), die drei Jahre nach der ersten Auflage des „Micromégas“ erschien, mehrere Kapitel, welche die Planetenbewohner behandeln. Schon zu Beginn des 20. Jahrhunderts hat dieser aufklärerische Optimismus einen Dämpfer bekommen, als es möglich wurde, die Oberflächentemperaturen der Planeten zu bestimmen. Lebensverdächtig waren nach dem 2. Weltkrieg nur noch Mars und Venus. Und er ging zu Ende, als amerikanische und sowjetische Raumsonden zwischen 1964 und 1980 die Oberflächen dieser Planeten untersuchten. Die Experimente der beiden Marslander VIKING I und VIKING II auf der Marsoberfläche im August – September 1976 weisen auf keinerlei Leben hin. Die Temperatur ist zu niedrig, der Luftdruck zu gering (nur etwa 7 Millibar) und die Atmosphäre besteht größtenteils aus CO_2 . Wasser hat früher einmal eine Rolle gespielt, jetzt existiert es nur noch als gefrorenes Grundwasser oder als Reif auf den Polkappen. Es ist wenig wahrscheinlich, daß auf dem Mars jemals Leben existiert hat. Bei der Venus ist das Gegenteil der Fall: Oberflächentemperaturen über 500°K , ein atmosphärischer Druck von etwa 80–90 Atmosphären, dazu eine lebensfeindliche Zusammensetzung der Venusatmosphäre (CO_2 , N, SO_2 , SO_3 , S) – für Leben auf Eiweißbasis erscheint sie ungeeignet. Die äußeren Planeten scheiden wegen ihrer extremen physikalischen Zustände (sehr starke Anziehungskräfte, keine festen Oberflächen, metallischer Wasserstoff, tiefe Temperaturen) und wegen der großen Sonnenentfernung für Leben aus. Vielleicht bestehen innerhalb der Jupiteratmosphäre Aminosäuren und Komplexe daraus, gewissermaßen biologische Vorstufen, „Lebenskeime“. Ihre Zusammensetzung (CH_4 , NH_3 , P) läßt solches als möglich

erscheinen. Völlig auszuschließen ist eine Biosphäre bei Mond (die Raumfahrer haben hierfür den Nachweis erbracht), Merkur, Uranus, Neptun und Pluto. Doch damit ist Giordano Bruno nicht ad absurdum geführt. Es existieren Billionen von Sonnen und sicher ist unser Planetensystem kein Einzelfall im Universum, ebensowenig das Leben auf der Erde.

Die „Qualitäten“ Voltaires, besser gesagt die physikalischen Zustandsgrößen der Sterne, gestatten eine Einordnung in eine Typologie auf Grund bestimmter Gesetzmäßigkeiten, wie dies EJNAR HERTZSPRUNG und HENRY NORRIS RUSSEL zwischen 1906 und 1913 taten und wie sie uns heute in der Harvard-Klassifikation der Spektraltypen vorliegt. Micromegas behauptet, daß sein Heimatstern rotes Licht ausstrahle. Das stimmt gar nicht. Ob Voltaire nicht den Sirius mit einem anderen Stern verwechselt hat, vielleicht mit der rötlichen Beteigeuze? Es erscheint unglaublich, aber PTOLEMAIOS sagt genau dasselbe vom Sirius. Babylonische Keilschrifttexte um 700 v. Chr. bezeichnen Sirius als „kupferfarben“, Aratus (um 250 v. Chr.) nennt ihn bunt. Im alten Rom wurden zur Zeit des heliakischen Aufgangs des Sirius (Ende Juli) Hunde mit rötlichem Fell geopfert. Neuerdings wurde im Sternverzeichnis des fränkischen Erzbischofs Gregor von Tours (um 580 n. Chr.) gefunden, daß der Sirius als „stella rubeola“ bezeichnet wird. (42). Sollte der Siriusbegleiter die Entwicklung vom Roten Riesen zum Weißen Zwerg tatsächlich in der für die Sternentwicklung sehr kurzen Zeit von etwa 2000 Jahren durchlaufen haben? Nach Meinung der Theoretischen Astrophysik ist dies nicht möglich. Aber die Frage ist, wieso Voltaire auf „rot“ kommt. Denn der Sirius erscheint uns als bläulichweiße Sonne mit dem Spektraltyp A 1 mit einer scheinbaren Helligkeit von -1.43 Größenklassen und einer jährlichen Parallaxe von $0''.374$, was einer Entfernung von etwa 8.6 Lichtjahren entspricht (2.67 Parsec). Die absolute Helligkeit (gesehen aus 10 Parsec = 32.6 Lichtjahren) ist $+1.3$. Die jährliche Parallaxe wurde erst um 1880 durch DAVID GILL mit dem Fraunhoferischen Heliometer gemessen. Die Oberflächentemperatur des Sirius ist etwa 12000° . Ein Planet, der ihn im Erdabstand umkreist, würde glühen. Micromegas spricht von 39 Farben, welche die Siriusbewohner unterscheiden können, im Vergleich zu den „sieben“ Regenbogenfarben des Sonnenspektrums (Voltaire weist hier indirekt auf Newton und seine Farbentheorie hin). Hierzu ist folgendes zu sagen: Die Sternfarben sind abhängig von Masse und Temperatur, wie dies bereits ANGELO SECCHI im 19. Jahrhundert gefunden hat. Was wir mit der Farbe eines Sternes bezeichnen, ist in Wirklichkeit die Umgebung des Maximums der Helligkeitskurve im Spektrum. Farbe und Temperatur sind durch das Gesetz von STEFAN-BOLTZMANN miteinander verbunden. Bei unserer Sonne liegt das Hellig-

keitsmaximum wegen der niedrigeren Photosphären-Temperatur im Bereich des Gelb, bei Sirius zwischen Grün und Blau. Die Grundfarben des Spektrums bestehen jedoch überall aus den „sieben“ Regenbogenfarben. Für die „39 Farben“ des Micromegas bieten sich zwei Möglichkeiten an: Entweder hat der Riese einen größeren Wahrnehmungsbereich, der auch Infrarot und Ultraviolett einschließt – in diesem Falle wäre Voltaire ein Prophet. Oder er definiert die Farben des gleichen Spektralbereichs mittels seiner Sprache anders als sein Reisekamerad (43) – die Sprachpsychologie hat auf solches hingewiesen. Abgesehen davon, wenn der Zwerg vom Saturn gerade sieben Regenbogenfarben erwähnt, so hat dies mit exakter Kolorimetrie nichts zu tun. Die Zahl 7 ist eine willkürliche volkstümliche Bezeichnung.

Micromegas behauptet, daß er noch Sterne 50. Größe erkennen kann. Zur Zeit Voltaires existierte noch keine exakte Helligkeitsskala, keine Astrophotometrie. Gewiß gab es Ansätze hierzu, bereits Huygens hatte auf diesem Gebiet Versuche unternommen. Anstoß gaben die Arbeiten von Herschel (Vater und Sohn). Aber man mußte seine Zuflucht noch zur Helligkeitsskala des Ptolemaios im Almagest nehmen. Die Definition der visuellen (scheinbaren) Helligkeit der Sterne ist den Psychophysikern zu danken – hier sind vor allem ERNST HEINRICH WEBER, GUSTAV THEODOR FECHNER und WILHELM WUNDT zu nennen. Ihre Anwendung auf die Astronomie geht vor allem auf FRIEDRICH WILHELM ARGELANDER (Stufenschätzungsmethode) und N. R. POGSON zurück. Letzterer lieferte die mathematische Definition der Sternhelligkeit. Die lichtstärksten Teleskope der Gegenwart zeigen Sterne mit einer Grenzhelligkeit von +26. Sterne 50. Größe zu erkennen ist auch heute noch eine Utopie, denn die Helligkeitsskala wächst im Sinne einer arithmetischen Reihe, indes die tatsächlichen Helligkeiten im Sinne einer geometrischen Reihe abnehmen.

Was den Sirius betrifft, den Heimatstern des Micromegas, so bewegte sich Voltaire auf dem Gebiet der reinen Spekulation. Damals waren weder Durchmesser noch Parallaxe bekannt. Voltaire betrachtete ihn als Nachbarsonne wegen seiner großen Helligkeit. Damals waren Komponenten des Sirius unbekannt. JOSEF BESSEL nahm 1838 auf Grund der Störung der Eigenbewegung des Sirius einen Begleiter an und ALVAN CLARK entdeckte ihn 1862, als er ein neues Fernrohr mit Hilfe dieses Sternes fokussieren wollte. Es handelt sich um einen Weißen Zwerg, etwa mit Sonnenmasse, aber mit einem Durchmesser in der Größenordnung des Uranusdurchmessers (etwa 4 Erddurchmesser). Deshalb ist die Dichte dieses Sternes beträchtlich, ein Liter dieser Substanz würde etwa 100 Tonnen wiegen. Ein hypothetischer Bewohner dieses Sterns müßte tatsächlich die Kraft eines

Micromegas haben, um sich innerhalb dieses ungeheueren Schwerefeldes überhaupt bewegen zu können. Dabei handelt es sich um eine Sonne, nicht um einen Planeten. Ob er sich tatsächlich innerhalb weniger Jahrhunderte aus einem Roten Riesen entwickelt hat, ist wie gesagt ein Problem. Sirius II besteht aus „entartetem Elektronengas“ (CHANDRASEKHAR (45) mit der scheinbaren Helligkeit + 8.7 und dem Spektraltyp DA 5. Nach Voltaire hat dieser „Planet“ einen Umfang (Durchmesser) von 21 600 000 Erddumfängen (bezw. Erddurchmessern).

Doch was Sterndurchmesser betrifft, war Voltaire auf pure Spekulation angewiesen. Die ersten Bestimmungen von Fixsterndurchmessern wurden von E. HERTZSPRUNG und E. NICHOLSON (46) in den Zwanzigerjahren dieses Jahrhunderts mit dem Interferometer durchgeführt. Es hat sich herausgestellt, daß nach der Theorie Durchmesser dieser Größenordnung nicht existieren können. Ein solcher Stern hätte nämlich einen Durchmesser, der die Erdbahn 1838.4 mal übertreffen würde. Der Siriusdurchmesser selbst beträgt 220 Erddurchmesser, er ist also doppelt so groß wie derjenige der Sonne mit 109 Erddurchmessern.

Nach Voltaire beträgt die Lichtzeit zwischen Erde und Sonne 6.5 Lichtminuten - diesen Wert teilt er in seinen „Lettres philosophiques“ mit. Die Lichtgeschwindigkeit wurde 1676 durch OLAF RÖMER mit Hilfe der Jupitermonde bestimmt. Doch ist diese Methode sehr anfällig für Fehler, denn man muß ausgehen von der Differenz Beobachtung – Rechnung der Finsterniserscheinungen der Jupitermonde. Wenn Jupiter in Sonnennähe steht, dann ist eine Beobachtung unmöglich. Es müßten Beobachtungen über Jahrzehnte hinweg gemacht werden, um an den wahren Wert der Lichtzeit heranzukommen. Zudem müßten die Jupitermonde bestimmte Bedingungen für ihre Erscheinungen erfüllen, vor allem müßte der Zeitpunkt der Verfinsterung oder der Kontakte mit dem Planetenrand sehr genau gemessen werden und das ist nur schwierig durchzuführen. Der heutige Wert der Lichtzeit beträgt 498.7^s oder $8^m 18^s.7$ (U.A.I. Grenoble 1976) für die Astronomische Einheit (große Halbachse der Erdbahn (47). Voltaire gibt den Römerschen Wert an, entsprechend einer Lichtgeschwindigkeit von 214 300 km/sek. Nach dem Wert Voltaires für die Lichtzeit Erde – Sonne müßte dieser Abstand nur 83.58 Mill. km betragen – viel schlechter als der Cassini/Richersche Wert von 138 400 Mill. km., entsprechend einer Lichtzeit von 461.3 Lichtsekunden. Der von der U.A.I angegebene moderne Wert geht aus von einer Sonnenparallaxe von $8''.798$, einem Äquatorradius der Erde von 6378.14 km und einer Lichtgeschwindigkeit von 299 792.458 km/sec (48).

Mars ist nicht fünfmal kleiner als die Erde, sondern 6.6mal, wenn man die

Volumina vergleicht. Gemäß U.A.I (Grenoble 1976) beträgt der Durchmesser des Mars 6794.4 km, bei Verwendung der Meßergebnisse der Marssonden Mariner 6,7 und 9 (1969 und 1971). (49) Voltaire gibt die Distanz zwischen Jupiter und Saturn mit 150 Millionen Meilen an. Dieser Wert leitet sich von der Cassinischen Sonnenparallaxe ab (1672), ist aber sehr großzügig behandelt. Der genaue Wert ist nach Cassini 154.9 Millionen Meilen. Die beiden Marsmonde Phobos und Daimos waren im 18. Jahrhundert noch unbekannt, sie wurden 1877 durch ASAPH HALL entdeckt. Voltaire hat die beiden Monde dem Buch „Gullivers Reisen“ (J. Swift) übernommen. Seltsam ist nur, daß die von Swift angegebenen Bahnen recht gut mit den modernen Werten übereinstimmen. Es ist kaum möglich, daß ein Astronom des frühen 18. Jahrhunderts die Marsmonde mit den damals noch recht unvollkommenen Fernrohren hätte sehen können. Doch scheinen hier andere Dinge mitzuspielen. Der erste, der von möglichen Marsmonden sprach, war JOHANNES KEPLER, der folgendes an GALILEI schrieb: „... Fern davon die Existenz der vier Jupitermonde zu leugnen, würde es mir gefallen noch vor Euch, wenn möglich, zwei Marsmonde zu entdecken. Die proportionalen Dimensionen scheinen solches zu verlangen; sechs oder acht Saturnmonde und vielleicht ein Mond von Merkur und Venus (50, 51). Voltaire war als Positivist durchaus einverstanden mit einer solchen Art des Folgerns, die übrigens bei den Philosophen der Aufklärung in hohem Ansehen stand. Und außerdem entdeckte JOHANN ELERT BODE im 18. Jahrhundert eine Zahlenfolge, die recht gut die Verhältnisse der großen Halbachsen der Planetenbahnen ausdrückt und die mit der Entdeckung des Uranus durch FRIEDRICH WILHELM HERSCHEL eine Bestätigung fand. Neptun fällt heraus, aber Pluto paßt wiederum gut in diese BODE-TITIUS-REIHE, ebenso wie die Bahnen der größten Kleinplaneten Ceres, Pallas, Juno und Vesta (52). Zu den Swiftschen Marsmonden kann man annehmen, daß der Autor, ebenso wie Voltaire, ihren Spott über solche Gelehrtentypen ausschütten, die in einer Welt contra naturam leben und die Natur der Ratio unterstellen wollen. Das gilt ebenso für die verrückten Gelehrten der geheimnisvollen Insel Laputa wie für diejenigen in dem Schiffchen auf dem Daumennagel des Micromegas.

Im 7. Kapitel fragt der Riese vom Sirius die Wissenschaftler-Milben nach dem Winkelabstand zwischen „... *l'étoile de la Canicule a la grande étoile des Gémeaux*“. Die Antwort ist einstimmig: „*Trente-deux degrés et demi.*“ Aber welchen Stern bezeichnet Voltaire als „Canicule“ - Hundstern? Es gibt davon zwei, den Sirius (α Canis Majoris) und den Prokyon (α Canis Minoris). Wahrscheinlich bezieht sich Voltaire auf den Prokyon, der in Frankreich häufig „Canicule“ genannt wird. Denn keinerlei Bogen

zwischen Sirius und einem der beiden hellen Sterne der Zwillinge entspricht einem Winkel von $32^{\circ}.5$. So beträgt der Bogen zwischen Sirius und Pollux (β Geminorum) $47^{\circ}02'.8$ (1976), indes der Bogen Prokyon-Pollux $22^{\circ}50'.0$ (1976) beträgt, zehn Grad weniger als Voltaire sagt. Im Fall von Castor (α Geminorum) beträgt der Bogen zum Prokyon $26^{\circ}40'.7$ (1976). Die Distanz zwischen Sirius und Prokyon beträgt $25^{\circ}42'.0$ (1976) Die äquatorialen Koordinaten der beiden „Hundssterne“ und der beiden „großen Sterne in den Zwillingen“ betragen 1737 (unter Berücksichtigung der Präzession, der säkularen Variation und der Eigenbewegung:

α CANIS MAJORIS (SIRIUS)	$6^h 33^m 34^s .06$	$-16^{\circ}29'10'' .4$
α CANIS MINORIS (PROKYON)	$7 25 31 .27$	$+ 5 52 27 .8$
α GEMINORUM (CASTOR)	$7 10 28 .87$	$+32 26 00 .5$
β GEMINORUM (POLLUX)	$7 29 10 .64$	$+28 37 56 .3$

Somit waren damals die Winkelabstände:

Sirius – Castor: $49^{\circ}42'40''.3$	Prokyon-Castor: $26^{\circ}47'23''.0$
Sirius-Pollux: $47 04 44 .6$	Prokyon-Pollux: $22 46 27 .7$ (53)

Keiner dieser Bögen erreicht den von Voltaire angegebenen Wert. In diesem Abstand von Prokyon steht überhaupt kein heller Fixstern. μ und η Geminorum sind kleine Sterne 3. Größe, der Sternhaufen M 35 sowie die Sterne 1,3 und 5 Geminorum sind ohne Instrument kaum sichtbar und 132 Tauri ist 5. Größe und gehört zum Stier.

Demnach kann der „grande étoille dans les Gémeaux“ kein Fixstern sein. Wie sieht es mit den Planeten aus?

In dieser Himmelsgegend standen am 5. Juli 1737 Merkur, Venus und Saturn. Zudem befand sich die Sonne in den Zwillingen in der Nähe von ω Geminorum. Merkur kommt nicht in Betracht wegen seiner Sonnennähe, sein Elongationswinkel betrug an diesem Tag nur -4° (westlich der Sonne), er war deshalb unsichtbar. Im benachbarten Stier stand Saturn, der „Heimatsstern des Zwergs“, unweit von β Tauri (E1 Nath), jedoch bereits an der Grenze des Sternbilds der Zwillinge. Saturn hatte am 13. Juni seine Konjunktion zur Sonne durchlaufen und ging knapp eine Stunde vor ihr auf, stand also am hellen Dämmerungshimmel. In den nordischen Breiten Lapplands mit den hellen Nächten war er unsichtbar. Der Bogen Saturn-Prokyon betrug zu diesem Zeitpunkt $34^{\circ}.7$, der angegebene Abstand von $32^{\circ}.5$ wurde am 4. Dezember 1737 erreicht. Wenige Tage später kam Saturn in Opposition zur Sonne, seine Ringöffnung war nahezu maximal. Er war ein auffälliges Objekt mit einer Helligkeit von -0.9 Größenklassen. Zum Oppositionsdatum am 18. 12. 1737 betrug sein Winkelab-

stand zum Prokyon $32^{\circ}.11$, was mit dem Voltaireschen Wert gut übereinstimmt.

Der lichte Morgenstern Venus stand damals nahe bei Saturn, jedoch mit einem Elongationswinkel von -29° . Mit -4.2 Größenklassen war Venus damals das hellste Objekt am Morgenhimmel und fiel sogar am hellen Dämmerungshimmel auf. Zwanzig Tage zuvor hatte sie ihre untere Konjunktion zur Sonne durchlaufen und befand sich in größter Erdnähe. Ihren größten Glanz erreichte sie am 20. Juli. Am 25. Juli erreichte der Bogen Venus-Prokyon den Voltaireschen Wert von $32^{\circ}.5$. Ob Voltaire die Venus gemeint hat? Dies erscheint durchaus plausibel.

Man könnte annehmen, daß der „grande étoille“ die Sonne war, die ja auch in den Zwillingen stand. Aber ihre Winkeldistanz von Prokyon betrug an diesem Tag nur $18^{\circ}.3$, der kritische Wert war am 14. Juni durchlaufen worden, also nahe der unteren Konjunktion der Venus, und wurde am 16. August nochmals erreicht.

Der Mond scheidet aus. Er befand sich am 5. Juli um 7 Uhr Weltzeit im ersten Viertel und im Sternbild der Jungfrau, unweit von α Virginis, Spica. Es ist seltsam, der Mond wird in „Micromégas“ niemals erwähnt, nur einmal auf indirekte Art, wobei von der Entfernung von der Erde die Rede ist. (54)

Ein weiterer Punkt ist bemerkenswert: Nie erwähnt Micromegas seinen Heimatstern den „Milben“ gegenüber. Er spricht wohl von „canicule“, sagt aber nichts über seine Herkunft, ebenso wie der Zwerg vom Saturn.

5. Schlußgedanken

Diese „conte philosophique“ Voltaires ist tatsächlich ein kleines Meisterwerk. Bei aller Phantasie und Spekulation, der Hintergrund bleibt stets ernsthaft und realistisch, der philosophische wie der astronomische. Ebenso wie Cyrano und Swift zeigt sich Voltaire als Skeptiker, wenn nicht als Pessimist. Freilich schätzte er die Mathematik und die Astronomie sehr hoch. Doch hat er niemals diese Wissenschaften überbewertet in dem Sinne, wie es etwa 60 Jahre später sein Landsmann PIERRE SIMON COMTE DE LAPLACE tat, daß es eine Weltformel geben könnte, welche mehr oder weniger die Mathematisierung aller Wissenschaft ermöglicht. Die Zukunft, insbesondere die Diskussion um den Operationalismus in den Sechzigerjahren dieses Jahrhunderts hat ihm recht gegeben. Heute weiß man, daß strenge Kausalität ein Grenzfall ist, daß man mit wahrscheinlichkeitstheoretischen Modellen arbeiten muß und daß die Erkenntnis der absoluten Wahrheit nur in seltenen Ausnahmefällen gelingt – meist kann man nur

ihre Grenzen erkennen, innerhalb welcher sie zu suchen ist. Würde Voltaire heute auferstehen, gewiß würde er Satiren verfassen über diejenigen, die glauben, daß alle Wissenschaft mathematisierbar ist und dabei zu superexakten Feststellungen von belanglosen Details kommen. Man könnte sich vorstellen – man hört geradezu sein spöttisches Lachen – daß er einen „Philosophen“ erwähnt, der ein Kunstwerk mathematisieren will, vielleicht ein Werk von Rembrandt oder Dürer, nach Inhalt, Form und Technik. Denn jeder Pinselstrich, jeder Farbton kann ja in physikalischen, chemischen und mathematischen Kategorien ausgedrückt werden, ganz zu schweigen von „Zeichentheorie, Kommunikation, Informationsgehalt in bytes“ oder gar von einer psychoanalytischen Interpretation im Sinne von FREUD.

Noch eine andere Sache würde er verspotten. Im Mittelpunkt seines Denkens stand nämlich nicht die reine Wissenschaft, sondern der Mensch. Voltaires Ziel war im Grunde genommen eine Befreiung des Menschen aus den Fesseln von Aberglauben und Dummheit und eine moralische Besserung. Aber sicher hat er geahnt, daß es gefährlich ist, „den Ewig-Blinden des Lichts Himmelsfackel zu leihen“, wie es F. v. SCHILLER ausgedrückt hat – die Folge wäre Unglück und Katastrophen. Die Philosophen-Milben in dem Schifflein sind sich nur über Zahlen und Strukturen einig, obwohl sie alle Aufklärer sind. Von der Materie kennen sie nur den äußeren Anschein der Dinge, ihr Wesen begreifen sie nicht. Noch weniger kennen sie ihre eigene Seele – jeder hat da eine andere Auffassung. Aber auch den Menschen des 20. Jahrhunderts geht es nicht besser. Sie haben ein wesentlich größeres Weltbild als die des 18. Jahrhunderts – größer und rätselhafter zugleich. Der Mensch dringt ein in den Bereich der Atome, er untersucht die Elementarteilchen der Materie und schickt sich an, die Planetenräume zu erobern. Künstliche Satelliten umkreisen die Erde, verschiedene Male haben Menschen den Mond betreten und automatische Raumsonden haben von den Planeten Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn mehr Informationen in zwanzig Jahren geliefert als die ganze Geschichte der Astronomie. Doch leider zerstört er mit Hilfe ebendieser Technik seine eigenen Lebensgrundlagen und die Umwelt – immer noch gibt es Kriege und die heutigen Vernichtungswaffen könnten alles Leben auf der Erde ausrotten. Würde Voltaire heute seinen „Micromégas“ schreiben, dann würde er sicher über eine Art von „Raumfahrt“ spotten, die mit Hilfe militärischer Spionagesatelliten die Erde im Namen des Fortschritts bedroht. Zweifellos bringen sie eine Fülle von Informationen ein, die auch für die Wissenschaft von Bedeutung sind. Aber was kommt dabei heraus? Teflonbeschichtete Bratpfannen, wo nichts anbrennt – nur leider gibt es für einen sehr großen Teil der Mensch-

heit nichts zu braten! Und während die Großmächte für einen sinnlosen Rüstungswettlauf Milliardenbeträge ausgeben, stirbt ein Großteil der Menschheit an Hunger.

Voltaire hat sich in seinem „Micromégas“ als Skeptiker gezeigt. Es ist also durchaus möglich, daß er – bei aller Hochschätzung der Ratio – gelegentlich Zweifel hatte, ob denn diese wirklich „Herr im Haus“ ist. Wenige Jahre später tat dies IMMANUEL KANT mit seiner „Kritik der reinen Vernunft“, womit er das Zeitalter der Romantik einläutete. Voltaire als Propagandist der Aufklärung ist an ihre Grenzen gestoßen.

Ein auferstandener Voltaire würde sich heute fragen, was aus dem Gedankengut geworden ist, das er so engagiert vertreten hat. Er würde zweierlei bemerken. Zunächst einmal, daß es lange Zeit nicht ins Volk gedrungen ist – nur bestimmte gesellschaftliche Schichten hatten es sich angeeignet, Teile des Adels und des Bürgertums. Die kleinen Bauern, Handwerker, Arbeiter waren davon unberührt geblieben. Die große Revolution, welche die Ratio auf ihre Fahnen geschrieben hatte, vernichtete gerade diese Gruppen, welche das Geistesgut der Aufklärung vertraten. Die napoleonischen Kriege, die Restauration taten nur sehr wenig, um die volksbildnerischen Ideen des großen CONDORCET in die Tat umzusetzen. Nach dem verlorenen Kriege 1870/71, als die Republik Bestandsaufnahme machte, stellte sich heraus, daß es in die Nation Voltaires noch nahezu 30 % Analphabeten gab. Daß diese heute verschwunden sind, ist nur indirekt eine Nachwirkung der Illustration – die Ursachen sind komplex. Und dann würde Voltaire etwas bemerken, das sich stolz „Zweite Aufklärung“ nennt – den Sieg der Technik, wobei der Mensch zugrunde geht an der Zerstörung seiner Umwelt und an seiner eigenen Aggressivität. Während es der eigentlichen Aufklärung um den Menschen ging, um eine moralische und intellektuelle Verbesserung des Individuums und der Gesellschaft, wird Moral heute nahezu ausgeklammert, ignoriert. Angesichts dessen würde Voltaire schweigen!

Literatur und Anmerkungen

- (1) VOLTAIRE: MICROMEGAS. Nouveaux classiques Larousse, Paris 1970, ed. G. Picot
MICROMEGAS. Voltaire, romans et contes. Edition intégrale, textes, variantes, notes et bibliographies établies par R. Groos. Bibliothèque NRF de la Pleiade. Paris 1954
An Sekundärliteratur sind vor allem zu nennen: BARBER, W. H.: The Genesis of Voltaire's Micromégas. In: French Studies, Jan. 1957, Oxford. Ferner: WADE, O.: Voltaire's Micromégas. Princeton 1950.
- (2) FONTENELLE, B.: ENTRETIENS SUR LA PLURALITE DES MONDES. Kritische Ausgabe von

- A. Calame, Paris 1966. Sehr interessant ist die englische Ausgabe von R. SHACKLETON, Clarendon Press, Oxford 1955, allein schon durch die astronomischen Kommentare.
- (3) NEWTON, I.: PHILOSOPHIAE NATURALIS PRINCIPIA MATHEMATICA. London 1687
 - (4) LUKIAN VON SAMOSATE: VERA HISTORIA und ICAROMENIPPOS
Griechische Ausgaben: Florenz 1469, 1503, 1522, 1526, 1553. Griech.-lat. Ausgaben: 1615, 1619. Moderne Ausgaben: Leipzig 1836/37, Paris 1840, Rostock 1880, Berlin 1888. Berühmte Übersetzungen stammen von Ch. M. WIELAND (Leipzig 1788), PAULY (Stuttgart 1827) und FISCHER (Berlin 1884). J. KEPLER lieferte eine berühmte lateinische Übersetzung (1634 posthum)
 - (5) CYRANO DE BERGÉRAC: HISTOIRE COMIQUE OU VOYAGE DANS LA LUNE, Paris 1650 (ohne Privileg), offiziell 1655. Cyrano ist Satiriker, Libertin, der typische Vertreter der Frühaufklärung. Er nimmt bewußt auf Lukian Bezug, ... und benutzt den Rahmen einer Reise zum Mond als Alibi, um kirchliche und staatliche Institutionen zu persiflieren und um liberale Ideen zu proklamieren, was zur Zeit der Gegenreformation mit höchster Gefahr für das Leben eines Autors verbunden war.“ (W. H. FRIEDRICH – W. KILLY, in: FISCHER-LEXIKON LITERATUR, Bd. 2/2, S. 595, Frankfurt 1965)
 - (6) SWIFT, J.: TRAVELS OF GULLIVER. London 1726, vollständige Ausgabe London 1755. Dieses Buch hat die Form eines Reiseberichts. So erscheint die Satire viel feiner als diejenige Voltaires. Die Rache der dadurch betroffenen britischen Gesellschaft war die Umwandlung dieser sozialkritischen Erzählungen in märchenhafte Kindergeschichten unter Weglassung aller anstößigen Stellen.
 - (7) PLUTARCH VON CHAIRONAIA: DE FACIE IN ORBE LUNAE – *περὶ τοῦ ἐμφαινόμενου προσώπου πῦ κύκλῳ πῆς σελήνης*
Deutsche Ausgabe: Das Mondgesicht. Zürich 1968. Übersetzung und Kommentar von G. Goergemanns.
 - (8) KEPLER, J.: JOH. KEPLERI MATHEMATICI OLIM IMPERATORI SOMNIUM, SEU OPUS POSTHUMUS DE ASTRONOMIA LUNARI. 1634, Neuauflage 1870, Übersetzung ins Deutsche von L. Günther, Berlin 1889.
 - (9) GODWIN, F.: THE MAN IN THE MOON. London 1638
 - (10) WILKINS, J.: A NEW WORLD IN THE MOON. London 1639
 - (11) KIRCHER, A.: ITER EXTATICUM COELESTE QUO MUNDI OPIFICIUM. Würzburg 1665
Eine zweite und dritte Auflage besorgte KASPAR SCHOTT S.J., ein Schüler Kirchers unter dem Titel „ITER EXTATICUM KIRCHERIANUM“ Würzburg 1671
 - (12) VERNE, J.: DE LA TERRE A LA LUNE. Paris 1865
 - (13) FONTENELLE, B.: Vgl. (2), siehe auch: VOLK, O.: Bemerkungen zur Geschichte der Himmelsmechanik. In: CELESTIAL MECANICS, 2, Doordrecht/NL 1970
Nach VOLK erschien die erste englische Übersetzung der „Entretiens“ 1687, deutsche Übersetzungen 1726 und 1780, eine russische Übersetzung 1740, eine italienische Ausgabe 1711, eine spanische Ausgabe 1712, zudem erschienen holländische und neugriechische Übersetzungen. Das Original erschien 1686, der Vatikan setzte es auf den „Index librorum prohibitorum“ 1687.
 - (14) VOLTAIRE: LETTRES PHILOSOPHIQUES. Paris 1964, 14. Brief „Sur Descartes et Newton“.
 - (15) CASSINI, G.V.: OPERA ASTRONOMICA, Roma 1866 (Posthume Ausgabe des Gesamtwerks). Über die Luftfernrohre Cassinis vgl. RIECKHER, R.: FERNROHRE UND IHRE MEISTER. Berlin 1957

- (16) VOLTAIRE: Die Ausgabe (1) enthält einen ausgezeichneten Kommentar, die zweite erwähnte Ausgabe lediglich einen literarischen und bibliographischen Kommentar.
- (17) SWIFT, J.: Vgl. (6). Hierzu existiert ein ausgezeichneter Kommentar in der deutschen Ausgabe „Insel-Taschenbuch“ Nr. 58, Frankfurt/M. 1974, Copyright Aufbau-Verlag Berlin-Weimar.
- (18) – Über den Dualismus gibt es einen ausgezeichneten Kommentar von R. KRAFT im Anhang des Werks von I. KANT: ALLGEMEINE NATURGESCHICHTE UND THEORIE DES HIMMELS. München 1971.
- (19) – Zum Begriff der idealen und realen Strukturen: Nach H. E. HENGSTENBERG existieren ideale Strukturen vor allem in der Mathematik und reale Strukturen überall in der Umwelt. Vgl. den Beitrag von H. E. HENGSTENBERG in: LA MATEMATIZACION DE LA CIENCIA, hrsg. v. P. GOMEZ BOSQUE und A. DIEZ BLANCO, Valladolid 1964, dt. Übers. von E. Ullrich in: PHILOSOPHIA NATURALIS, Bd. 11, 1, S. 51–54, Meisenheim/Glan 1969. Alles reale Sein befindet sich wesensmäßig außerhalb des Idealen. Die Zeichnung eines Kreises ist nicht „der Kreis“, sondern eine Menge von Kreideteilchen, die nach einem bestimmten Gesetz angeordnet sind. Der reale Kreis ist nur eine anschauliche Darstellung eines idealen Kreises. Vgl.: HENGSTENBERG, H. E.: SEINSÜBERSCHREITUNG UND KREATIVITÄT, Salzburg 1979.
- (20) STUMPF, K.: HIMMELSMCHANIK, Bd. 1, Berlin/O 1959, Kap. 7, S. 42: Vergleich der Mondtheorie des Ptolemaios mit der modernen Theorie.
- (21) PLUTARCH VON CHAIRONAIA: Vgl. (7). In dieser Schrift bekennt sich Plutarch zu der von allen Philosophenschulen abgelehnten Idee, daß der Mond aus „erdiger Substanz“ besteht. Seine Argumente (Kap. 16–21) stellen eine glänzende Argumentation dar, die sich gegen die Stoiker und ihre zentrale Stellung innerhalb des Hellenismus richtet. Plutarch leugnet die privilegierte Stellung der Erde im All, ebenso die des Menschen. Vgl. ZIEGLER, K.: PLUTARCHOS VON CHAIRONAIA. In: Realenzyklopädie der klassischen Altertumswissenschaft, Bd. XXI, S. 636–962, Auflage von 1951 und 1964. F. KRAFT glaubt (18), daß die atomistischen Ideen durch den strikten Dualismus zwischen irdischer und himmlischer Substanz ihre physikalischen Grundlagen verloren. „...man findet sie in den folgenden Jahrhunderten nur als nicht ernst zu nehmende Diskussionsbeiträge (PLUTARCH 46–120 n. Ch.) oder als Utopien (LUKIANOS 120–180 n. Ch.)“
- (22) LUKIAN VON SAMOSATE: Er wird gelegentlich als „Voltaire der Antike“ bezeichnet. „Editio princeps“ (gesammelte Werke) Florenz 1496. Während Plutarch seinen Spott über die Stoiker hinter ironischen Zitaten verbirgt, ist Lukian direkter Satiriker. Voltaire kannte seine Werke.
- (23) LEY, W.: Vgl. GARTMANN, H.: Raumfahrtforschung. München 1951, Kap. 1 (W. LEY behandelt die Geschichte des Raumfahrtgedankens (S. 9–26). Siehe auch: NICHOLSON, H. M.: VOYAGES TO THE MOON. New York 1948 (Entwicklung des Raumfahrtgedankens mit dem Ziel Mond).
- (24) KANT, I. Vgl. (18). Kap. 3, S. 149–178.
- (25) GODWIN, F.: GODWIN kannte Keplers „Somnium“, für die Mondentfernung gibt er einen falschen Wert an (englische statt deutsche Meilen, wie es Kepler tat). Auf dem Mond ist ein Paradies – dies geht zurück auf das Buch „UTOPIA“ von TH. MOORE (1516). Wenige Jahre später beschrieb der italienische Jesuit G. B. RICCIOLI in seinem „ALMAGESTUMNOVUM“ den Mond als Wüste ohne Luft und Wasser. Godwins Roman wurde zum Bestseller und beeinflußt stark die englische Literatur seiner Zeit. Noch im

19. Jhrh. lassen sich seine Einflüsse bei E. A. POE und J. VERNE nachweisen. W. LEY (23) zitiert den Dichter W. MESTON, der seine Muse mit den Worten ruft:

„Come on, thou muse,
Soaring in high Pindaric Stanzas
Above Gonzales and his gansas.“

Die erste französische Übersetzung erschien 1648. Zwischen 1638 und 1786 kamen 25 Auflagen in vier Sprachen heraus.

- (26) GODWIN, F.: Auf der Insel Mauritius gab es noch im 18. Jahrhundert die Dronte (*Dicus ineptus* L.), eine Art von Wasservögeln. Diese Vogelart, auch „Dodo“ genannt wurde durch holländische Seeleute ausgerottet, sie war flugunfähig und leicht zu fangen. Nach LEY hat Godwin bei einer Ausstellung von Kuriositäten aus Übersee 1638 in London diesen Vogel gesehen, er dürfte ihn zu seinem Roman angeregt haben. Von seiner Flugunfähigkeit wußte Godwin nichts.
- (27) CYRANODE BERGERAC: Vgl. (5) VOYAGEDANS LA LUNE ET HISTOIRE COMIQUE DES ETATS ET EMPIRES DU SOLEIL. Taschenbuch Le Monde en 10/18, S. 36, Paris 1936.
- (28) KIRCHER, A.: Vgl. (11) sowie: VOLK, O.: Bemerkungen zur Geschichte der Himmelsmechanik. In: CELESTIAL MECHANICS, 2, S. 398–423 Dordrecht NL 1970. Volk bringt hier eine Titelseite des „Iter“. Siehe auch: REINDL, M.: LEHRE UND FORSCHUNG IN MATHEMATIK UND NATURWISSENSCHAFTEN, INSBESONDERE ASTRONOMIE AN DER UNIVERSITÄT WÜRZBURG VON DER GRÜNDUNG BIS ZUM BEGINN DES 20. JAHRHUNDERTS. (Diss.) Würzburg 1971. Außerdem: VOLK, O.: QUELLEN UND BEITRÄGE ZUR GESCHICHTE DER UNIVERSITÄT WÜRZBURG. Neustadt/Aisch 1966.
- (29) HUYGENS, Ch.: KOSMOTHEOROS SIVE DE TERRIS COELESTIBUS EARUMQUE ORNATU CONJECTURAE. Ad Constantinum Huygenium fratrem. Posthume Ausgabe 1698, Huygens starb 1695 [Vgl. 28 (VOLK)].
- (30) GIORDANO BRUNO: LA CENA DELLE CENERI. Roma 1584. Dt. Ausgabe Wagner, Leipzig 1830, lat. Ausgabe Fiorentino, Napoli 1880–1891.
- (31) VOLTAIRE: LETTRES PHILOSOPHIQUES, Brief 13, „Sur Mr. Locke“ (Vgl. (13)).
- (32) VOLTAIRE: Vgl. (31), 15. Brief „Sur le système de l’attraction“ „*La proximité de la Lune dans son plein et quand elle est nouvelle, et son éloignement dans ses quartiers, combinés avec l’action du Soleil rendent une raison sensible de l’élévation et de l’abaissement de l’Océan.*“ Das ist falsch – Erdnähe und Erdferne des Mondes sind phasenunabhängig. Zudem zeigt das Zitat, daß Voltaire die Mondbahn und damit das 1. Keplersche Gesetz nicht verstanden hat. Denn die Erde steht im Brennpunkt der Mondbahnellipse, ebenso wie die Sonne im Brennpunkt (Focus) der Planetenbahnellipsen. Dadurch gibt es bei jedem Umlauf nur einen erdnächsten Punkt (Perigäum) und einen erdfernen Punkt (Apogäum). Bei den Planeten spricht man von Perihel und Aphel. Nach Voltaires Behauptung müßten aber zwei Perigäen mit den Syzygien und zwei Apogäen mit den Mondvierteln zusammenfallen. Das ist nur möglich, wenn der Mond im Mittelpunkt der Ellipse, nicht im Brennpunkt steht, wie KEPLER postuliert hat. Doch hat Voltaire recht mit seiner Ansicht über die fluterzeugenden Kräfte-Anziehungskräfte von Mond und Sonne.
- (33) MARQUISE DE CHÂTELET (1706–1749): Vgl. (34), vgl. (13), O. VOLK, S. 415. Voltaire unterwies sie in Englisch, ihre Mathematiklehrer waren A. CLAIRAUT, P. L. DE MAUPERUIS, der deutsche Mathematiker S. KOENIG und der italienische Physiker F. ALGAROTTI. Voltaire richtete in ihrem Schloß Cirey ein physikalisches Kabinett ein. 1737, im Jahr der lappländischen Gradmessung erschien Voltaires Werk „ELEMENTS DE LA PHI-

LOSOPHIE DE NEUTON, MISA PORTEE DE TOUT LE MONDE PAR MR. DE VOLTAIRE. (Amsterdam 1737)

- (34) VON BITTER, R.: VOLTAIRE, LEBEN UND WERK IN DATEN UND BILDERN. INSEL-Taschenbuch Nr. 324. S. 190/91. Frankfurt/M 1978.
- (35) VOLTAIRE: Vgl. (31), 14. Brief: Sur Descartes et Newton.
- (36) DERHAM, W.: ASTRO-THEOLOGY OR A DEMONSTRATION OF THE BEING AND ATTRIBUTES OF GOD FOUND SURVEY OF THE HEAVENS. London 1715. Wie Kant selbst bezeugt, hat er die „Astro-Theology“ Derhams gut gekannt, hat aber die nebeligen Objekte anders gedeutet. Seine Spekulation erwies sich 1923 als richtig. (Vgl. 18).
- (37) – Der Wert der Sonnenparallaxe wurde gegen Ende des 19. Jhrh. durch S. NEWCOMB endgültig auf drei Stellen genau bestimmt. Messungen mit anderen Methoden (Parallaxenbestimmung über Planetoiden in Opposition (Eros, Sappho, Iris (HINKS 1901, SPENCER JONES 1931), durch die parallaktische Gleichung der Mondbahn (S. NEWCOMB 1890), durch Spektroskopie (W. S. ADAMS 1941), Radarechos von Venus und Mars (PRICE 1958), exakte Entfernungsbestimmungen Erde – Mars durch Raumsonden (Viking I und II, 1976) konvergieren alle auf den Newcombschen Wert $8''.798$. Gelegentlich wird noch der Wert $8''.794$ verwendet. Cassini und Richer bestimmten die Marsentfernung durch Messung der Parallaxe und berechneten daraus nach dem 3. Keplerschen Gesetz die Sonnenparallaxe. Der daraus hervorgehende Abstand Erde–Sonne, die große Halbachse der Erdbahn (149.6 Mill. Kilometer) wird als Astronomische Einheit bezeichnet.
- (38) und (39) CASSINI, G. V.: DE LA MERIDIENNE DE L'OBSERVATOIRE ROYALE DE PARIS, PROLONGEE JUSQU'AUX LES PYRENEES. Paris 1701
CASSINI, J.: DE LA GRANDEUR ET DE LA FIGURE DE LA TERRE. Paris 1720. Vgl. auch: NEWCOMB, S.-R. ENGELMANN: POPULÄRE ASTRONOMIE. Leipzig 1949, S. 327 und KRAFT, F.-A. MEYER-ABICH: Große Naturwissenschaftler Fischer-Handbücher Nr. 6010, Frankfurt 1970, S. 79.
- (40) – Vgl. (34), S. 191 und (28), vgl. Reindl und Volk.
- (41) KANT, I.: Vgl. (18), Teil III enthält einen „Vergleich der Bewohner der Gestirne“.
- (42) – Darüber vgl. SCHLOSSER, W.: ASTRONOMISCHE MUSTERVERSUCHE FÜR DIE SEKUNDARSTUFE I (eine Handreichung zur Einbeziehung der Astronomie in den Naturkunde-, Rechen- und Erdkundeunterricht, hrsg. von der Ruhr-Universität Bochum (Manuskript vervielfältigt, Erscheinungsjahr 1984. S. 6–8 (Musterversuch „Das Funkeln der Sterne“).
- (43) – Über die sprachpsychologische Definition der Spektralfarben vgl. PINILLOS, J. L.: LENGUA-INDIVIDUO-SOCIEDAD. Madrid 1969, sowie BROWN, R. – LENNEBERG, E.: A. Study in Language and Cognition. In: Journal of Abnorm & Social Psychology, Holt 1958.
- (44) Nach der Definition von N. R. POGSON verhalten sich die Intensitäten zweier Größenklassen wie $1 : 2.512$ ($\log 2.512 = 0.4$). Die Pogsonsche Formel, die seit 1854 zur Definition der Größenklassen verwendet wird, lautet:

$$m_1 - m_2 = -2.512 \log \frac{I_1}{I_2}$$

Schon Ptolomaïos suchte nach einer astrophotometrischen Definition, die hellsten Sterne bezeichnete er mit 1. Größe, die halb so hellen mit 2. Größe, die wieder halb so hellen mit 3. Größe u.s.w. Doch nimmt die Intensität nicht linear ab, sondern wie die

- obige Formel zeigt, in einer geometrischen Reihe. Andere Astronomen, welche nach einer Definition der Helligkeiten suchten, waren C. HUYGENS, J. HERSCHEL, J. H. LAMBERT und F. W. ARGELANDER. Letzterer lieferte die heute noch für den Helligkeitswechsel veränderlicher Sterne von Amateuren verwendete Stufenschätzungsmethode.
- (45) Vgl. STRUVE, O.: ASTRONOMIE. Berlin 1963, S. 316/17.
- (46) Das Interferometer wurde erfunden von H. FIZEAU und J. STEPHAN. A. MICHELSON hat es in die astronomische Beobachtungstechnik eingeführt. Vgl. (45), S. 452/53 und BECKER, W.: Sterne und Sternsysteme. Dresden/Leipzig 1950, S. 53.
- (47) Die Messung der Lichtgeschwindigkeit mit der Römerschen Methode ist wegen der vielen Fehlerquellen sehr schwierig. Vgl. SCHLOSSER, W.-TH. SCHMIDT-KALER: Astronomische Musterversuche (Sekundarstufe II), Kap. 11, S. 69–71). Der Römersche Wert für die Lichtgeschwindigkeit war 227 000 km/sec (22. 11. 1675, Paris), derjenige von Cassini war noch schlechter (177 000 km/sec). Die Hauptfehlerquelle ist, daß die Finsternisse auf der Jupiterscheibe nicht schlagartig eintreten, daß die Schatten von Jupiter und seinen Monden nicht scharf begrenzt sind und daß Jupiter in Sonnennähe nicht beobachtbar ist. Zudem laufen die Monde nur dann durch die Mitte des Jupiterschattens, wenn Jupiter nahe bei einem Bahnknoten steht.
- (48) Gemäß Definition der U.A.I. Grenoble 1976
- (49) Vgl. BAKER, R. – MAKEMSON, M.: AN INTRODUCTION TO ASTRODYNAMICS. New York – London 1960. Die dort angegebenen Marsdurchmesser schwanken zwischen $6743 \text{ km} \pm 22$ (See, 1901) und 6860 ± 21.7 km (Rabe, 1929). Gemäß NASA GSFC Rept. X-724-69-10 von 1969 beträgt der wahrscheinlichste Wert 6762 km. Dieser wurde verbessert durch die Sonden Viking I und Viking II (1976) auf 6786 km. Die U.A.I. hat 1976 als endgültigen Wert 6794.4 km festgelegt.
- (50) Dieses Zitat Keplers: vgl. (1) Micromégas (Ed. Larousse, S. 32, Fußnote). Siehe auch: VOLK, O.: KEPLERIANA. In: CELESTIAL MECANICS, 8, Doordrecht/NL-Boston 1973, S. 283–289 (Hier findet sich auch eine Bibliographie der Werke Keplers)
- (51) Nach O. VOLK (vgl. (50) erklärt Kepler die Grundidee dieser Beziehungen in „HARMONICES MUNDI“ (1619), wo er versucht, Sonne, Mond und Planeten in ein geometrisches System der regulären Körper (Kugel, Würfel, Tetraeder etc.) einzuordnen und die Abstandsverhältnisse mit der Länge von Saiten vergleicht (wobei er auf die Pythagoräer zurückgreift).
- (52) J. E. BODE (1747–1826) und I. D. TITIUS (1729–1796) entdeckten unabhängig voneinander eine Zahlenfolge für die Abstände der Planeten von der Sonne in Astronomischen Einheiten (1766 und 1772). Die Folge entspricht dem Bildungsgesetz:

$$a = 0.4 + 2^n \cdot 0.3$$
wobei a die mittlere Entfernung Sonne-Planet in Astronomischen Einheiten angibt und n die charakteristische Zahl für jeden Planeten ist (Merkur = 0, Venus = 1, Erde = 2, Mars = 3 u.s.w.)
Der 1781 entdeckte Uranus paßt gut in diese Sequenz. Doch war bei 2.8 eine Lücke. In der Neujahrsnacht 1801 entdeckte G. PIAZZI ein neues Objekt, das C. F. GAUSS als neuen Planeten erkannte und von dem er die Bahn berechnete. Für die große Halbachse des neuen Objekts fand er den Wert von 2.76 (Bode-Titius: 2.8). Dieser erste Kleinplanet wurde CERES genannt – über 2000 davon kennt man heute. Der 1846 entdeckte Neptun tanzt aus der Reihe (30.2 statt 38.4), jedoch paßt der 1930 aufgefundene Pluto wieder gut hinein (39.4–38.4). Voltaire kannte diese Folge.
- (53) Die Koordinaten der genannten Sterne: Vgl. AHNERT, P.: KALENDER FÜR STERNFREUNDE 1984, Leipzig 1984. Die Reduktion auf die Koordinaten von 1737 erfolgte nach

dem von W. WEPNER angegebenen Formelsystem in: MATHEMATISCHES HILFSBUCH FÜR STUDIERENDE UND FREUNDE DER ASTRONOMIE. Düsseldorf ²1982.

- (54) Die angegebenen Planetenpositionen 1737 wurden berechnet nach: AHNERT, P.: ASTRONOMISCH-CHRONOLOGISCHE TAFELN FÜR SONNE, MOND UND PLANETEN. Leipzig 1965. Der Vollständigkeit halber sei noch Jupiter erwähnt, nach Venus und Mars (in Opposition) der hellste Planet. Er stand 1737 weit weg vom kritischen Ort, er bewegte sich in der Gegend des Frühlingspunktes, ging gegen 2 Uhr Weltzeit unter und kam am 9. September in Opposition zur Sonne.

APPENDIX: Die textkritische Ausgabe der „Entretiens“ von Fontenelle (A. CALAME, Paris 1966) bringt bezüglich Micromégas eine interessante Bemerkung auf S. 50/51: „...*Il est piquant de constater, que Fontenelle sera lui meme victime de cette derniere forme d'ironie. Voltaire parodie son style fleurie et ses beautés blondes lorsqu'il entreprend de faire un malveillant portrait de Fontenelle, sous les traits du Secrétaire de l'Académie de Saturne, interlocuteur de Micromégas. Si l'on admet, avec M. WADE, que le conte de Micromégas a été écrit (sous le titre de „Voyage du baron de Gangan“) des 1739, on peut supposer que cette moquerie, que n'est d'ailleurs pas vraiment méchante, a pour cause la tracasserie occasionée par la parution des „Eléments de la Philosophie de Newton“, en 1738...*“ (Cf. O. WADE: VOLTAIRE'S MICROMEGAS. Princeton 1950)

Fußnote S. 50: „*Il est vrai que M. BARBER réfute M. WADE et donne d'assez bonnes raisons pour ne dater l'essentiel de Micromégas que de 1751 (cf. W. H. BARBER. THE GENESIS OF VOLTAIRE'S MICROMEGAS, article in FRENCH STUDIES, janvier 1957, Oxford)*“. Interessant vom astronomischen Standpunkt aus ist die Ausgabe von R. SHACKLETON, Oxford 1955. Shackleton verwendet die Ausgabe der „Entretiens“ von 1742, und weist in seinem Kommentar darauf hin, daß ihn vor allem der astronomische Hintergrund interessiert. Shackleton bezieht sich auf die „Entretiens“, nur sekundär auf „Micromégas“. CALAME zitiert ihn stets, wenn es um astronomische Einzelheiten geht.

Dr. Elmar ULLRICH
Sandstr. 3
8708 Gerbrunn

Zum Gedenken an Paul Matheis (1900–1981)

Von MARIA GRÜNSFELDER



Im März 1981 ist Herr Paul Matheis gestorben. Vielen Würzburgern wird seine Tätigkeit als Pilzberater noch in bester Erinnerung sein; immer liebenswürdig, humorvoll und mit großer Geduld hat er bis kurz vor seinem Tod ratsuchenden Pilzliebhabern Auskunft erteilt und dabei manchen Pilzliebhaber der kulinarischen Richtung vor Unheil bewahrt.

Die Geschichte der Pilzberatung in Würzburg ist zu einem ganz wesentlichen Teil von Paul Matheis mitgestaltet worden. So hat er bereits vor 1945 zusammen mit Dr. Zeuner, Hans Elser und Hans Dambach Pilzausstellungen im Naturkundemuseum in der Würzburger Residenz aufgebaut, Pilzvorträge gehalten und sich an der Pilzberatung auf dem Würzburger Markt beteiligt. Das geht einmal aus dem Artikel hervor, den er zum Gedenken an seinen Freund und Lehrer, Dr. Heinrich Zeuner, für die Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins Würzburg geschrieben hat (MATHEIS, 1970), zum anderen aber auch aus Zeitungsberichten der damaligen Zeit, die leider nicht genau zitiert werden können, weil auf den vorliegenden Ausschnitten entweder der Titel der Zeitung oder das Datum ihres Erscheinens nicht mehr erkennbar ist. Genau datierbar aber ist ein Brief des Leiters des Fränkischen Museums für Naturkunde Würzburg, Geheimrat Lehmann, der am 31. Oktober 1935 an Herrn Matheis schreibt:

„Sehr geehrter Herr Matheis! Sie haben sich um das Gelingen der großen Pilzausstellung im Herbst im Fränkischen Museum für Naturkunde sehr verdient gemacht, indem Sie Herrn Dr. Zeuner unterstützten und vertraten. Hierfür möchte ich Ihnen noch ganz besonders den Dank der Museumsverwaltung aussprechen.
Mit deutschem Grusse! K.B. Lehmann“.

Unter großen Schwierigkeiten wird nach dem 2. Weltkrieg die Pilzberatung in Würzburg wieder aufgenommen. Prof. Dr. Hans Zeidler vom Botanischen Institut der Universität Würzburg schreibt am 29. August 1946:

„Das Botanische Institut der Universität Würzburg ist nach der am 16. 3. 45 erfolgten völligen Zerstörung, bei der auch ein großer Teil der Bibliothek mit den erforderlichen Bestimmungswerken vernichtet wurde, zur Zeit weder räumlich noch personell infolge des Fehlens verschiedener Angehöriger in der Lage, eine gegenwärtig in der Pilzzeit dringend notwendige Pilzberatung durchzuführen. Eine solche ist unumgänglich, einmal um der bei dem heuer vermehrten Sammeln von Pilzen häufiger drohenden Gefahr der Vergiftung infolge Unkenntnis der Arten vorzubeugen, andererseits um die Bevölkerung auf dieses wertvolle zusätzliche Eiweißnahrungsmittel hinzuweisen.

Da von Seite des Botanischen Instituts niemand zur Verfügung steht, würden wir es sehr begrüßen, wenn Herr Paul Matheis aus Würzburg, der sich für eine Pilzberatung erboten hat und uns als ausgezeichnete Pilzkenner bekannt ist, diese Pilzberatung, für die ein Raum im Naturkundemuseum im Südflügel der Residenz zur Verfügung stünde, durchführen könnte, gemeinsam mit Herrn Hans Dambach, Würzburg,“

Unter „Nr. 20267/46 Betreff: Pilzberatungsstelle“ liegt ein Schreiben der Würzburger Stadtverwaltung vom 5. September 1946 vor, in dem es heißt:

„Die Gewährung eines Zuschusses für die Pilzberatungsstelle und Bereitstellung eines Raumes ist für die Stadtverwaltung nicht möglich. Herr Matheis führt die Geschäfte ehrenamtlich. Ich bitte den Pilzsachverständigen in allen Fragen der Pilzverwertung gutachtlich zu hören.“

Dieses Schreiben geht an das Feldpolizeiamt, an die Marktaufsicht und an die Preisbehörde. Am 13. September 1946 kann nun in der Main-Post folgender Hinweis erscheinen:

„Achtung! Pilzfreunde! Auf Anregung der Deutschen Gesellschaft für Pilzkunde unserer Stadt und des Botanischen Instituts befindet sich in

einem Raum des ehemaligen Naturkundemuseums in der Residenz eine kostenlose Pilzberatung. Die Beratungsstelle ist vorerst jeden Montag und Mittwoch von 9 bis 12 Uhr während der ganzen Pilzzeit geöffnet und steht unter der Leitung der Pilzsachverständigen Paul Matheis und Hans Dambach.“

Kurz darauf wird am 24. September 1946 wiederum in der Main-Post unter der Überschrift „Eßbare und giftige Pilze“ über diese Pilzberatungsstelle berichtet:

„Die lebhafteste Anteilnahme der Stadt- und Landbevölkerung an der Pilzberatung hat gezeigt, wie wichtig eine solche Stelle im Interesse der Ernährung ist. Wachsen doch in der näheren und weiteren Umgebung Würzburgs eine Menge Pilze, die nicht allgemein bekannt sind und dadurch für die Ernährung verloren gehen. Die durch langjährige Mitarbeit des verstorbenen Dr. Zeuner bekannten Pilzsachverständigen Hans Dambach und Paul Matheis bieten Gewähr für richtige Bestimmung und Verwertung der sonst in den Wäldern umkommenden zusätzlichen Ernährung. Es werden alle Fragen über Gift- und Speisepilze beantwortet. Der Beratung, die jeden Montag und Mittwoch von 9–12 Uhr stattfindet, ist eine Pilzschau angegliedert, in der die hauptsächlich vorkommenden Pilzarten (darunter auch die giftigen) gezeigt werden und jeden Tag von 10–13 Uhr besichtigt werden kann. Beratung und Pilzschau sind kostenlos und befinden sich im Südflügel der Residenz.“

Es sollte nicht vergessen werden, welcher Einsatz hier ohne jeden materiellen Gewinn von Paul Matheis, Hans Dambach, Hans Elser (KNEITZ, 1974) und Dr. Hans-Helmut Falkenhan für die notleidende Würzburger Bevölkerung in der Hungerzeit nach dem Krieg geleistet worden ist.

Wann und aus welchen Gründen die öffentliche Pilzberatung in Würzburg dann eingestellt worden ist, ist nicht genau bekannt; vermutlich aber hängt es mit der Verdrängung der nach dem Krieg übriggebliebenen Reste des Naturkundemuseums aus der Würzburger Residenz zusammen. Trotzdem wurde die Bevölkerung im privaten Rahmen weiter in Pilzfragen beraten; das fand jetzt in den Wohnungen der Berater statt. Am 23. Juni 1949 erscheint unter der Überschrift „Vorsicht giftige Pilze!“ im Zusammenhang mit einer Warnung vor dem Ziegelroten Rißpilz in der Main-Post u. a. der Hinweis:

„Im übrigen halten sich Herr Hans Dambach, Würzburg, Leistenstr. 64, und Paul Matheis, Max Dauthendeystr. 12, gerne bereit, jeden gewünschten Aufschluß über Pilze zu geben. P.M.“



P. Matheis

Omphalotus olearius

Handzeichnung von Paul Matheis, veröffentlicht in der Main-Post vom 19. September 1979

So scheint es lange Zeit geblieben zu sein, denn erst am 1. Juli 1974 wird in der Main-Post wieder eine öffentliche Pilzberatung angekündigt:

„Giftpilze haben nun ausgespielt. Endlich Pilzberatungsstelle – Anerkannte Fachleute stehen zur Verfügung. Das lange Tauziehen um eine öffentliche Pilzberatungsstelle ist zugunsten der Schwammerljäger entschieden worden. An jedem Montag werden zwischen 9 und 11 Uhr Dr. Hans-Helmut Falkenhan und Paul Matheis, beide Mitglieder des Naturwissenschaftlichen Vereins, im Marktbüro auf dem Marktplatz beraten.“

Glücklicherweise hatte sich bei uns inzwischen die Ernährungslage gebessert, und die Speisepilze hatten ihre Bedeutung als Zusatznahrung verloren. Aber die Jagd auf Pilze hat nicht nachgelassen, im Gegenteil, es hat sich eine unglaubliche (heute noch zu beobachtende) Pilz-Gier entwickelt. Dem Pilzkenner Matheis hat es weh getan, wenn körbeweise oder in Plastiktüten zermatscht wahllos zusammengerauftes Material mit der stereotypen Frage „kann man die essen“ angeschleppt wurde; oft genug waren darunter Exemplare seltener und schützenswerter Arten. Bei solchen Anlässen ist es öfter vorgekommen, daß er sich die Frage gestellt hat, ob es

nicht besser sei, jegliche Pilzberatung abzuschaffen, um keinen Anreiz mehr für den Hintergedanken zu geben, „die bei der Pilzberatung werden uns schon heraussuchen, was wir essen können“. Hätte er aber mit der Beratung aufgehört, hätte er die vernünftigen, maßvollen Sammler getroffen. So hat er in der Beratung derjenigen Menschen einen Sinn gesehen, die Pilze nicht ausschließlich als Objekte für den Kochtopf betrachteten, sondern sie um ihrer Eigenart willen kennenlernen wollten. Und für diese Menschen hat er auch seine zahlreichen Exkursionen und Vorträge gehalten.

Welche Arbeit zur Verbreitung der Pilzkunde Paul Matheis dabei geleistet hat, wird deutlich, wenn man die Vereinsnachrichten in den Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins Würzburg durchsieht. So hat er allein im Rahmen dieses Vereins in der Zeit von 1960 bis 1980 mehr als zweiundzwanzig Pilzexkursionen im Guttenberger Wald, auf dem Volkenberg bei Erlabrunn und im Sommerhäuer Wald geführt und dreizehn Vorträge gehalten (darunter übrigens auch einen Vortrag „Aus der Welt der Insekten“ und eine K. B. Lehmann-Stunde „Schöne Schmetterlinge“). Bei diesen Vorträgen führte er seine ausgezeichneten Lichtbilder vor, bei denen es ihm nicht auf eine schöne Staffage, sondern auf die Schönheit des Objekts mit seinen wichtigen Erkennungsmerkmalen ankam.

Getragen wurde das Wirken Paul Matheis' von einer großen Wissensfülle. Aus einem Interview, das er dem Volksblatt (13. 8. 73) gegeben hatte, stammt das Zitat:

„Ein bißchen Resignation in der Stimme, meint Paul Matheis: '300 Jahr müßt ich alt werden, um alle Pilze zu kennen!' Dabei ist sein Wissen staunenswert. Allein für 800 bis 900 Pilze weiß er Name, Erkennungsmerkmal und Verwendungszweck.“

Die letztere Zahl dürfte eher unter- als übertrieben sein. Langjährige geduldige und gründliche Forschungen haben ihn zu dem Mykologen von hohen Graden gemacht, der er war, ohne jemals ein akademisches Studium absolviert zu haben. Er hat nie ein großes Aufheben davon gemacht, daß er mit zahlreichen namhaften in- und ausländischen Mykologen wissenschaftlichen und freundschaftlichen Umgang pflegte, daß er ihr geschätzter und anerkannter Partner war. Da tauchen Namen auf wie Demoulin (Lüttich), Pilat (Prag), Moser (Innsbruck), E. H. Benedix, Andreas Bresinsky, Irmgard Eisfelder, Gerhard Groß, Hermann Jahn, German J. Krieglsteiner, Walther Neuhoﬀ, Johann Stangl, Theodor Wieland.

In Zusammenarbeit mit den genannten und vielen anderen Persönlichkei-

ten hat Paul Matheis eine große Zahl von Fakten über die unterfränkische Pilzflora zusammengetragen. Nur über einige hat er unmittelbar berichtet, so etwa über *Amanita (Lepidella) echinocephala* (Vitt.) Quel., den Meergrünen oder Stachel-Wulstling (MATHEIS, 1962) und über den Weißen oder Frühlingsknollenblätterpilz, *Amanita verna* Fries ex Buillard 1782 (MATHEIS, 1966). Wegen eines Vergiftungsfalls gibt er im September 1979 zusammen mit einer Handzeichnung eine kleine Mitteilung an die Main-Post, in der er über das Auftreten des Leuchtenden Ölbaum-Trichterlings (*Omphalotus olearius*) im Guttenberger Wald berichtet, einem Pilz, der „in unseren Breiten sehr selten ist und auch nicht jedes Jahr wächst“. Diese Seltenheit hatten Pilzsammler für einen Pfifferling gehalten, gegessen und sich Bauchweh mit heftigem Erbrechen zugezogen.

Seine meisten Beiträge zur Kenntnis der unterfränkischen Pilzflora aber hat Paul Matheis von der Öffentlichkeit unbemerkt geleistet. So schickt er Belege über seltene Pilzfunde an die Botanische Staatssammlung München. Von dort dankt ihm Andreas Bresinsky mit der Bitte um weitere Mithilfe am 21. November und 5. Dezember 1966:

„Sehr geehrter Herr Matheis! Gerne würden wir ein Belegexemplar von *Xerocomus parasiticus* und von *Amanita verna* für unser Herbarium haben. Wir sind stets an Belegen seltener oder irgendwie bemerkenswerter Arten interessiert.“

„Sehr geehrter Herr Matheis! Besten Dank für die Zusendung der schönen Exsiccate, die ich der Botanischen Staatssammlung einverleibt habe. Wenn Sie wieder einmal Exsiccate von besonderen Funden haben, wäre ich um Zusendung als Beleg für die Bayerische Pilzflora dankbar.“

Am 15. Januar 1963 tritt Frau Dr. Eisfelder an Herrn Matheis mit der Bitte um Mithilfe bei der Pilzkartierung in Europa heran:

„Sehr geehrter Herr Matheis! Sie haben sicher von dem Plan der Pilzkartierung in Europa gehört oder gelesen. Für Nordbayern habe ich den Auftrag, die Fundmitteilungen zu sammeln und an Herrn Dr. Bresinsky weiterzuleiten. Da Nordbayern groß ist und der Mykologen nur wenige da sind, bin ich nun emsig auf der Suche nach Funden und Findern dieser beiden Pilzarten.

Da das Gebiet um Würzburg zu den Hauptgebieten Nordbayerns zählt und Sie als guter Mykologe bekannt sind, möchte ich Sie heute bitten, mir Ihre Funde von *Pycnoporus (Trametes) cinnabarinus* und *Xerocomus (Boletus) parasiticus* mitzuteilen, gleichgültig, ob Sie die Funde

selbst gemacht haben oder ob sie Ihnen von Anderen gebracht wurden.
.....“

Als im Jahr 1976 die Koordination der Pilzkartierung an German J. Krieglsteiner übertragen wird, wendet er sich ebenfalls mit der Bitte um Mitarbeit an Paul Matheis:

„Lieber Herr Matheis! Heute komme ich mit einem Hilferuf zu Ihnen! Prof. Dr. Bresinsky hat mir am 30. 4. 1976 die gesamte künftige Kartierung der 'Europa-Pilze' übertragen. Ich würde mich sehr freuen, wenn Sie mich nicht im Stich lassen würden!., sind Sie doch der einzige, der aus dieser Gegend in Frage kommt.“ (Aus einem Brief vom 20. 5. 76)

War bis 1976 alles sehr grob in Grundfeldern, die je 30 Meßtischblätter umfaßten, kartiert worden, sollten ab jetzt die Fundstellen in die einzelnen Meßtischblätter eingetragen werden. Für diese neue Form der Kartierung wurden nacheinander jeweils eine bestimmte Anzahl von Pilzarten aufgerufen (KRIEGLSTEINER, 1976; 1978, 1979). Dabei wurden die bis jetzt für die Grundfeldkartierung gesuchten Arten nochmals unter den ersten 150 aufgerufenen Arten aufgeführt. Das verlangte ein mehrfaches Umarbeiten der Fundlisten und Nachprüfen der Fundstellen. Am 29. Februar 1980 gibt Paul Matheis (wohl nach einigen Zwischenmeldungen?) eine zusammenfassende Aufstellung an Krieglsteiner, in der er von den bis dahin aufgerufenen 400 Arten 155 für Unterfranken meldet. In seinem Begleitbrief schreibt er:

„Lieber Herr Krieglsteiner! Anbei die gewünschten Aufstellungen. Wie ich schon im letzten Brief schrieb, ist das Pilzwachstum in Franken durch die anhaltende Trockenheit sehr zurückgegangen; na, vielleicht kommt es wieder besser. Leider kann ich auch allem nicht mehr so nachgehen, das Alter macht sich halt doch bemerkbar.

Von den übrigen Pilzen der Aufstellungen habe ich hier noch keinen gefunden, von **allen** angegebenen besitze ich jedoch Farbdias.“

Ob Herr Matheis während der nachfolgenden Pilzsaision 1980 noch weitere Neufunde machen konnte, ist nicht bekannt. Der Tod hat ihn im Frühjahr des nächsten Jahres aus seiner Tätigkeit für den „stacheligsten Zweig der Scientia amabilis“ herausgerissen.

Ein trauriger Nachtrag muß noch angefügt werden: Am 7. Februar 1985 ist Frau Maria Matheis verstorben. Wie Herr Matheis war sie Mitglied im Naturwissenschaftlichen Verein Würzburg. Sie hat immer mit großem In-

teresse sein Wirken unterstützt; nach Aussagen von Herrn Matheis war sogar sie es, die ihn mit ihrer Liebe zu den Pilzen überhaupt erst angesteckt hat. Für diese Anregung müssen wir ihr dankbar sein.

Dem Ehepaar Paul und Maria Matheis soll ein ehrendes Andenken bewahrt werden!

Frau Maria Matheis hat mir in dankenswerter Weise die die Mykologie betreffende Korrespondenz von Herrn Matheis sowie eine große Zahl der eingearbeiteten Zeitungsausschnitte zur Verfügung gestellt. Der Familie Matheis, Creglingen, danke ich sehr für das Bild von Herrn Matheis. Der Mainpresse Richter Druck- und Verlags-GmbH u. Co. KG Würzburg (Main-Post) danke ich für die Erlaubnis zur Benützung ihres Archivs.

Literatur

KNEITZ, G. (1974): Haferl, der Prediger oder über die Kunst trotzdem zu leben.

Abh. Naturwiss. Ver. Würzburg 15, 93–112

KRIEGLSTEINER, G. J. (1976): Zur Kartierung von Großpilzen in und außerhalb der BRD – Zwischenbericht und 3. Aufruf zur Mitarbeit.

Z. f. Pilzkunde 42, 146–150

KRIEGLSTEINER, G. J. (1978): Zur Kartierung von Großpilzen in und außerhalb der Bundesrepublik Deutschland (Mitteleuropa). Eine neue Kartierungsliste. Verbreitung ausgewählter Röhrlinge und Hellblättler.

Z. f. Mykologie 44, 191–250

KRIEGLSTEINER, G. J. (1979): Zur Kartierung von Großpilzen in und außerhalb der Bundesrepublik Deutschland (Mitteleuropa). IV. Ausweitung des Kartierungsprogramms. Verbreitung ausgewählter Agaricales und Russulales.

Z. f. Mykologie, 45, 73–128

MATHEIS, P. (1962): Ein seltener Pilzfund in Würzburg.

Amanita (Lepidella) echinocephala (Vitt.) Quel.

Abh. Naturwiss. Ver. Würzburg 3, 139–141

MATHEIS, P. (1966): Der weiße oder Frühlingsknollenblätterpilz (*Amanita verna* Fries ex Buillard 1782). Zwei Fundstellen in Würzburg und Umgebung.

Abh. Naturwiss. Ver. Würzburg 7, 105–106

MATHEIS, P. (1970): Zum Gedenken an Dr. Heinrich Zeuner.

Abh. Naturwiss. Ver. Würzburg 11, 107–108

Dr. Maria GRÜNSFELDER
Institut für Botanik und Pharmazeutische
Biologie der Universität Würzburg
Mittlerer Dallenbergweg 64, 8700 Würzburg

Buchbesprechung

LENZ MEIEROTT, VOLKMAR WIRTH, GABRIELE RITSCHEL-KANDEL: Rote Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen in Unterfranken. Herausgegeben von der Regierung von Unterfranken. Würzburg 1984

Für die Bundesrepublik Deutschland und für Bayern gibt es schon seit einigen Jahren Rote Listen, in denen bereits ausgestorbene sowie aktuell und potentiell gefährdete Gefäßpflanzen nach Stufen der Gefährdung angeordnet zusammengestellt sind. Ein Mangel dieser Listen ist jedoch, daß die geographische Differenzierung der Gefährdung darin zu wenig zum Ausdruck kommt. Die verschiedenen Naturräume in Bayern zwischen den Alpen im Süden und der Mittelgebirgsschwelle im Norden sind in Bezug auf die landschaftsökologischen und pflanzengeographischen Voraussetzungen nämlich sehr unterschiedlich. So kommt z.B. die Mehlprimel (*Primula farinosa*) im Alpenvorland ziemlich häufig vor, die Vorkommen im Raum Schweinfurt — die einzigen in Unterfranken — sind stark vom Aussterben bedroht. Der Zarte Lein (*Linum tenuifolium*) dagegen ist in den mainfränkischen Trockenrasen eine ziemlich häufige Art, im übrigen Bayern eine Seltenheit. So ist es zu begrüßen, daß die Autoren im Auftrag der Regierung von Unterfranken (Dr. Gabriele RITSCHEL-KANDEL ist Mitarbeiterin der Höheren Naturschutzbehörde an der Regierung von Unterfranken) aufgrund ihrer eigenen pflanzengeographischen Untersuchungen und der Unterlagen der floristischen Kartierung von Bayern (Leiter der Regionalstelle: Dr. Volkmar WIRTH, Stuttgart; früher: Würzburg) eine Rote Liste für Unterfranken erstellt haben. Von den 1430 aus Unterfranken bekannt gewordenen Farn- und Blütenpflanzen sind 7 % bereits ausgestorben und verschollen, 4 % akut vom Aussterben bedroht, 7 % stark gefährdet, 11 % gefährdet und 4 % potentiell gefährdet. Nur für etwa Zweidrittel der Arten droht keine unmittelbare Gefahr. Allein eine solch regionale Bearbeitung der Roten Liste ist von großem Wert für Fragen des Naturschutzes.

Die Veröffentlichung bietet aber noch wesentlich mehr. In einem eigenen Abschnitt stellt MEIEROTT für die Arten der Roten Liste und eine Reihe anderer Arten mit nur begrenzten Vorkommen in Unterfranken die Häufigkeit für die einzelnen Naturräume zusammen. Dabei werden in Anlehnung an den Entwurf von Meynen und Schmithüsen 1962 unterschieden: Untermainebene, Spessart – Südrhön, Rhön, Mainfränkische Platten, Steigerwaldvorland – Grabfeld (einschließlich Schweinfurter Becken) und Keuperbergland (Haßberge und Steigerwald). Dadurch wird die Gefährdung der einzelnen Arten in ihrer geographischen Differenzierung deutlich.

Dem gleichen Ziel dienen die über 200 sehr übersichtlichen Verbreitungskärtchen von gefährdeten Arten, die als Rasterkarten mit einem Meßtischblattquadranten als Grundfeld angelegt sind. Dabei werden aktuelle Funde in den letzten 10 Jahren (1973–1983) von früheren Angaben (vor 1973, vor 1945, vor 1900) durch die Art der verwendeten Zeichen unterschieden. Gerade dadurch wird der erschreckende Rückgang vieler Arten besonders deutlich. Als Beispiele von früher recht verbreiteten und heute auf wenige Fundorte beschränkten Arten sollen genannt werden: *Agrostemma githago* (Kornrade), *Campanula cervicaria* (Borstige Glockenblume), *Helichrysum arenarium* (Sandstrohblume), *Jurinea cyanoides* (Silberscharte) und *Nigella arvensis* (Ackerschwarzkümmel). Von früher nicht seltenen, jetzt aber ausgestorbenen oder verschollenen Arten sind die früheren Fundorte von *Viola persicifolia* (Moorveilchen), *Stellaria palustris* (Sumpfsternmiere) und *Ranunculus lingua* (Zungenhahnenfuß) auf Kärtchen dargestellt. Mit dieser Veröffentlichung liegt zum ersten Mal eine zeitlich und räumlich differenzierte Darstellung der Vorkommen seltener Pflanzen für Unterfranken vor. Sie ist nicht nur für den Artenschutz, sondern auch für die Arealkunde und für die kausale Deutung von Pflanzenarealen eine sehr wertvolle Unterlage.

In einem letzten Abschnitt stellt RITSCHHEL-KANDEL wichtige Lebensgemeinschaften mit gefährdeten Arten und deren Lebensbedingungen vor. Damit soll deutlich gemacht werden, wie sehr der Artenrückgang mit der weitgehenden Zerstörung ganzer Typen von Vegetationseinheiten wie Kleinseggenriede (Flachmoore), Pfeifengraswiesen, Sandmagerrasen und Ruderalfluren der Dörfer zusammenhängt. Bei den einzelnen Vegetationseinheiten werden die jeweils kennzeichnenden Arten genannt, fast 60 davon in anschaulichen Zeichnungen der Autorin abgebildet. Das gibt dem Nichtfachmann Anhaltspunkte für das Erkennen der gefährdeten Arten und Lebensgemeinschaften. Man kann darin auch einen kleinen vegetationskundlichen Exkursionsführer für Mainfranken sehen.

Dieses Buch ist ein vorbildliches Werk über die Gefährdung von Pflanzentypen. Etwas ähnliches liegt noch für keinen anderen Regierungsbezirk in Bayern vor. Es kann allen an Naturschutz und an Botanik Interessierten wärmstens zur eifrigen Benutzung empfohlen werden. Es ist ein Beitrag zur pflanzengeographischen Erforschung von Unterfranken und liefert wesentliche Einsichten in die landschaftsökologische Situation in diesem Gebiet.

Dr. Winfried HOFMANN
Raßdörferstr. 19
8720 Schweinfurt

Vereinsnachrichten über das Jahr 1981

1. Mitgliederstand: Am 1. 1. 1981: 333, am 31. 12. 1981: 316.

2. Veranstaltungen

a) Vorträge

9. 1. 81 Dr. Wolfgang Tränkle, Schafnutzungsgemeinschaft Rhön-Spessart, Bad-Brückenau
„Die Rhön und ihre Schafe“
30. 1. 81 Bauoberrat Otto Burgis, Leiter des Referats „Landschaftspflege“ bei der Flurbereinigungsdirektion Würzburg (Einführung: Gerhard Fenske, Präsident der Flurber. Dir. Würzburg)
„Praktizierte Landschaftspflege in der Flurbereinigung“
6. 3. 81 Dr. Herbert Basler, Güntersleben
„Bäume“
8. 5. 81 Dr. Wolfgang Schumacher, Bonn
„Schutz von Ackerunkräutern?“
22. 5. 81 Dipl. Biol. Joachim Milbradt, Erlangen
„Hecken – ihre Bedeutung in der Kulturlandschaft“
26. 6. 81 Klaus Pistener, Würzburg
„Tagfalter aus dem Tiefland Perus“
10. 7. 81 Prof. Dr. Reiner Kümmel, Würzburg
„Energie, Umwelt und Wirtschaftswachstum“
25. 9. 81 Dipl.-Ing. Harald W. Merx, Fürth
„Solartechnik und Solararchitektur – Möglichkeiten und Stand“
23. 10. 81 Prof. Dr. Wilfried Haas, Würzburg
„Der Vogelzug über die Sahara“
6. 11. 81 Dr. Rainer Lösch, Kiel
„Trockenrasen in Unterfranken“
27. 11. 81 Prof. Dr. Erwin Rutte, Würzburg
„Neues vom Schalksberg – Ein paläontologischer Bericht“
11. 12. 81 Prof. Dr. Dr. Wilhelm Dreier, Würzburg
„Umweltschutz und Ethik“

b) Lehmann-Stunde

25. 1. 81 Kurt Frantz, Würzburg
2 Farbtonfilme: „Das Zeubelrieder Moor“ und „Zwischen Buchen und Beton“

c) Exkursionen und andere Veranstaltungen

29. 3. 81 Vogelkundliche Fahrt zu den Seen bei Poppenwind. Führung: Emil Götz, Hermann Kneitz
17. 5. 81 Wanderung durch die fränkische Steppenheide: Gambach, Gössenheim, Ruine Homburg. Führung: Dr. Elmar Ullrich
24. 5. 81 Wanderung über die Erthaler Berge: Hammelburg, Feuerthal, Seeshof, Untererthal. Führung: Dr. Elmar Ullrich

- 30. 5. 81 Naturschutzgebiete im Landkreis Würzburg I: Edelmannswald – Blaugrashalden. Führung: Kurt Dittrich
- 31. 5. 81 Wanderung zwischen Rhön und Fränkischer Saale: Arnstein, Hammelburg, Untererthal, Büchelberg, Schwärzelbach, Heckmühle, Windheim. Führung: Dr. Elmar Ullrich
- 4. 6. 81 Vogelkundliche Wanderung in den Gadheimer Wald. Führung: Hermann Kneitz, Emil Götz
- 6. 6. 81 Naturschutzgebiete im Landkreis Würzburg II: Winterleiten-Ödung, Marsberg. Führung: Heinz Kaßner
- 8. 6. 81 Traditionelle Waldmeisterexkursion zum Sodenberg: Adelsberg, Seyfriedsburg, Aschenroth, Sodenberg. Führung: Dr. Elmar Ullrich
- 28. 6. 81 Wanderung im Raum Bad Kissingen: Oerlenbach, Datzbrünne, Wittelsbacher Turm, Eyringsburg. Führung: Dr. Elmar Ullrich
- 12. 7. 81 Geologische Exkursion von Randersacker zum „Schloßplatz“. Führung: Prof. Dr. Erwin Rutte
- 18. 7. 81 Nistkastenkontrolle im Gramschatzer Wald. Leitung: Prof. Dr. Gerhard Kneitz
- 25. 7. 81 Naturschutzgebiete im Landkreis Würzburg III: Zeubelrieder Moor. Führung: Alfred Schäflein
- 28. 11. 81 Besichtigung des Siemens-Elektromotorenwerks Würzburg
- 12. 12. 81 Besichtigung des Mineralienmuseums im Mineralogischen Institut. Leitung: Dr. Eckard Amelingmeier
- 27. 12. 81 Winterliche Vogelbeobachtungen am Main. Leitung: Hermann Kneitz, Emil Götz

d) Arbeitskreis Heimische Orchideen Unterfranken

Die Orchideenkartierung wurde systematisch fortgesetzt und hat nun für Unterfranken einen sehr hohen Stand erreicht.

Als herausragendes Ereignis des Jahres steht – leider – eine Umpflanzaktion im Mittelpunkt. Die Erweiterung des Abbaugebietes der Zementfabrik in Lengfurt sollte auch einen unserer größten Standorte von *Ophrys sphegodes* erfassen. Mit Genehmigung der Naturschutzbehörde und mit Erlaubnis und Beihilfe der Zementfabrik als Grundstückseigentümer wurden etwa 80 Pflanzen deshalb an einen ungefährdeten Platz umgesetzt. Es wird allerdings Jahre dauern, bis sich Erfolg oder Mißerfolg endgültig bestimmen lassen.

Themen unserer Monatstreffen:

- 22. 1. 81 Herr Malkmus: Botanische Streifzüge durch Ostkreta
- 18. 2. 81 Herr Pistner: Auf Exkursion in Peru
- 18. 3. 81 Herr Zeller: Kartierungsergebnisse 1980
- 8. 4. 81 Herren Zeller/Wolfstetter: Flora am Untermain
- 20. 5. 81 Herr Knittel: Streifzug durch die bunte Pflanzenwelt
- 15. 7. 81 Herr Malkmus: Exkursion an den Gardasee
- 16. 9. 81 Aus unserer Dia-Kiste
- 21. 10. 81 Zwei Filme der Natur- und Vogelschutzgruppe Lauda
- 11. 11. 81 Herr Glanz: Auf Exkursion im mittleren und südlichen Baden
- 16. 12. 81 Noch einmal: Aus unserer Dia-Kiste

Exkursionen:

- 21. 3. 81 Pflegearbeiten im Garten des Bund Naturschutz im Ölgrund
- 2. 5. 81 Homburger Höhe: Markierung der umzusetzenden *Ophrys sphegodes*

- 16. 5. 81 Oberes Schondratal und Weißenbachtal
- 30. 5. 81 Haßberge, Westhänge zwischen Hofheim und Königsberg
- 15.-20. 6. 81 Exkursion im Voralpenland
- 4. 7. 81 Homburger Höhe: Umpflanzung der Ophrys sphegodes
- 18. 7. 81 Westlicher Spessarttrand
- 3. 10. 81 Pflegearbeiten im Pflanzgarten des Bund Naturschutz im Ölgrund

Friedrich Rudolph

e) Aquarienabteilung

Die Veranstaltungen fanden jeweils am Dienstag um 20 Uhr im Vereinslokal „Bayerischer Hof“, Sanderstraße, statt.

- 20. 1. 81 Vorführung der von uns gestalteten Lichtbildserie:
 „Rund um das Wasser – 3. Teil“: Interessante physikalische Besonderheiten des Wassers und die Vollentsalzung des Leitungswassers in Theorie und Praxis
- 3. 2. 81 Lichtbildervortrag von der Bildstelle Süd
 „Karibische Plauderei“
- 17. 2. 81 Ausspracheabend
- 17. 3. 81 Lichtbildervortrag von der Bildstelle Süd
 „Gesunde Pflanzen im Aquarium – Wege und Möglichkeiten zu einem schönen Aquarium“
- 31. 3. 81 Lichtbildervortrag von der Bildstelle Süd
 „Afrika – 1. Teil“: Farbbild-Bericht über Schutzgebiete und Nationalparks des Schwarzen Erdteils
- 14. 4. 81 Ausspracheabend
- 28. 4. 81 Lichtbildervortrag von der Bildstelle Süd
 „Afrika – 2. Teil“: Farbbild-Bericht über für uns besonders interessante Biotope, über Fische und Pflanzen dieses Kontinents
- 12. 5. 81 Ausspracheabend
- 26. 5. 81 Lichtbildervortrag von der Bildstelle Süd
 „Im Zeichen der Fische – Teil 1“: Eine bunte Schau unserer Aquarienfische
- 9. 6. 81 Ausspracheabend
- 23. 6. 81 Lichtbildervortrag von der Bildstelle Süd
 „Im Zeichen der Fische – Teil 2“: Ein Querschnitt durch die ganze Aquaristik
- 7. 7. 81 Lichtbildervortrag von Vereinsfreund Rudolf Suttner
 „Wann bekommt der Discusfisch seinen festen Platz im Gesellschaftsbecken?“
- 21. 7. 81 Ausspracheabend
- 15. 9. 81 Ausspracheabend
- 27. 9. 81 Besuch des VDA-Bezirkstags in Gunzenhausen, ausgerichtet vom Aquarienverein „Percula“
- 29. 9. 81 Lichtbildervortrag von der Bildstelle West
 „Je t’aime – Beobachtungen vom Balz-, Laich- und Pflegeverhalten verschiedener Aquarienfische“
- 13. 10. 81 Ausspracheabend
- 27. 10. 81 Lichtbildervortrag von der Bildstelle Mitte
 „Bangkok“: Das Märchenland Thailand und seine Bedeutung für uns Aquarianer

10. 11. 81 Ausspracheabend

24. 11. 81 Ausspracheabend

8. 12. 81 Lichtbildervortrag von der Bildstelle Mitte

„Das biologische Bilderrätsel“: Farbbilder aus unserer Liebhaberei und der Natur mit eingestreuten Fragen zum Testen des naturkundlichen Wissens

Fritz Holzmann

f) Ornithologische Arbeitsgruppe

Die Ornithologische Arbeitsgruppe hat wie in den Jahren vorher ihre monatlichen Treffen im Wirsberg-Gymnasium gehalten. Sie dienten dem Austausch von Beobachtungen, aber auch der Besprechung von Schutzmaßnahmen. Exkursionen führten in die weitere und nähere Umgebung von Würzburg, zu den Seen bei Gerolzhofen und in das Weihergebiet um Poppenwind zum Kennenlernen der vielfältigen Wasservogelwelt. Durchgeführt wurden sie vom Leiter der Arbeitsgruppe StDir Hermann Kneitz und seinem Vertreter Emil Götz. Beide Herren zeigten auch bei abendlichen vogelkundlichen Spaziergängen zahlreichen Interessenten die Vogelwelt der näheren Umgebung von Würzburg. Für vogelkundliche Anfänger führte Dr. Hilmar Beck die beliebten Vogelstimmenexkursionen durch.

3. Kassenbericht für 1981

Salden per 1. 1. 1981:

Kasse	1 276,72 DM
Postscheck-Konto	891,99 DM
Girokto. Bayer. Vereinsbk.	3 035,59 DM
Sparkto. Städt. Sparkasse	780,80 DM
Pfandbriefe	20 000,— DM
	<u>25 985,10 DM</u>

Einnahmen 1981:

Mitgliedsbeiträge	6 070,— DM
Zinsen für Pfandbriefe	1 100,— DM
Zinsen für Spar- u. Girok.	55,84 DM
Zuschuß Bezirk Unterfrank.	1 000,— DM
Zuschuß Kultusministerium	1 500,— DM
Diverse Spenden von Mitgl.	675,— DM
Eintritt für Vorträge	324,— DM
Einnahmen für	
Abhandlungen	3 209,— DM
Einnahmen für Postkarten	6,20 DM
Beteiligung des Bund Natur-	
schutz an Vortragskosten	800,— DM
Beteiligung eines Mitgl.	
an Programmdruckkosten	133,34 DM
Zahlung der Deutschen	
Bundesbahn für Meßpunkt-	
Gestattung in Gambach	41,— DM
	<u>14 914,38 DM</u>

40 899,48 DM

Ausgaben 1981:

Programmdruck	871,12 DM
Plakatdruck	939,60 DM
Honorar für Referenten	1 250,— DM
Bewirtung f. Referenten	55,30 DM
Saalmiete	1 300,— DM
Entschädigung Hausmeister	105,— DM
Rednerpult	287,92 DM
Porto-Auslagen	618,05 DM
Telefon-Auslagen	100,50 DM
Kosten Eintrag Telefonbuch	30,— DM
Kosten für Verwaltung	123,— DM
Bankspesen für Postscheck-,	
u. Girokto., Pfandbriefe	144,30 DM
Auslagen für Ehrungen,	
Bestattungen, etc.	544,70 DM
Auslagen für Aquarienabt.	1 701,89 DM
Beitr. Deut. Naturschutzring	331,32 DM
Beitrag Tierschutzverein WÜ	10,— DM
Beitrag Unfallversicherung	95,— DM
Rückzahlung für Privat-	
darlehen aus 1980	2 000,— DM
	<u>10 507,70 DM</u>

Salden per 31. 12. 1981:

Kasse	2 260,62 DM
Postscheck-Konto	689,35 DM
Girokto. Bayer. Vereinsbank	6 627,77 DM
Sparkto. Städt. Sparkasse	814,04 DM
Pfandbriefe	20 000,— DM
	<u>30 391,78 DM</u>

40 899,48 DM

Würzburg, 16. Januar 1982

Kassenprüfer: Heinz Kaßner

Karl Weidner

Karl-Hermann Kleinschnitz, Kassenwart

4. Jahresmitgliederversammlung am 23. 4. 82

a) Tätigkeitsbericht über 1981 des 1. Vorsitzenden Gerhard Kneitz. Die 13 Vorträge haben großen Anklang gefunden; einige waren durch die Kontroverse Naturschutz/Flurbereinigung sehr von Emotionen bewegt. Auch an den 13 Exkursionen und Wanderungen haben viele Mitglieder teilgenommen. Kneitz dankt den aktiven Gruppen des Vereins für ihre Tätigkeit. Dem Leiter der Aquarienabteilung, Fritz Holzmann, wurde am 27. 11. die Ehrenmitgliedschaft verliehen, der Unterfränkische Naturschutzpreis ging am 11. 12. an Hedwig Auvera. Im Frühjahr 1982 konnte der Band 16 (1975) der Abhandlungen herausgebracht werden.

b) Kassenbericht und Entlastung.

Karl-Hermann Kleinschnitz gibt den Kassenbericht. Das Darlehen, das 1980 für die Herausgabe des Bandes 19 der Abhandlungen aufgenommen werden mußte, konnte zurückgezahlt werden. Die Versammlung erteilt dem Vorstand Entlastung.

c) Verschiedenes.

Der Leiter des Arbeitskreises Heimische Orchideen Unterfranken Friedrich Rudolph beantragt, daß der Arbeitskreis dem NWV als korporatives Mitglied beitrifft. Er teilt mit, daß der Arbeitskreis seine Arbeit auf die gesamte Botanik ausdehnen wird und sich daher jetzt „Botanische Vereinigung Unterfranken mit Arbeitskreis Heimische Orchideen“ nennt. Einige Mitglieder der Vereinigung sind zugleich Mitglieder des NWV. Die Vorteile des Beitritts sieht Rudolph vor allem in der Zusammenarbeit mit dem NWV, besonders bei der botanischen Kartierung. Die Versammlung beschließt einstimmig, daß die Vereinigung als korporatives Mitglied aufgenommen wird. Die Vereinigung wird dem NWV einen Beitrag von 100,— DM im Jahr bezahlen.

Die Versammlung beschließt mehrheitlich, daß der nächste Unterfränkische Naturschutzpreis an Prof. Dr. Karl Gößwald verliehen werden soll.

K.-H. Kleinschnitz regt an, den Mitgliedsbeitrag des Vereins zu erhöhen. Die Versammlung legt den Beitrag ab 1. 1. 83 auf 25,— DM im Jahr fest; Studenten zahlen unverändert 10,— DM.

G. Kneitz gibt bekannt, daß Frau Liselotte Weidner am 8. 4. 82 als Schriftführerin und Geschäftsführerin zurückgetreten ist; gleichzeitig ist Karl Weidner als Beirat und Kassensprüfer zurückgetreten. Der Vorstand bedauert diese Rücktritte außerordentlich. Frau Weidner war seit 1956, also 26 Jahre lang, Schriftführerin des Vereins und hatte seit 1963 auch die Geschäftsführung. Durch ihren kontinuierlichen Einsatz hat sie sich sehr große Verdienste um den Verein erworben. Im Jahr 1977 wurde sie zum Ehrenmitglied des Vereins ernannt. Herr Weidner hat dem Verein jahrelang als Beiratsmitglied und als Kassensprüfer gedient. Der Verein ist Frau und Herrn Weidner zu großem Dank verpflichtet. Hauptgrund für die Rücktritte war die Auseinandersetzung des Vereins mit Fragen der Flurbereinigung. Frau Diethild Uhlich hat freundlicherweise die Geschäfts- und Schriftführung übernommen.

Vereinsnachrichten über das Jahr 1982

1. Mitgliederstand: Am 1. 1. 1982: 316, am 31. 12. 1982: 320.

2. Veranstaltungen

a) Vorträge

15. 1. 82 Prof. Dr. Horst-Günter Wagner, Würzburg
„Das Maintal – eine Entwicklungsachse?“
29. 1. 82 Helmut Steininger, Bund Naturschutz Bayern, München
„Nationalpark Königsee“
12. 2. 82 Prof. Dr. Otto von Helversen, Erlangen
„Blumenfledermäuse und Fledermausblumen“
23. 4. 82 Prof. Dr. Gerhard Kneitz, Bonn
„Zur Geschichte des Naturschutzes und der Ökologie in Würzburg“
28. 5. 82 Dr. Uwe Buschbom, Würzburg
„Zur Geschichte des Botanischen Gartens in Würzburg“
25. 6. 82 Dr. Hans-Helmut Falkenhan, Würzburg
„Neue Erkenntnisse zur praktischen Pilzkunde“
9. 7. 82 Dipl.-Soz. Karl-Heinz Hillmann, Würzburg
„Umweltschutz und Wertwandel“
11. 10. 82 Eberhard von Hagen, Bovenden
„Die biologische Bedeutung der Hummeln“
5. 11. 82 Rektor i.R. Fritz Holzmann, Würzburg
„Die Wunderwelt des Süßwasser-Aquariums“
19. 11. 82 Prof. Dr. Franz-Christian Czygan, Würzburg
„Arzneipflanzen — heute noch oder heute wieder?“
10. 12. 82 Prof. Dr. Karl Gößwald, Würzburg
„Ameisen als Fremdarbeiter — Spezielle Formen des Sozialverhaltens bei Ameisen“
Anschließend Überreichung des Unterfränkischen Naturschutzpreises an Prof. Gößwald

b) Lehmanns-Stunden

28. 3. 82 Dipl.-Biol. Michael Gruschwitz, Bonn
„Lurche und Kriechtiere“
26. 9. 82 Heinz Ehrenkäufer, Nürnberg
Filme über „Agrarleitplanung und Waldbau“

c) Exkursionen und andere Veranstaltungen

23. 1. 82 Besichtigung des Botanischen Gartens I. Führung: Dr. Uwe Buschbom
20. 3. 82 Fahrt in den Spessart, mit Schwerpunkt Hafenlohrthal
27. 3. 82 Entrümpelungsaktion Kürnach-Pleichach
31. 5. 82 Waldmeisterekursion: Wanderung über Wernfeld zum Sodenberg.
Führung: Dr. Elmar Ullrich
5. 6. 82 Fahrraddemonstration in der Würzburger Innenstadt für Verbesserung der Fahrradwege (gemeinsam mit Radlerinitiative Würzburg)

- 6. 6. 82 Botanische Exkursion zu den Naturdenkmälern in und um Höchberg.
Führung: Prof. Dr. Hans Zeidler
- 13. 6. 82 Exkursion in die Umgebung von Hammelburg (Büchelberg, Schwärzelbach, Heckmühle). Führung: Dr. Elmar Ullrich
- 26. 6. 82 Fahrt zu den Naturdenkmälern im Stadtbereich und Landkreis Würzburg.
Leitung: Cand. geogr. Barbara Sponholz
- 17. 7. 82 Wanderung ins Hafenlohrtal mit Informationen über den geplanten Speichersee
- 24. 10. 82 Heimatkundliche Exkursion in den Steigerwald: Prichsenstadt — Stollburg — Gerolzhofen. Führung: Dr. Elmar Ullrich
- 26. 11. 82 Besichtigung des Wasserwirtschaftsamtes Würzburg.
Leitung: Direktor Dipl. Ing. D. Wolfrum
- 26. 12. 82 Vogelkundlicher Spaziergang durch die Ringparkanlagen, Klein-Nizza zum Main. Führung: StDir. Hermann Kneitz, Emil Götz

d) Botanische Vereinigung Unterfranken mit Arbeitskreis Heimische Orchideen

Das Jahr 1982 brachte unserem Arbeitskreis einschneidende Veränderungen, die sich auch in der Änderung unseres Namens ausdrücken.

Nachdem die Kartierung der Orchideen in Unterfranken doch weitgehend vollständig ist, auf der anderen Seite aber eine große Menge anderer Pflanzen ebenso gefährdet ist, kam der Gedanke auf, unsere Tätigkeit auf die gesamte Flora unseres Gebietes auszudehnen. Dies sollte in der Weise geschehen, daß unsere Exkursionen vor allem in gefährdete Biotope führen sollten, um dort komplette Bestandsaufnahmen durchzuführen. Damit soll auch erreicht werden, daß für solche Biotope rechtzeitig Daten und Fakten zur Verfügung stehen. Der Gedanke fand allgemeine Zustimmung und wurde zum Beschluß erhoben. Als Ausdruck dieser Veränderung wurde auch der neue Name beschlossen. Dabei sollen aber die Orchideen durchaus ihren wichtigen Platz in unserer Arbeit behalten.

Themen der Monatstreffen:

- 20. 1. 82 Herr Glanz: Flora, Fauna und Kultur des Altlandkreises Hammelburg
- 17. 2. 82 Herr Malkmus: Auf Exkursion im Alpenvorland
- 17. 3. 82 Herr Zeller: Kartierungsergebnisse 1981
- 21. 4. 82 Herr Malkmus: Die Steppenheide von Mäusberg und Rammersberg
- 19. 5. 82 Herr Glanz: Eine Exkursion am Monte Gargano
- 16. 6. 82 Herren Zeller/Wolfstetter: Einführung in die allgemeine Botanik
- 21. 7. 82 Fortsetzung des Themas
- 15. 9. 82 Aus unserer Dia-Kiste
- 20. 10. 82 Herr Sternbeck: Auf Orchideensuche im Périgord
- 18. 11. 82 Herr Malkmus: Wildnis Kanada — Kanadische Nationalparks
- 15. 12. 82 Würzburger Schmalfilmer: Naturschutz in Würzburg

Exkursionen:

- 22. 5. 82 Unteres Schondratal
- 29. 5. 82 Mittleres Lohrtal
 - 5. 6. 82 Trockenrasenhänge bei Böttigheim
 - 17. 6. 82 Weickertswiese bei Rechtenbach
 - 26. 6. 82 Hafenlohrtal
- 10. 7. 82 Noch einmal: Umpflanzaktion *Ophrys sphegodes*, Homburger Höhe
- 11. 9. 82 Schluchtwälder zwischen Eichenfürst und Triefenstein
- 18. 9. 82 Steilhänge zum Main zwischen Hasloch und Reistenhausen

Friedrich Rudolph

e) Aquarienabteilung

Die Veranstaltungen fanden jeweils am Dienstag um 20 Uhr im Vereinslokal „Bayerischer Hof“, Sanderstraße, statt.

19. 1. 82 Ausspracheabend
2. 2. 82 Lichtbildervortrag von Vereinsfreund Suttner:
„Fischfang in Sri Lanka“
16. 2. 82 Ausspracheabend
2. 3. 82 Lichtbildervortrag von Vereinsfreund Suttner:
„Zucht und Pflege von Apistogramma cacatuoides“
16. 3. 82 Lichtbildervortrag von Vereinsfreund Suttner:
„Arten und Pflege der Wasserpflanzengattung Echinodorus“
30. 3. 82 Ausspracheabend
13. 4. 82 Lichtbildervortrag von der VDA-Bildstelle West:
„Kleinlebewesen im Aquarium“
27. 4. 82 Lichtbildervortrag von Vereinsfreund Suttner:
„Fische an der Küste Griechenlands“
11. 5. 82 Ausspracheabend
25. 5. 82 Lichtbildervortrag von Vereinsfreund Suttner:
„Zucht und Pflege von Fadenfischen“
8. 6. 82 Lichtbildervortrag von Vereinsfreund Suttner:
„Nanacara anomala, der Glänzende Zwergbuntbarsch“
22. 6. 82 Ausspracheabend mit Demonstration einer Kabelheizung von Vereinsfreund Rieth
6. 7. 82 Lichtbildervortrag von der VDA-Bildstelle Mitte:
„Bitte recht freundlich — Einführung in die Aquarienfotografie“
20. 7. 82 Ausspracheabend
14. 9. 82 Lichtbildervortrag von der VDA-Bildstelle Mitte:
„Kellerkinder — eine Plauderei über Welse und Schmerlen“
28. 9. 82 Ausspracheabend
12. 10. 82 Vorführung der von uns hergestellten Lichtbildserie:
„Rund um das Wasser — Teil 1: pH-Wert, Gesamthärte, Karbonathärte
(Wassermessung in Theorie und Praxis)“
26. 10. 82 Vorführung der von uns hergestellten Lichtbildserie:
„Rund um das Wasser — Teil 2: Ammonium-, Ammoniak-, Nitrit-, Nitrat-,
Sauerstoff- und Kohlendioxidgehalt, Messung der Leitfähigkeit“
9. 11. 82 Ausspracheabend
23. 11. 82 Lichtbildervortrag von der VDA-Bildstelle Mitte:
„Verhaltensfragen bei Brutpflegenden Fischen“
7. 12. 82 Lichtbildervortrag von der VDA-Bildstelle West:
„Empfehlenswerte Wasserpflanzen“

Fritz Holzmann

f) Ornithologische Arbeitsgruppe

Aktivitäten wie im Vorjahr.

3. Kassenbericht für 1982

Salden per 1. 1. 1982:

Kasse	2 260,62 DM
Postscheck-Konto	689,35 DM
Girokto. Bayer. Vereinsbk.	6 627,77 DM
Sparkto. Städt. Sparkasse	814,04 DM
Pfandbriefe	20 000,— DM
	<u>30 391,78 DM</u>

Einnahmen 1982:

Mitgliedsbeiträge	5 885,— DM
Zinsen für Pfandbriefe	791,94 DM
Zinsen für Spar- u. Girok.	34,49 DM
Zuschuß Bezirk Unterfrank.	1 100,— DM
Zuschuß Kultusministerium	1 300,— DM
Diverse Spenden von Mitgl.	223,50 DM
Eintritt für Vorträge	247,— DM
Einnahmen für Abhandlungen	2 515,73 DM
Einnahmen für Postkarten	2,— DM
Beteiligung des Bund Natur- schutz an Vortragskosten	500,— DM
Beteiligung eines Mitgl. an Programmdruckkosten	299,44 DM
	<u>12 899,10 DM</u>

Ausgaben 1982:

Programmdruck	410,80 DM
Plakatdruck	1 154,58 DM
Honorar für Referenten	330,— DM
Fahrtkosten und Bewirtung f. Referenten	197,90 DM
Entschädigung Hausmeister	203,— DM
Kosten für Abhandlungen	8 445,— DM
Porto-Auslagen	568,70 DM
Telefon-Auslagen	54,69 DM
Kosten für Verwaltung	145,60 DM
Bankspesen für Postscheck-, u. Girokto., Pfandbriefe	240,10 DM
Auslagen für Ehrungen u.ä.	451,— DM
Auslagen für Aquarienabt.	651,31 DM
Beitr. Deut. Naturschutzring	331,32 DM
Beitrag Tierschutzverein WÜ	10,— DM
Beitrag Unfallversicherung	95,— DM
	<u>13 289,— DM</u>

Salden per 31. 12. 1982:

Kasse	125,95 DM
Postscheck-Konto	385,92 DM
Girokto. Bayer. Vereinsbank	8 641,48 DM
Sparkto. Städt. Sparkasse	848,53 DM
Pfandbriefe	20 000,— DM
	<u>30 001,88 DM</u>

43 290,88 DM

43 290,88 DM

Würzburg, 8. Januar 1983
Kassenprüfer: Heinz Kaßner

Karl-Hermann Kleinschnitz, Kassenwart

4. Jahresmitgliederversammlung am 14. 1. 83

a) Tätigkeitsbericht des 1. Vorsitzenden Prof. Dr. Gerhard Kneitz.

Der Verein hat in der letzten Zeit viel ökologische Information gegeben, was auch für die Stadtentwicklung von Bedeutung ist. — Wir werden den Hörsaal Klinikstraße nur noch für kurze Zeit halten können, weil die Universität alle Vorträge in das Univ.-Hauptgebäude verlegen will. — Die Univ.-Bibliothek hat mitgeteilt, daß sie künftig von unseren Abhandlungen nicht mehr wie bisher 200, sondern nur noch 15 Exemplare abnehmen wird; hierüber wird mit der UB verhandelt werden. — Die Artikel für den Doppelband 17/18 der Abhandlungen (über das Kartenwerk) wurden zur Überarbeitung nochmal an die Autoren geschickt. — Es sind folgende Mitglieder verstorben: Sebastian Buchner, Hans-Georg Girisch und Gertrud Zimmermann. Herr Buchner hat sich für den Verein und ebenso für den Naturschutz (z.B. den Fledermausschutz) sehr verdient gemacht.

b) Kassenbericht und Entlastung.

Karl-Hermann Kleinschnitz gibt den Kassenbericht. Da die Pfandbriefe im September eingelöst worden sind, wurden neue mit höherem Zinssatz gekauft; die Einnahmenseite der Abrechnung weist daher nur die Zinseinnahmen der alten Pfandbriefe für 3/4 Jahre aus. Die Versammlung erteilt dem Vorstand einstimmig Entlastung.

c) Wahl des Vorstands und des Rechnungsprüfers.

Es werden einstimmig gewählt: 1. Vorsitzender: Prof. Dr. Gerhard Kneitz, 2. VS: Prof. Paul Seus, 3. VS: Dr. Walter Füchtbauer, Schrift- und Geschäftsführer: Diethild Uhlrich, Kassenwart: Karl-Hermann Kleinschnitz, Schriftleiter: Dr. Gabriele Ritschel-Kandel; außerdem als Rechnungsprüfer Heinz Kaßner.

d) Verschiedenes.

Die Versammlung befaßt sich mit der künftigen Gestalt der Abhandlungen. — G. Kneitz schlägt vor, Herrn Kleinschnitz die Ehrenmitgliedschaft zuzuerkennen, da dieser die Vereinskasse 1965 übernommen und sie seither ununterbrochen vorbildlich geführt hat; die Versammlung beschließt seine Ehrenmitgliedschaft einstimmig.



Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins Würzburg

Band 2, H. 1 (1961) – 30.— DM

Faunistische und floristische Untersuchungen in der Rhön.

- a) G. KNEITZ: Geographische Charakteristik der Rhön.
- b) G. KNEITZ und G. VOSS: Die Vegetationsgliederung der Rhönhochmoore.
- c) G. HANUSCH: Zur zoologischen Erforschung der Rhön.
- d) K. GÖSSWALD und W. HALBERSTADT: Zur Ameisenfauna der Rhön.
- e) P. EHRHARDT, W. KLOFT und H. KUNKEL: Zur Aphidenfauna der Hochrhön.
- f) G. SCHMIDT und E. SCHULZE: Ökologische Untersuchungen zur Orthopterenfauna des Rhöngebirges.
- g) W. BERWIG: Einige Bemerkungen zur Käferfauna der Hochrhön.
- h) A. SCHUG: Bemerkungen zur Odonatenfauna der Rhön.
- i) W. KIRCHNER: Einige Bemerkungen zur Ökologie der Araneiden im Roten und Schwarzen Moor.
- k) A. RIEDL: Ökologische Untersuchungen über terrestrische Milben aus Rhönmooren.
H. STADLER: Von der Vogelwelt des Spessarts.
H. HÄUSNER und M. OKRUSCH: Das kristalline Grundgebirge des Vorspessarts.

Band 3, H. 1 (1962) – 20.— DM

HALTENHOF, M.: Lithologische Untersuchungen im Unteren Muschelkalk von Unterfranken (Stratinomie und Geochemie).

Band 3, H. 2 (1962) – 20.— DM

WEISE, R.: Vegetation und Witterungsverlauf 1961 im Würzburger Raum.

MATHEIS, P.: Ein seltener Pilzfund in Würzburg.

STADLER, H.: Die Mollusken des Naturschutzgebietes Romberg-See von Sendelbach.

STADLER, H.: Die unbekannte Larve eines bekannten Ameisengastes.

KROMA, J.: Karstmorphologische Beobachtungen im westlichen Unterfranken.

HARZ, K.: Seltsame Schmetterlingsnahrung.

AUVERA, H.: Die Flora des Klosterforstes und seiner Randgebiete.

RUTTE, E.: Der Hauptmuschelkalk am Maintalhang von Köhler.

SANDER, K.: Beobachtungen über die Fortpflanzung der Kleinzikade *Aphrodes bicinctus* SCHRK.

HOFFMANN, U.: Zur Geologie des Maintales bei Marktbreit.

Band 4 (1963) – 20. – DM

PRASHNOWSKY, A. A.: Ursprung und Entwicklung des Lebens auf der Erde.

WEISE, R.: Vegetation und Witterungsverlauf 1962 im Würzburger Raum.

OKRUSCH, M.: Die Anfänge der mineralogisch-petrographischen Erforschung des Vorspessarts.

KRUMBEIN, W.: Über Riffbildungen von *Placunopsis ostracina* im Muschelkalk von Tiefenstockheim bei Marktbreit in Unterfranken.

WEISS, J.: Die „Würzburger Lügensteine“.

Band 5/6 (1964/65) – 30. – DM

HOFMANN, W.: Laubwaldgesellschaften der Fränkischen Platte.

Band 7 (1966) – 23. – DM

AUVERA, H.: Die Rebhügel des mittleren Maingebietes, ihre Flora und Fauna.

WEISE, R.: Vegetation und Witterungsverlauf im Würzburger Raum 1964–1965.

WEISE, R.: Bodenwasserhaushalt 1964–1965 im Würzburger Talkessel

HEROLD, A.: Naturgeographische Grenzsäume und altertümliche Anbautraditionen.

MATHEIS, P.: Der weiße oder Frühlingsknollenblätterpilz.

Band 8 (1967) – 20. – DM

RUTTE, E.: Die Cromer-Wirbeltierfundstelle Würzburg-Schalksberg.

GROSSMANN, A.: Bemerkenswerte Pflanzenfunde in der Rhön und im Fuldaer Gebiet.

BUSCH, K.: Der Keuper im Steigerwald bei Gerolzhofen.

KNEITZ, G. und KNEITZ, H.: Beobachtungen zum Vorkommen von Enten- und Rallenvögel auf dem unterfränkischen Main unter Berücksichtigung des extremen Winters 1962/63.

Band 9 (1968) – 20. – DM

SCHUA, L.: Siebzehn Jahre Gewässergüteuntersuchungen am Main im Regierungsbezirk Unterfranken/Bayern.

Band 10 (1969) – 20. – DM

AUST, H.: Lithologie und Paläontologie des Grenzbereiches Muschelkalk-Keuper in Franken.

Band 11 (1970) – 20. – DM

KNEITZ, G.: 50 Jahre Naturwissenschaftlicher Verein Würzburg e. V.

DIPPOLD, Gegenwartsprobleme der Forstwirtschaft in Unterfranken.

SCHNEEBERGER, J.: Landschaft und Flurbereinigung – Widerspruch oder Synthese?

- GROSSMANN, A.: Neue Beiträge zur Flora der Rhön und des Fuldaer Landes.
VOSSMERBÄUMER, H.: Zur bathymetrischen Entwicklung des Muschelkalkmeeres in Mainfranken.
MALKMUS, R.: Die Verbreitung der Larve des Feuersalamanders (*Salamandra salamandra salamandra* und *terrestris*) im Spessart.
KNEITZ, G.: Dr. Hermann Zillig, der Begründer des Naturwissenschaftlichen Vereins e. V. 1919 und Initiator des Fränkischen Museums für Naturkunde.
MATHEIS, P.: Zum Gedenken an Dr. Heinrich Zeuner.
HOFMANN, W.: Eine Übersichtskarte der natürlichen Vegetationsgebiete von Bayern und ihre Bedeutung für die geobotanische und geographische Forschung in Mainfranken.

Band 12 (1971) – 15.– DM

- MALKMUS, R.: Die Verbreitung der Molche im Spessart.
MALKMUS, R.: Die Verbreitung der Larve des Feuersalamanders (*Salamandra salamandra salamandra* und *terrestris*) im Spessart (1. Ergänzung).
KNEITZ, G.: Max Schultze und das Gelehrtenleben um die Jahrhundertwende in Würzburg

Band 13 (1972) – 30.– DM

- ULLMANN, I.: Das Zeubelrieder Moor. – Pflanzensoziologische und vegetationskundliche Untersuchungen des Naturschutzgebietes.
KNEITZ, G.: Otto Appel und die Botanische Vereinigung Würzburg.

Band 14 (1973) – 20.– DM

- WEISE, R.: Der Einfluß der Staustufen und der Baggerseen auf das Bestandsklima der Weinberge am Main.
SCHUA, L.: Geheimnisvolles Wasservogelsterben im Schönbuschsee bei Aschaffenburg – eine Folge der Umweltverschmutzung.
MALKMUS, R.: Verbreitung der Schlingnatter (*Coronilla austriaca*) im Spessart.
MALKMUS, R.: Die Laichplätze der Amphibien des Spessarts.
MALKMUS, R.: Die Verbreitung der Molche im Spessart.

Band 15 (1974) – 20.– DM

- BROD, W. M.: Eine Beobachtung über den Zug der Fische im Main aus dem Jahre 1812.
RITSCHEL, G.: Beitrag zur Kenntnis der Verbreitung xero- und basiphiler Erdflechten in Mainfranken.
SCHMIDT, G. H. UND BAUMGARTEN, M.: Untersuchungen zur räumlichen Verteilung, Eiablage und Stridulation der Saltatorien am Sperbersee im Naturpark Steigerwald.
KNEITZ, G.: Haferl, der Prediger oder über die Kunst trotzdem zu leben.

Band 16 (1975) – 20.– DM

- TRUSHEIM, F.: Die Fundstelle pleistozäner Säugetiere im Karst von Karlstadt am Main.
BETHGE, E.: Eulen im Würzburger Raum und ihre Ernährung, vor allem im Hinblick auf das Vorkommen von Kleinsäugern.
LINK, O.: Wildstand und Jagd im Bereich des Forstamtes Neuwirtshaus – einst und heute.
MALKMUS, R.: Zur Biologie und Verbreitung der Kröten im Spessart.

Band 19 (1978) – 20.– DM

- KNEITZ, G.: Karten zur Verbreitung von Pflanzen- und Tierarten im Lebensraum Unterfranken. I. Floristischer Teil.

Band 20 (1979) – 20.– DM

- KNEITZ, G.: Karten zur Verbreitung von Pflanzen- und Tierarten im Lebensraum Unterfranken. II. Faunistischer Teil.

Band 21/22 (1980/81) – 40.– DM

- VAUPEL, A.: Das Klima in Mainfranken – prägender Bestandteil seiner Umwelt.
RUTTE, E.: Bemerkungen zu einer geologischen Karte des Landkreises Würzburg.
KARL, H.: Unterfränkische Aspekte zur Entwicklung des Naturschutzes bis zum Ende des 2. Weltkrieges.
BUSCHBOM, U.: Der Botanische Garten der Universität Würzburg.
LÖSCH, R.: Die Ökologie der mainfränkischen Kalktrockenrasen.
RITSCHEL-KANDEL, G.: Naturschutzkartierung im Regierungsbezirk Unterfranken – Ein Aufruf zur Mitarbeit.
MICHEL, V.: Über die Entstehung und Erhaltung der Kulturlandschaft im Würzburger Raum.
SCHUA, L.: Die Reaktivierung biologisch-ökologischer Systeme zur Stärkung der Selbstreinigung im Main, als Ausgleich für die ökologischen Schäden des Ausbaues zur SchiffsstraÙe.
ULLMANN, I.: Die Vegetation in den unterfränkischen Regionen 1 und 2.
GÖSSWALD, K.: Unsere Ameisen im mittleren Mainingebiet.
GRÜNSFELDER, M.: Arzneipflanzen in Mainfranken.
MEIEROTT, L.: Verlust und Gefährdung des Bestandes an höheren Pflanzen in Unterfranken.
REIF, A.: Die Hecken in Mainfranken.
KRAUS, K.: Die Cladoceren (Wasserflöhe) der Main-Altewässer zwischen Würzburg und Randersacker.
ZIEGLER, R.: Beobachtungen zum unauffälligen Leben der Moose im fränkischen Muschelkalkgebiet.
WITTMANN, O.: Die Böden der Weinberge in Franken.
FALKENHAN, H.-H.: 25 Jahre Pilzberatung auf dem Marktplatz in Würzburg.

GRÜNSFELDER, M.: Zum Gedenken an Paul Matheis.

MALKMUS, R.: Soziale Thermoregulation bei Larven des Grasfrosches (*Rana temporaria* L.).

LÖSCH, R.: *Helianthemum x sulphureum* Willd. und die Blüh-Phänologie der unterfränkischen *Helianthemum*-Arten.

RITSCHEL-KANDEL, G., KIMMEL, C. und SCHÄFER, E.: Die Wuchsorte von *Blysmus compressus* (Zusammengedrücktes Quellried) in Unterfranken.

RITSCHEL-KANDEL, G.: Lebensräume in Unterfranken: Der Getreideacker.

RITSCHEL-KANDEL, G., KIMMEL, C. und SCHÄFER, E.: Der Gute Heinrich (*Chenopodium bonus-henricus*) in der Rhön.

BAUCHHENSS, E. und SCHOLL, G.: Bodenspinnen einer Weinbergsbrache in Maintal (Steinbach, Krs. Haßberge). Ein Beitrag zur Spinnenfaunistik Unterfrankens.

MÜHLENBERG, M. und LINSENMAIR, K. E.: Aus der Arbeit der Ökologischen Station Fabrik-schleichach der Universität Würzburg.

ULLRICH, E.: Voltaires Raumfahrerzählung „Micromegas“ und die Astronomie von damals und heute.

Bestellungen an:

Naturwissenschaftlicher Verein Würzburg

Dr. G. Ritschel-Kandel,

Friedrich-von-Spee-Straße 1, 8706 Höchberg

Naturwissenschaftlicher Verein Würzburg

Geschäftsstelle:

D. Uhlich, Crevennastraße 10, 8700 Würzburg

Vorstand:

1. Vorsitzender: Prof. Dr. G. Kneitz

2. Vorsitzender: Dr. W. Füchtbauer

3. Vorsitzender: Dr. W. Trapp

Schriftführer: D. Uhlich

Stellvertretender Schriftführer: Dr. M. Grünsfelder

Kassier: K.-H. Kleinschnitz

Schriftleiter: Dr. G. Ritschel-Kandel

Inhalt

<i>Bauchhenß Elisabeth und Günter Scholl: Bodenspinnen einer Weinbergsbrache im Maintal (Steinbach, Lkr. Haßberge). Ein Beitrag zur Spinnenfaunistik Unterfrankens</i>	3
<i>Lösch Rainer: Helianthemum x sulphureum Willd. und die Blüh-Phänologie der unterfränkischen Helianthemum-Arten</i>	24
<i>Ritschel-Kandel Gabriele, Christine Kimmel und Elfriede Schäfer: Der Gute Heinrich (Chenopodium bonus-henricus) in der Rhön</i>	29
<i>Ritschel-Kandel Gabriele und Lenz Meierott: Lebensräume in Unterfranken: Der Getreideacker</i>	37
<i>Ritschel-Kandel Gabriele, Christine Kimmel und Elfriede Schäfer: Die Wuchsorte von Blysmus compressus (Zusammengedrücktes Quellried) in Unterfranken</i>	61
<i>Mühlenberg Michael und Karl Eduard Linsenmair: Die Ökologische Station der Universität Würzburg in Fabrikschleichach ..</i>	66
<i>Malkmus Rudolf: Soziale Thermoregulation bei Larven des Grasfrosches (Rana temporaria L.)</i>	109
<i>Ullrich Elmar: Voltaires Raumfahrerzählung „Micromégas“ und die Astronomie von damals und heute</i>	119
<i>Grünsfelder Maria: Zum Gedenken an Paul Matheis (1900–1981)</i>	155
Buchbesprechung	163
Vereinsnachrichten über das Jahr 1981	165
Vereinsnachrichten über das Jahr 1982	171
Veröffentlichungen des Naturwissenschaftlichen Vereins Würzburg e.V.	176