

**WÜRZBURGER GEOGRAPHISCHE ARBEITEN**  
Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft Würzburg

Herausgeber: D. Böhn - H. Hagedorn - H. Jäger - H.-G. Wagner

Schriftleitung: U. Glaser

Heft 91

**Böden, Flora und Fauna  
von Schafkoppeln**

Thomas Licht

Würzburg 1996

Im Selbstverlag des Instituts für Geographie der Universität Würzburg  
in Verbindung mit der Geographischen Gesellschaft Würzburg

**Druck: Böhler Verlag GmbH, Seilerstraße 10, 97084 Würzburg**

**Bezug: Institut für Geographie der Universität Würzburg, Am Hubland,  
D-97074 Würzburg**

**© Alle Rechte vorbehalten**

**ISSN: 0150-9833**



This document is licensed under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (CC BY-SA 4.0): <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>

This CC license does not apply to third party material (attributed to another source) in this publication.

**Vorwort und Danksagung..... 9**

**Kapitel 1**

**Einleitung..... 11**

1.1 Kontext der Arbeit..... 11

    1.1.1 Koppelschafhaltung..... 12

    1.1.2 Fragestellung..... 13

    1.1.3 Die Untersuchungsflächen ..... 15

1.2 Entwicklung der Grünlandnutzung und Weidetierhaltung..... 18

1.3 Das Untersuchungsgebiet ..... 19

    1.3.1 Naturräumliche Gliederung ..... 20

    1.3.2 Geologie..... 21

    1.3.3 Böden ..... 23

    1.3.4 Klima ..... 24

    1.3.5 Vegetation ..... 22

        1.3.5.1 Potentielle natürliche Vegetation..... 24

        1.3.5.2 Reale Vegetation ..... 24

**Kapitel 2**

<b>Bodenuntersuchungen.....</b>	<b>27</b>
2.1 Allgemeine Beschreibung der Böden .....	27
2.1.1 Einleitung und Untersuchungsumfang.....	27
2.1.2 Bodenprofile .....	28
2.1.3 Bestimmung des Anteils organischer Substanz .....	29
2.1.3.1 Einleitung .....	29
2.1.3.2 Material und Methode .....	31
2.1.3.3 Ergebnisse.....	33
2.1.3.4 Diskussion.....	35
2.1.4 Korngrößenverteilung.....	35
2.1.4.1 Einleitung.....	35
2.1.4.2 Material und Methode .....	35
2.1.4.3 Ergebnisse.....	38
2.1.4.4 Diskussion.....	39
2.1.5 Stickstoffversorgung, pH-Wert.....	39
2.2 Bestimmung der Porenvolumenverteilung.....	40
2.2.1 Einleitung.....	40
2.2.2 Material und Methode.....	42
2.2.3 Ergebnisse .....	46
2.2.4 Diskussion .....	52
2.3 Bestimmung des Kf-Wertes.....	55
2.3.1 Einleitung.....	55
2.3.2 Material und Methode.....	55
2.3.3 Ergebnisse .....	59
2.3.4 Diskussion .....	62
2.4 Bestimmung des Infiltrationsvermögens im Gelände .....	63
2.4.1 Einleitung.....	63
2.4.2 Material und Methode.....	63
2.4.3 Ergebnisse .....	64
2.4.4 Diskussion .....	65
2.5 Zusammenfassung der Bodenuntersuchungsergebnisse .....	66

**Kapitel 3**

**Vegetationskundliche Untersuchungen ..... 69**

3.1 Einleitung..... 71

3.2 Material und Methode..... 72

    3.2.1 Aufnahmen nach BRAUN-BLANQUET..... 72

    3.2.2 Frequenzmethode..... 76

    3.2.3 Sonderstrukturen..... 77

3.3 Ergebnisse..... 78

    3.3.1 Aufnahmen nach BRAUN-BLANQUET..... 78

    3.3.2 Frequenzmethode .. 85

    3.3.3 Sonderstrukturen..... 86

3.4 Diskussion ..... 87

    3.4.1 Aufnahmen nach BRAUN-BLANQUET..... 87

    3.4.2 Frequenzmethode ..... 94

    3.4.3 Sonderstrukturen..... 95

3.5 Zusammenfassung der vegetationskundlichen Untersuchungen..... 96

**Kapitel 4**

<b>Faunistische Untersuchungen.....</b>	<b>97</b>
4.1 Einleitung .....	97
4.2 Material und Methode.....	100
4.2.1 Heuschrecken .....	105
4.2.2 Laufkäfer .....	107
4.2.3 Spinnen .....	108
4.2.4 Sonstige .....	108
4.3 Ergebnisse.....	108
4.3.1 Heuschrecken .....	108
4.3.2 Laufkäfer .....	111
4.3.3 Spinnen .....	119
4.3.4 Sonstige .....	125
4.4 Diskussion .....	127
4.4.1 Heuschrecken .....	127
4.4.2 Laufkäfer .....	130
4.4.3 Spinnen .....	133
4.4.4 Sonstige .....	137
4.5 Zusammenfassung der faunistischen Untersuchungen.....	137

**Kapitel 5**

**Wirtschaftliche Aspekte der Schafhaltung ..... 139**

**Kapitel 6**

**Synopsis ..... 143**  
6.1 Zusammenfassende Diskussion der Kapitel 2 bis 4 ..... 143  
6.2 Überlegungen zur Methodik..... 145  
6.3 Bewertung aus der Sicht des Naturschutzes..... 147

**Kapitel 7**

**Zusammenfassung..... 149**

**Kapitel 8**

**Verzeichnisse ..... 153**  
8.1 Literatur ..... 153  
8.2 Abbildungen..... 166  
8.3 Tabellen..... 168  
8.4 Karten ..... 169  
8.5 Quellen ..... 169





## Vorwort und Danksagung

Die Dokumentation der Prozesse, die infolge einer Änderung der landwirtschaftlichen Betriebsweise im Ökosystem Wiese ablaufen, verlangt nach einem interdisziplinären Ansatz. Auch wenn aus dem Gesamtökosystem in der vorliegenden Arbeit nur der kleine Ausschnitt Boden, Flora und epigäische Fauna untersucht wurde, so erfordert dies die Auseinandersetzung mit drei unterschiedlichen Fachdisziplinen, der Bodenkunde, der Vegetationskunde und der Tierökologie.

Prof. HORST HAGEDORN, Geographisches Institut der Universität Würzburg, erklärte sich spontan bereit, diese Arbeit zu betreuen. Prof. HAGEDORN und Prof. DETLEF BUSCHE, ebenfalls Geographisches Institut der Universität Würzburg, standen mir stets als Ansprechpartner zur Verfügung und diskutierten mit mir ausführlich die Ergebnisse.

Dr. HELMUT HORST, Hessische Landwirtschaftliche Lehr- und Versuchsanstalt in Kassel-Harleshausen, stand mir als Spezialist bei den Bodenuntersuchungsverfahren zur Seite und ermöglichte es, die Arbeiten im Labor des Hessischen Institutes für Grünlandforschung am Eichhof in Bad Hersfeld durchzuführen. Dort unterstützte mich WALTER ZERR tatkräftig bei der Bedienung der Laborgeräte.

Dipl.-Biol. BARBARA FISELIUS, Bad Soden-Salmünster, diskutierte mit mir die pflanzensoziologischen Befunde, wobei ihre reiche Erfahrung aus Kartierungen des Grünlandes in der Rhön von unschätzbarem Wert war. ELFRIEDE SCHÄFER, Fulda, half bei der Bestimmung einiger Sträucher, die ich von den Wiesen mitbrachte. GOTTFRIED BRIEMLE, Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung und Grünlandwirtschaft in Aulendorf, gab wertvolle Anregungen zur Methodik der Aufnahmen im Grünland.

Dr. RÜDIGER WAGNER, Max-Planck-Institut in Schlitz, kommentierte die Diskussion der faunistischen Befunde. Durch die Zusammenarbeit mit dem Institut war es möglich, die dortige Infrastruktur zu nutzen. Dipl.-Biol. KLAUS CORNELSEN, Forschungsstelle für Ökosystemforschung an der Universität in Kiel, half bei der Berechnung der Indizes nach SÖRENSEN und RENKONEN. Dipl.-Biol. ANDREAS MALTEN, Fachbüro für Faunistik in Dreieich, übernahm einen Großteil der Bestimmungsarbeit der Spinnen und kontrollierte die Determination der *Amaren* und *Bembidien*. Dr. KLAUS HANDKE, landschaftsökologische Forschungsstelle Bremen, gab hilfreiche Anregungen zur Diskussion der *Carabiden-Daten*.

Hilfestellung bei der statistischen Auswertung der Ergebnisse leisteten Dr. HERBERT BASLER, Institut für angewandte Mathematik und Statistik der Universität Würzburg, und Prof. JUCUNDUS JACOBET, Geographisches Institut der Universität Würzburg.

Eine solche Arbeit, bei der über drei Jahre eine Herde von bis zu 80 Schafen betreut werden muß, kann nicht ohne die Hilfe vieler Freunde bewältigt werden. LUDWIG BREITENBACH stellte Maschinen für den Koppelbau zur Verfügung und, MICHAEL LEIBOLD half mir bei unzähligen Arbeiten, die oft mit dem ausgeprägten Freiheitsdrang der Schafe in Zusammenhang standen. JOSEF und JOHANNES LINK stellten mir Schafe aus ihrer Schäferei zur Verfügung, nahmen bei der Bewirtschaftung ihrer Flächen ständig Rücksicht auf Einbauten aller Art, die für die Untersuchungen notwendig waren, und beantworteten geduldig alle Fragen zur Schäferei.

Nicht zuletzt gebührt meinen Eltern Dank, die immer zur Verfügung standen, wenn Hilfe benötigt wurde. Als Anlaufstelle vor Ort waren sie die ersten Ansprechpartner, wenn Pannen bei der Schafhaltung zu Anrufen besorgter Bürger führten.



Kapitel 1:

## **EINLEITUNG**

### **1.1 Kontext der Arbeit**

Parallel zum Strukturwandel in der Landwirtschaft, der vor allem durch den Verfall der Erzeugerpreise für landwirtschaftliche Produkte gekennzeichnet ist, verläuft ein Strukturwandel in der bäuerlich geprägten Kulturlandschaft. Auf der einen Seite geht die Nutzung auf Grenzertragslagen vor allem in den Mittelgebirgen zurück - vormals extensiv genutzte Äcker und Wiesen fallen entweder brach oder werden aufgeforstet -, auf der anderen Seite führt die intensive Landwirtschaft in den guten Lagen zu uniformen Produktionsflächen, das Landschaftsbild verarmt, da Hecken, Baumgruppen oder Feuchtstellen nicht als Elemente einer positiven Strukturvielfalt, sondern als Hindernisse erachtet werden.

Dem Problem der fehlenden Nutzung von früher extensiv bewirtschafteten Flächen versucht man insbesondere aus der Sicht des Naturschutzes und der Landschaftspflege mit sogenannten Pflegemaßnahmen entgegenzuwirken (z.B. SPERBER & VAN ACKEN 1993). Oftmals hielt die überkommene extensive Nutzung am jeweiligen Standort durch den periodisch wiederkehrenden Eingriff ein relativ frühes und damit in der Regel artenreiches Sukzessionsstadium aufrecht. Durch geeignete Pflegemaßnahmen wird versucht, diese Nutzung möglichst optimal zu imitieren, um die Lebensbedingungen für schützenswerte Tier- und Pflanzenarten aufrechtzuerhalten.

Regelrecht Karriere gemacht haben vor diesem Hintergrund Schaf- und Ziegenherden, durch deren Beweidung insbesondere trockene und magere Standorte wie beispielsweise die Lüneburger Heide oder die Trockenrasen im Altmühltal vor der Verbuschung bewahrt werden sollen. Welche Folgen die Schafbeweidung im Gegensatz zu den angesprochenen Standorten auf den feuchten Auewiesen der Mittelgebirge zeigt, blieb bislang wenig untersucht (VEREINIGUNG DEUTSCHER LANDESSCHAFZUCHTVERBÄNDE 1988, 1989, AID 1992). Für die Fragestellung sind nicht nur die unterschiedlichen Standorte - feuchte, nährstoffreiche Auewiesen statt der trockenen und teilweise mageren Flächen -, sondern auch die unterschiedliche

Art der Nutzung - Koppelschafhaltung statt Wanderschäferei - von ausschlaggebender Bedeutung. Diese Wirtschaftsweise soll kurz erläutert werden:

### 1.1.1 Koppelschafhaltung

Die Betriebsweise der Koppelschafhaltung (LAMMERS 1984) unterscheidet sich grundsätzlich von der bekannten Wanderschäferei. Während der Wanderschäfer mit seiner Herde über Triften zieht und die einzelne Fläche nur sehr extensiv sowie in zeitlich großen Abständen genutzt wird, stellt die Koppelschafhaltung eine zeitlich länger andauernde und intensivere Beanspruchung der Fläche dar. Hierbei ist die Weidefläche in mehrere Koppeln aufgeteilt, die zeitlich versetzt genutzt werden. Im Idealfall (BEHRENS et. al. 1983, HARING 1984) existieren acht voneinander abgetrennte Parzellen, die jeweils so groß sind, daß sie der gesamten Herde für eine Woche Futter bieten. Die einzelne Parzelle wird jeweils eine Woche beweidet, um sich anschließend in den verbleibenden sieben Wochen zu regenerieren. Nach jedem Weidegang werden die verbliebenen Pflanzenreste ausgemäht, und die Fläche erhält gegebenenfalls eine Düngergabe. Bei diesem optimalen Nutzungskalendar wird auf der einen Seite die Ausbreitung von schnittempfindlichen Weideunkräutern (BRIEMLE & ELLENBERG 1994) durch das Ausmähen verhindert, andererseits finden die Tiere in dem frischen Aufwuchs immer relativ eiweißreiches Futter mit geringerem Zelluloseanteil vor, als dies bei der Standbeweidung mit den teilweise älteren Pflanzen der Fall ist. Ferner wirkt der mindestens achtwöchige Beweidungszyklus der Ausbreitung mehrerer Endoparasiten entgegen, die nicht so lange ohne Wirtskontakt überleben können (BEHRENS 1987, DEDIE & BOSTEDT 1985).

Hauptproblem bei dieser Wirtschaftsform ist die optimale Wahl der Parzellengröße, da die Produktion pflanzlicher Biomasse auf gleicher Fläche saisonal bedingt im Frühjahr höher ist als im Sommer und darüber hinaus durch Trocken- sowie Dürreperioden beeinflusst wird. Dem kann dadurch begegnet werden, daß die Parzellengröße ausreichend groß gewählt wird, um auch im Spätsommer bei geringerem Futterangebot allen Tieren Nahrung zu bieten. Das Überangebot im Frühjahr kann zur Gewinnung von Winterfutter als Heu eingelagert werden. Gleichzeitig wird allerdings die Standzeit auf den beweideten Parzellen im Frühjahr und Frühsommer länger, so daß unbedingt tiereseuchenhygienische Maßnahmen durchgeführt werden müssen.

### 1.1.2 Fragestellung

Grünland ist zumindest in Mitteleuropa immer eine Folge menschlichen Wirtschaftens. Erst der regelmäßig wiederkehrende Eingriff in Form von Schnitt oder Beweidung verhindert das Aufkommen von Gehölzen und damit die Bewaldung der Flächen. Die Ökosysteme des Grünlandes sind demnach auf den regelmäßig wiederkehrenden Eingriff existentiell angewiesen und bilden die Art und Weise dieses Eingriffs detailgetreu in ihrer Artenzusammensetzung ab. Die hier betrachtete Koppelschafhaltung unterscheidet sich wesentlich von der traditionellen Nutzung der Auewiesen. Bislang dienten die Flächen zur Futtergewinnung für die Milchviehhaltung. Dies bedeutete zwei Schnitte zur Gewinnung von Stall- oder Winterfutter pro Jahr und fakultativ eine kurze Nachweide mit Rindern oder Kühen im Herbst. Der Nährstoffentzug wurde durch eine Düngergabe im Herbst oder Frühjahr ausgeglichen. An diesen Rhythmus ist das Ökosystem Wiese angepaßt. Bestimmte Pflanzen gelangen vor dem ersten Schnitt zur Blüte und Samenreife, andere erst vor dem zweiten Schnitt, und zahlreiche Arten zeigen im Herbst eine schwache Nachblüte. Ferner bedeutet die Mahd für alle Arten gleichermaßen einen Eingriff, da der Mähbalken nicht zwischen den Arten differenziert.

Die Umnutzung in eine Schafkoppel zieht wesentliche Veränderungen nach sich. Die beiden grundsätzlichen Unterschiede sind zum einen die häufigeren und in kürzeren Intervallen stattfindenden Eingriffe und zum anderen die Selektion der Schafe hinsichtlich der Futterpflanzen, die bestimmten Arten gegenüber anderen einen Konkurrenzvorteil gewährt. Durch die kürzeren Nutzungsintervalle gelangen bestimmte Arten nicht mehr zur Blüte, der Pflanzenbestand wird nicht mehr so hoch und dicht wie dies kurz vor der Mahd der Fall war, so daß sich der zyklische Wechsel des Mikroklimas (Einstrahlungsintensität, Luftfeuchtigkeit im Bestand etc.) ändert.

Gegenstand dieser Arbeit ist die Untersuchung von Veränderungen im Ökosystem Auewiese als eine Folge der Nutzungsänderung von einer zweischürigen Mähwiese in eine Schafkoppel. Neben den Wirkungen auf die Pflanzendecke werden in der Folge der Umnutzung auch Konsequenzen für den Boden und die epigäische Fauna erwartet.

## Boden

In erster Linie sollen Konsequenzen des Schaftrittes auf physikalische Bodenparameter untersucht werden, um folgende Fragen zu beantworten:

Wie verändert sich die Verteilung des Porenvolumens der beweideten Flächen?

Welchen Einfluß hat die Beweidung auf die Infiltration von Niederschlags- und Hochwasser?

Ändert sich der Kohlenstoffgehalt des Bodens, weil die Pflanzen beispielsweise unter dem Beweidungsdruck mehr unterirdische Biomasse aufbauen?

Darüber hinaus gilt das Interesse auch chemischen Bodenparametern, die durch den Kot und Urin der Tiere beeinflusst werden könnten:

- Ändern sich unter Schafbeweidung der pH-Wert und der Stickstoffgehalt des Bodens?

## Flora

Am unmittelbarsten wird der Einfluß der Beweidung auf die Pflanzendecke der Flächen deutlich. Folgende Fragen sollen beantwortet werden:

- Welche quantitativ meßbaren Verschiebungen im Artenspektrum gibt es?
- Wie reagieren die Pflanzengesellschaften auf den Wechsel im Eingriff?
- Wie ist die Nutzungsänderung im Hinblick auf die Flora zu bewerten?

## Fauna

Weit weniger offensichtlich als die Veränderungen in der Pflanzendecke laufen mögliche Veränderungen im Artenspektrum der epigäischen Fauna ab. Da sich durch die Beweidung Änderungen im Mikroklima und der Bestandsstruktur ergeben, liegen Reaktionen verschiedener Tiergruppen nahe. Untersucht werden sollen Heuschrecken, Spinnen und Laufkäfer, um folgende Fragen zu beantworten:

Wie ändern sich Abundanz und Dominanz einzelner Arten innerhalb dieser Gruppen?

Wie ist die Nutzungsänderung im Hinblick auf die Fauna zu bewerten?

### 1.1.3 Die Untersuchungsflächen

Zur Beantwortung der Fragen wurden beispielhaft Wiesen im oberen Fuldataal zwischen Welkers und Lütter, die seit unterschiedlich langen Zeiträumen von einer Schäferei genutzt werden, hinsichtlich der genannten Parameter verglichen. Dabei stand das Bestreben im Vordergrund, einen Zusammenhang zwischen Nutzungsdauer beziehungsweise Nutzungsintensität und dem Grad der zu beobachtenden Veränderung nachzuweisen.

Die Abgrenzung der Flächen erfolgte in der rezenten Aue derart, daß rein standortbedingte Unterschiede weitgehend ausgeschlossen werden konnten. Insbesondere wurden dabei das Mikrorelief (Hochwassereinfluß), die Nähe zu Gewässern und zu Gehölzen (Feuchte und Beschattung) sowie die Existenz von Entwässerungsgräben und Drainagen berücksichtigt. Die einzelnen Parzellen sollen sich möglichst nur im Hinblick auf ihre Beweidungsdauer und Nutzungsintensität als Schafweiden, nicht aber durch physikalische Standortfaktoren unterscheiden. Unter diesen Rahmenbedingungen konnten drei Flächen gefunden werden, die seit vier, sieben beziehungsweise 15 Jahren als Schafweiden dienen. Nach den gleichen Kriterien wurde eine Mähwiese ausgewählt, die bislang noch nicht mit Schafen beweidet wurde. Eine Hälfte dieser Fläche wurde erstmals als Schafkoppel genutzt, die andere Hälfte diente weiterhin in der herkömmlichen Weise als Mähwiese (Kontrollfläche). Neben dem Vergleich mit den älteren Weiden ermöglichte diese Fläche in Zusammenschau mit der anderen Hälfte die Untersuchung von Entwicklungen, die sich im ersten Jahr der Beweidung abspielen.

Nachfolgend werden die einzelnen Flächen, deren Lage zueinander Karte 1 zeigt, beschrieben:

#### Fläche K ("FK")

Als Kontrollfläche ist dieses Areal Beispiel für die Verhältnisse, wie sie sich unter der traditionellen Wirtschaftsweise einstellen. Seit über 20 Jahren wird die zweischürige Mähwiese zur Gewinnung von Winterfutter genutzt.

### Fläche 1 ("F1")

Diese Fläche wurde von "FK" abgezaunt und im ersten Jahr der Untersuchung (1992) erstmals mit Schafen beweidet. Vorher wurde die Fläche zur Gewinnung von Grünfutter und Heu zweimal jährlich gemäht.

### Fläche 4 ("F4") und Fläche 7 ("F7")

Diese Flächen werden seit vier beziehungsweise sieben Jahren von der Schäferei genutzt, wobei in feuchten Jahren mit ausreichendem Futterangebot Anfang Juni ein Schnitt zur Heugewinnung erfolgte, bevor die Flächen beweidet wurden.

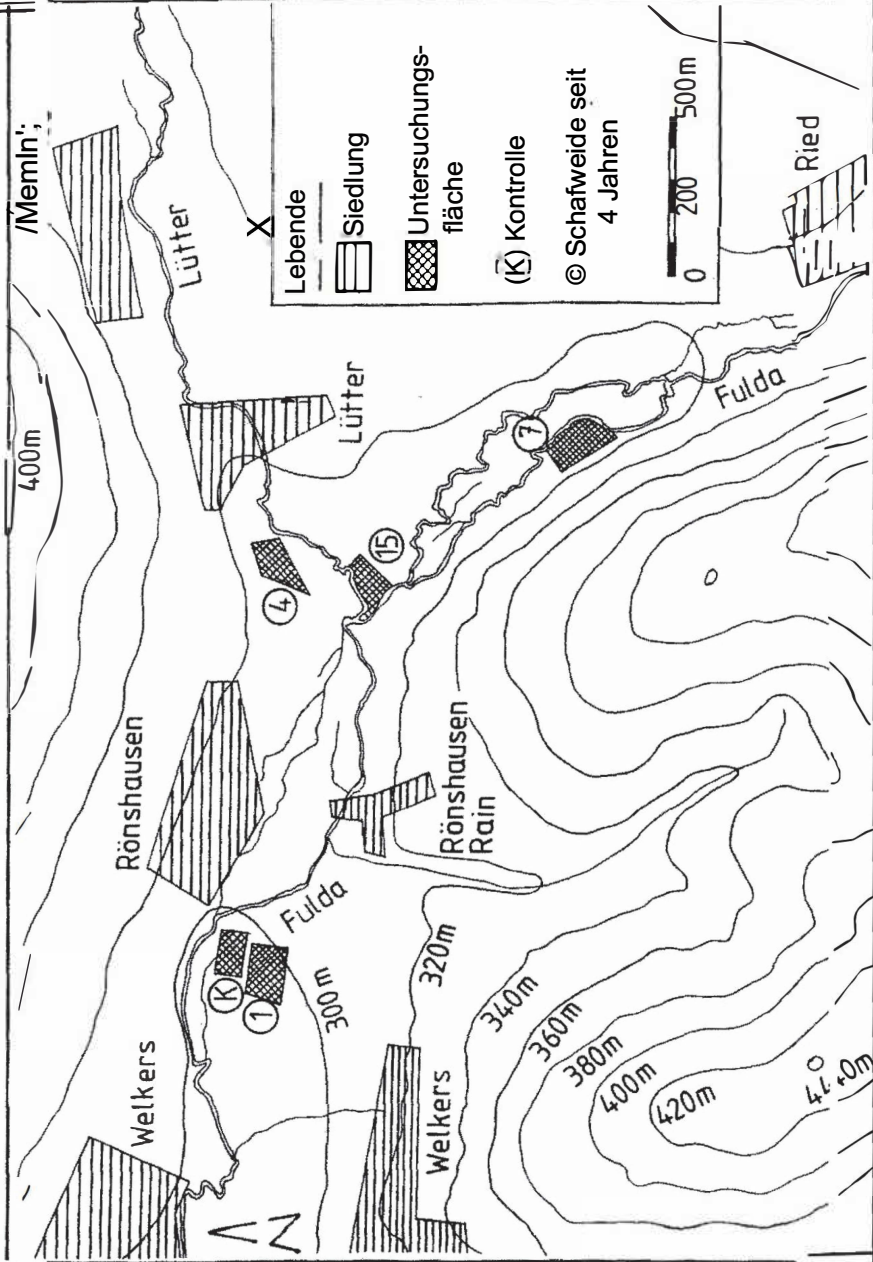
### Fläche 15 ("F15")

Auf dieser Wiese erfolgt die intensivste Nutzung durch die Schäferei, da zum einen schon seit 15 Jahren Schafe hier weiden und sich zum anderen der Überwinterungsstall auf dieser Fläche befindet. Dies bedeutet eine sehr intensive Beweidung ab dem zeitigen Frühjahr, wenn die Schafe nach dem Winter sofort das erste Grün abweiden. Im Herbst wird die Fläche bis zum Einsetzen des Winters beweidet. In milden Wintern ohne Schneedecke bedeutet dies eine durchgehende Nutzung von Januar bis Dezember.

Während der Arbeiten stellte sich heraus, daß die beweideten Flächen deutlich inhomogener gestaltet sind als die gemähte Vergleichsfläche. Aus diesem Grund wurde das Untersuchungsprogramm nachträglich auf eine Lagerflur ausgedehnt. Die Schafherden lagern nachts und während der Ruhephasen immer an den gleichen Stellen. An diesen Lagerstellen ist die Grasnarbe vollständig zerstört, und es steht der nackte Boden an. Diese Fläche wird im folgenden mit "FL" für "Fläche Lagerflur" abgekürzt.

Inwieweit diese Flächenauswahl sinnvoll war oder für zukünftige Arbeiten modifiziert werden sollte, wird in Kapitel 6 diskutiert.

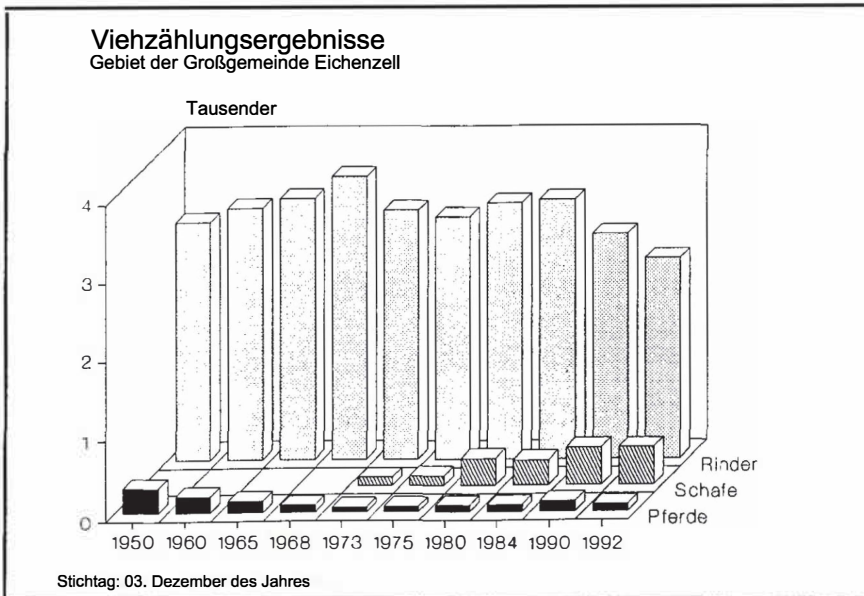




Karte 1: Die Lage der Untersuchungsflächen im Arbeitsgebiet.

## 1.2 Entwicklung der Grünlandnutzung und Weidetierhaltung

Die Auswertung der Viehzählungsergebnisse für das Gebiet der Großgemeinde Eichenzell spiegelt den Trend wider, der Anlaß für diese Untersuchung war. In Abbildung 1 sind die Entwicklungen der Rinder-, Pferde- und Schafbestände dargestellt. Diese Nutztierarten wurden ausgewählt, da sie Vegetarier sind und ihre Haltung direkt oder indirekt die Grünlandnutzung beeinflusst.



**Abbildung 1**

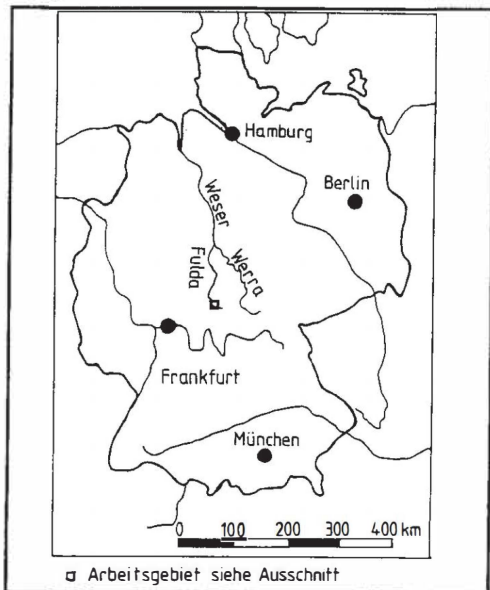
Entwicklung der Viehbestände in der Großgemeinde Eichenzell (1992: Quelle #1; 1973 - 1990: Quelle #2; 1968: HESSISCHES STATISTISCHES LANDESAMT 1969; 1965: HESSISCHES STATISTISCHES LANDESAMT 1967; 1960: HESSISCHES STATISTISCHES LANDESAMT ohne Jahresangabe; 1950: HESSISCHES STATISTISCHES LANDESAMT 1952)

Einem Rückgang der Rinderzahlen seit dem Höchststand 1968 steht ein Zuwachs der Schafzahlen gegenüber. Während die Rinderzahlen in der vergangenen Dekade kontinuierlich gesunken sind, läßt sich für die Schafbestände ein gegenläufiger Trend feststellen. Schafe werden überhaupt erst seit 20 Jahren in der Gemeinde Eichenzell gehalten. Dies ist ein Hinweis darauf, daß es sich bei dem untersuchten Gebiet nicht um eine Gegend mit traditioneller Schafhaltung handelt. Gleichzeitig ist eine wenn auch leichte, so doch stetige Zunahme der vorher rück-

läufigen Pferdezahlen zu verzeichnen, was auf die wachsende Zahl der Freizeitreiter zurückgeführt werden kann. Gründe für die Zunahme der Schafbestände können einmal in der nachlassenden Rentabilität der Rinderhaltung und zum anderen in der wachsenden Nachfrage nach Schafen gesehen werden. In den 70er Jahren kam es zur verstärkten Einwanderung von Gastarbeitern insbesondere aus den Balkanländern, der Türkei und Griechenland. Aus traditionellen und religiösen Gründen entstand hier ein Nachfragepotential, Schafe direkt vom Schäfer zu kaufen und selbst zu schlachten, wie dies in den Heimatländern der Gastarbeiter traditionell praktiziert wird. (LINK, pers. Mitt.). Aufgrund der in Kapitel 5 beschriebenen Imagewerbung für Schaffleisch etabliert sich dieses Produkt in jüngster Zeit auch auf dem deutschen Markt.

### 1.3 Das Untersuchungsgebiet

Zur Untersuchung der unter 1.1.2 beschriebenen Fragestellung wurden die Auwiesen entlang der Fulda zwischen den Orten Ried und Welkers ausgewählt. Die Flächen liegen in der westlichen Vorderrhön und gehören zu den Gemarkungen der Gemeinden Ebersburg und Eichenzell im Landkreis Fulda (Hessen). Karte 2 veranschaulicht die geographische Lage des Arbeitsgebietes innerhalb der Bundesrepublik.

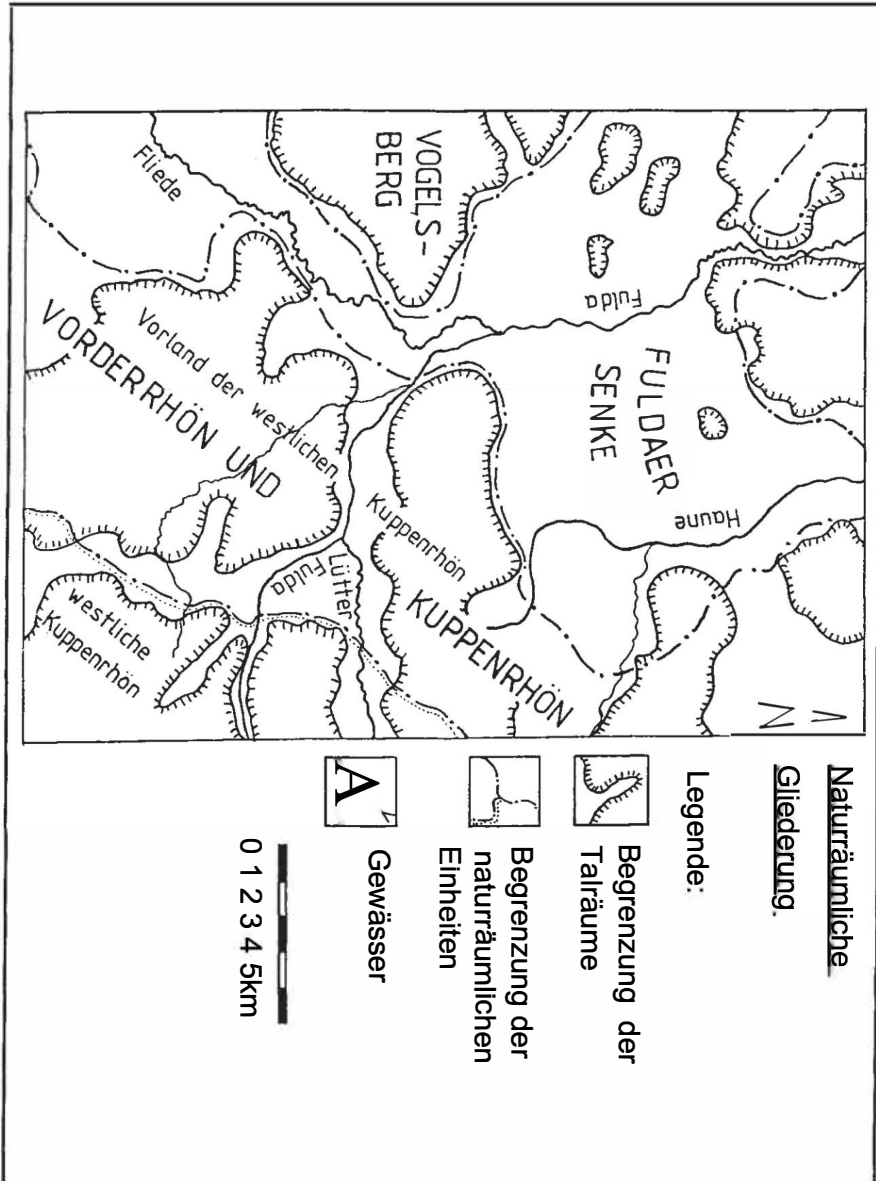


Karte 2:

Die Lage des Arbeitsgebietes innerhalb der Bundesrepublik Deutschland.

□ Arbeitsgebiet siehe Ausschnitt

1.3.1 Naturräumliche Gliederung



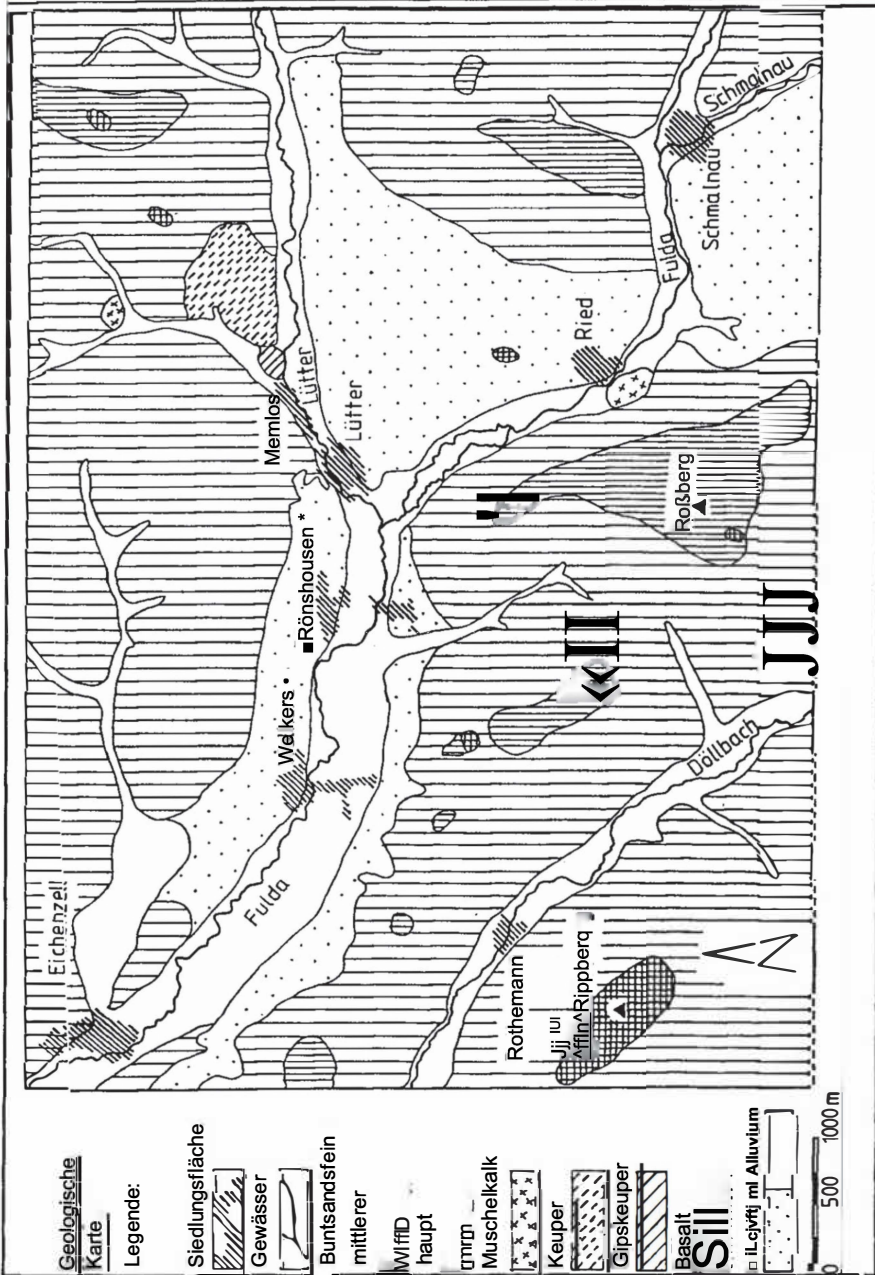
Karte 3: Die naturräumliche Gliederung des Gebietes nach RÖLL (1969) und SCHWENZER (1968).

Die Blätter 126 (RÖLL 1969) und 140 (SCHWENZER 1968) der naturräumlichen Gliederung Deutschlands ordnen den untersuchten Abschnitt des oberen Fuldatales der Vorder- und Kuppenrhön zu. Die Flächen gehören den Einheiten 353.1 "Vorland der westlichen Kuppenrhön" und 353.21 "Westliche Kuppenrhön"<sup>11</sup> an (vgl. Karte 3). SCHWENZER (1968) beschreibt die Landschaft als ein Bergland mit zahlreichen bewaldeten Basaltkuppen zwischen offenen Muldentälern. Die Einheit wird im Westen durch das Fliedetal begrenzt, und die Ostgrenze fällt in etwa mit der Verwerfung Weyhers-Schmalnau-Altenhof zusammen. Nach Süden geht das Gebiet allmählich in die Brückenauer Kuppenrhön (353.20) über, während die Nordwestliche Kuppenrhön (353.22) mit den raumprägenden Basaltkuppen des "Hessischen Kegelspiels" den nördlichen Anschluß bilden.

Das Landschaftsbild wird von weitgespannten Buntsandsteinrücken geprägt, denen verschiedentlich Basaltkegel aufgesetzt sind. In den trennenden Muldentälern haben sich die Bäche Fliede, Döllbach, Schmalnau und Lütter ungefähr 100 Meter eingetieft und entwässern ihr Einzugsgebiet zur Fulda, die die Einheit von Südwesten nach Nordosten durchfließt. Die höchste Erhebung ist der Almusküppel mit 495 Metern, die Gewässer befinden sich in einer Höhe um 310 Meter über N. N.

### 1.3.2 Geologie

BÜCKING (1911 a, b) belegt für das gesamte Gebiet eine fossile Überdeckung von Muschelkalk und Keuper, für die er eine gemeinsame Mächtigkeit von 180 - 200 Meter angibt. Von diesen Formationen der germanischen Trias sind nur noch kleine Reste in den Störungsgebieten bei Weyhers, Ried und Memlos erhalten. Heute tritt auf dem gesamten Kartengebiet (Karte 4) in den tiefen Erosionstätern der Gewässer ausschließlich der Buntsandstein zu Tage. Dabei handelt es sich bei dem in erster Linie anstehenden Hauptbuntsandstein um grobkörnige, rot gefärbte Sandsteine. Der mittlere Buntsandstein wird aus dem Chirotheriensandstein, einem weißen, kieseiigen Material, aufgebaut. Doch nicht nur der gesamte früher vorhandene Muschelkalk und Keuper sind der Erosion zum Opfer gefallen, auch die tertiären Absätze und der Basalt (Nephelinbasalt), der hier deckenartig verbreitet war, sind weitgehend abgetragen. Die Größe der Täler steht in keinem Verhältnis zur heutigen Wasserführung der Gewässer. Sie ist nur erklärlich, wenn man annimmt, daß der Erosionsprozeß schon vor langer Zeit, wahrscheinlich schon mit Beginn des Tertiärs, seinen Anfang genommen hat.



Karte 4: Ausschnitt aus der geologischen Karte des Untersuchungsgebietes nach BÜCKING (1912).

Die Lagerungsverhältnisse im Arbeitsgebiet sind im allgemeinen ziemlich einfach. In regelmäßiger Folge schließen die verschiedenen Stufen des Buntsandsteins aneinander an. Die Schichten sind, wie aus dem annähernd horizontalen Verlauf der Abteilungsgrenzen hervorgeht, fast horizontal gelagert und fallen nur unmerklich nach Nordwesten ein. Einem schwachen nordwestlichen Einfallen entspricht auch das Abtauchen des unteren Buntsandsteinstalabwärts der Fulda.

Die alluvialen Sedimente der ebenen Talböden bilden den Untergrund der rezenten Aue, in der sich das untersuchte Grünland befindet. Sie sind noch in fortdauernder Bildung begriffen. An der Basis der Terrasse liegen Schotter, die hauptsächlich aus walnuß- bis faustgroßen Geschieben von Buntsandstein bestehen. In geringem Maße sind Basalt und kieselige Sandsteine aus dem Chirotheriensandstein an der Zusammensetzung des Schotters beteiligt. Bedeckt wird der Schotter von 0,6 bis 2 m mächtigem Lehm, der teilweise fett und ziemlich dunkel gefärbt ist, an anderer Stelle sandig und lößähnlich auftritt. Westlich von Lütter ist der Lehm reicher an Sand und bedeckt teilweise den Schotter, teilweise bildet er lediglich linsenförmige Einlagerungen, die ohne scharfe Grenze in Sand und Schotter übergehen (vergleiche 1.1.3: Die Untersuchungsflächen). Auffallend sind die fein verteilten Einschlüsse von verkohlten Pflanzenteilen mit einem Durchmesser von 2 bis 30 mm innerhalb der Lehmschicht. Ob es sich hier um fluviatil transportierte Reste der tertiären Lettenkohle aus der Rhön oder um rezente Bildungen handelt, konnte nicht abschließend geklärt werden. Die weite Verbreitung auf allen untersuchten Flächen legt die erste Erklärung als wahrscheinlicher nahe. BÜCKING (1911 a, b) läßt diese Kohle unerwähnt.

### 1.3.3 Böden

Auf den Sandsteinen der Talflanken finden sich podsolige Braunerden in Vergesellschaftung mit Parabraunerden auf periglazialen Solifluktionsschutt. Mischtypen besitzen entsprechend den Ausgangsgesteinen eine stark differenzierte Wasserhaltekapazität und einen unterschiedlichen Nährstoffvorrat. Die Bachauen und Senken werden von Aueböden und Gleyen eingenommen, die bei der Beschreibung der Untersuchungsflächen noch näher charakterisiert werden.

### 1.3.4 Klima

Das Klima ist durch eine mittlere jährliche Lufttemperatur von 6°C bis 7°C und einer Niederschlagssumme von 700 mm bestimmt. Die Niederschlagsmaxima liegen im Juli und August. Eine verkürzte Vegetationsperiode von 180 bis 200 Tagen schränkt das Ackerland zugunsten des Grünlandes in den Gemarkungen ein. Grünlandanteile von 50 bis 60% der landwirtschaftlichen Nutzfläche sind häufig. Die Apfelblüte beginnt erst am 10. bis 15. Mai, und an 40 bis 50 Tagen liegt eine geschlossene Schneedecke.

### 1.3.5 Vegetation

#### 1.3.5.1 Potentielle natürliche Vegetation

Als potentiell natürliche Vegetation wird für den gesamten Bereich der Rhön eine geschlossene Waldbedeckung angenommen (ELLENBERG, H. 1986). Die standörtliche Differenzierung ergibt für die ärmeren Lagen auf den Sandsteinhängen als vorherrschende Waldgesellschaft das *Luzulo-Fagetum*, d.h. artenarme acidophile Rotbuchenwälder auf Silikatgestein (OBERDÖRFER 1957). Varietäten dieser Vegetationseinheit werden Standorten auf periglaziale Solifluktionsschutt zugeordnet. Anspruchsvollere Buchenwälder finden erst dort optimale Bedingungen, wo der Schutt mit Basalt- oder Phonolithtrümmern durchsetzt ist, oder direkt auf den Urgesteinskuppen.

Die azonalen Pflanzengesellschaften der Weich- und Hartholzaue bei submontanem Klima und kalkarmem Gestein beschreibt LOHMEYER (1970). Wesentlich für das Untersuchungsgebiet sind die Bach-Eschen-Erlenwälder (*Stellario-Alnetum glutinosae*) und in den staunassen Talrandsenken Erlenbrüche (*Alnetalia glutinosae*). Die übrigen Vegetationseinheiten bezeichnet BOHN (1981) als Hainmieren-Erlenwald oder als Trauben-Kirschen-Erlen-Eschenwald mit Stieleichen.

#### 1.3.5.2 Reale Vegetation

Nach wie vor ist der Waldanteil im Arbeitsgebiet mit annähernd 45% hoch (RÖLL 1969), doch handelt es sich kaum mehr um naturnahe Buchenwälder, sondern hauptsächlich um Fichtenforsten und Mischwälder mit hohem Anteil von Fichte und Kiefer. Der Wald bedeckt hauptsächlich die Buntsandsteinrücken, während die dilu-



vialen Terrassen ackerbaulich genutzt werden. Die alluvialen Talböden werden nach wie vor regelmäßig überschwemmt, so daß hier die Grünlandwirtschaft dominiert. Es herrschen Grünlandgesellschaften aus den *Arrhenatheralia* und *Molinietalia* vor. Vereinzelt finden sich *Phragmitetea* an Stellen, die eine regelmäßige Mahd oder Beweidung nicht zulassen. Die Pflanzengesellschaften auf den ausgewählten Flächen werden im einzelnen vorgestellt.



Kapitel 2:

## BODENUNTERSUCHUNGEN

Außer der allgemeinen Beschreibung und Aufnahme der Böden (2.1) auf den ausgewählten Flächen wurden die Stickstoffversorgung, der pH-Wert, der organische und anorganische Kohlenstoffgehalt und die Korngrößenverteilung untersucht. Hinzu kommen die Aufnahme und Auswertung eines Bodenprofils auf jeder Fläche, die durch Bohrstockuntersuchungen auf den Flächen ergänzt wurden.

Neben dieser allgemeinen Beschreibung wurden solche speziellen bodenphysikalischen Parameter untersucht, von denen vermutet wurde, daß sie sich in Abhängigkeit von der Intensität und Dauer der Schafbeweidung verändern könnten. Hierzu gehören die Bestimmung der Porenvolumenverteilung einschließlich der Schüttdichte (2.2), des Kf-Wertes (2.3) und die Bestimmung des Infiltrationsvermögens im Gelände (2.4). Alle Parameter lassen Rückschlüsse auf eine mögliche Bodenverdichtung zu, die durch den Weidegang ausgelöst werden kann.

## **2.1 Allgemeine Beschreibung der Böden**

### **2.1.1 Einleitung und Untersuchungsumfang**

Die Bestimmung des Glührestes als ein Maß für den Kohlenstoffgehalt (2.1.3) erfolgte an jeweils 15 Parallelproben, an denen zuvor die Porenvolumenverteilung bestimmt worden war. Korngrößenverteilung und Humusgehalt (2.1.4) sowie Stickstoffversorgung, pH-Wert und Magnesiumversorgung (2.1.5) wurden für jede Fläche aus einer Mischprobe bestimmt. Zur Gewinnung dieser Mischproben wurden pro Untersuchungsfläche an zehn zufällig ausgewählten Stellen jeweils ungefähr 100 g Boden aus dem  $A_n$ -Horizont entnommen und intensiv miteinander vermischt. Auf diese Weise wird vermieden, daß das Untersuchungsergebnis stark durch die Probenahme an einer gestörten, optisch aber nicht als solche erkennbaren Stelle beeinflusst wird. Die Probenentnahme erfolgte im September 1992.

### 2.1.2 Bodenprofile

An allen untersuchten Standorten wurde und wird die Bodenentwicklung vom Grundwasserstand beeinflusst, der entsprechend den Niederschlägen und dem wechselnden Niveau des Vorfluters starken jahreszeitlichen Schwankungen unterliegt. Während frostfreier Perioden des Winters und in den Monaten März und April steht das Grundwasser wenige Zentimeter unterhalb der Bodenoberfläche, in flachen Senken und Mulden tritt es dann zutage. Im Spätsommer erreicht das Grundwasser seinen niedrigsten Stand. Selbst bei Grabungen bis zu 1,5 m Tiefe konnte der Grundwasserspiegel nicht erreicht werden. Trotzdem müssen die angetroffenen Böden allesamt als Grundwasserböden (hydromorphe Böden) eingestuft werden (SCHROEDER 1973), denn der niedrige Spätsommerstand des Grundwassers ist zeitlich sehr beschränkt.

Neben dem Einfluß des Grundwassers spielen die periodischen Überschwemmungen in der Aue für die Entwicklung der Böden eine entscheidende Rolle. Feste und gelöste Stoffe werden dabei in aller Regel zugeführt, können aber auch abgeführt werden. Die Bodenentwicklung wird also durch Sedimentation und in geringerem Maße durch Erosion unterbrochen. Die unter diesen Bedingungen entstandenen Aueböden unterscheiden sich im wesentlichen dadurch von Gleyen oder Pseudogleyen, daß sie eine hohe Wasserleitfähigkeit besitzen, durch die ein rascher Austausch sauerstoffreichen Wassers möglich wird. Zwar können einige hydromorphe Merkmale nachgewiesen werden, ausgeprägte Reduktionshorizonte fehlen jedoch. Die Böden entwickelten sich auf einer ausgeprägten Auenlehmdecke, und nur selten finden sich einzelne Steine. Von den untersuchten Böden weisen lediglich "FK" und "F1" eine angedeutete Gliederung in drei Bodenhorizonte der Abfolge  $A_hMG_0$  auf, die übrigen Böden sind nach dem Schema  $A_hM$  nur in zwei Schichten aufgebaut.

#### "FK"

Das Bodenprofil der Kontrollfläche ist durch einen 10 cm mächtigen, entsprechend der Wiesenvegetation stark durchwurzelten  $A_h$ -Horizont geprägt. Besonders auffällig sind die im Anschnitt rosafarbenen Rhizome des Wiesenknöterichs *Polygonum bistorta*. Es schließt sich ein 25 cm starker, gleichmäßig brauner M-Horizont aus sandigem Lehm an. Diese Ablagerungen bereits vorverwitterten braunen Bodenmaterials sind typisch für die allochthonen braunen Aueböden. Trotz des häufig

hohen Grundwasserstandes ist das Eisen im Boden oxidiert und färbt den Boden braun. Ab einer Tiefe von 50 cm hat sich als Folge des verstärkten Grundwassereinflusses ein ausgebleichter G<sub>1</sub>-Horizont mit deutlichen Rostflecken gebildet. Bei Wassersättigung tritt hier Sauerstoffmangel auf, so daß Fe-Ionen unter Reduktion durch organische Stoffe gelöst und somit mobilisiert werden. Bei anschließender Austrocknung gelangt in Bereichen mit guter Leitfähigkeit rasch Sauerstoff zu den Metallionen, die dann oxidieren und rotbraune Konkretionen oder rötlichbraune Flecken bilden. Auf diese Weise entstehen die gefärbten Strukturen entlang von Wurmgängen oder Feinwurzeln. Der sandige Lehm dieses Horizontes ist selbst in einer Tiefe von 90 cm mit durchschnittlich 20 Feinwurzeln pro 0,1 m<sup>2</sup> noch gut durchwurzelt. Auffällig sind einige Wurmröhren von *Lumbricus terrestris*, die sich in allen Bodenhorizonten finden.

Deutlich können die Folgen des schwankenden Grundwassers sowohl in den Bodenhorizonten als auch an den Wurzeln und Wurmgängen erkannt werden. Mit fallendem Wasser folgen die Wurzeln und die Würmer dem Wasser in die Tiefe. Dann wird auch der Sauerstoff zur Bildung der Rostflecken bereitgestellt.

#### "F1"

In der Horizontabfolge ist dieser Boden dem der Kontrollfläche sehr ähnlich, doch führt der offensichtlich höhere durchschnittliche Grundwasserstand zu einer geringeren Mächtigkeit des verbräunten M-Horizontes. Schon 30 cm unter der Bodenoberfläche beginnt die Entfärbung, wobei das Material aufgrund seines wesentlich höheren Tonanteils als Lehm eingestuft wird.

#### 'F4"

Das Profil dieses Bodens wie auch das der beiden folgenden zeigt keine Hinweise auf anaerobe Vorgänge. An den 15 cm starken A<sub>h</sub>-Horizont schließt direkt die Hochflutablagerung aus sandigem Lehm an. Ab einer Tiefe von 50 cm verfärbt sich der Boden etwas dunkler.

## **ZEZ**

Der Boden dieser Fläche gliedert sich in einen 15 cm mächtigen A<sub>h</sub>-Horizont, gefolgt von einer 45 cm starken Schicht aus stark verbräuntem, sandigem Lehm.

Dieser M-Horizont ist von zahlreichen Regenwurmgingen durchzogen und lagert auf einer Schotterlinse aus Basalt- und Sandsteinkieseln, die ein Größenspektrum von 3 bis 15 cm Durchmesser aufweisen. Auffallend sind einzelne Holzkohlepartikel, die im M-Horizont eingelagert sind. Die meisten Kohlestückchen sind ungefähr 2 bis 4 mm groß, einzelne erreichen einen Durchmesser von bis zu 3 cm. Ohne eine Datierung dieser Partikel kann nicht entschieden werden, ob es sich um die Reste eines lokalen Brandherdes oder um sedimentierte Kohle aus der Rhön handelt. Der gleiche Befund wurde auf "F15" festgestellt, in allen anderen Böden konnte keine Kohle nachgewiesen werden. Dies deutet weniger auf einen Eintrag von außen, als eher auf einen lokalen Brand hin, da sich alle Flächen im Einzugsgebiet der Fulda befinden.

### "FIS"

Ähnlich wie "F7" ist dieser Boden nur in zwei Horizonte, AhM, gegliedert, wobei in der Tiefe die feinkörnigen Anteile zunehmen und ab 60 cm Lehm ansteht.

## **2.1.3 Bestimmung des Anteils organischer Substanz**

### **2.1.3.1 Einleitung**

Die organische Substanz umfasst nach SCHLICHTING & BLUME (1966) die Gesamtheit der toten organischen Stoffe, also sowohl Streu als auch Humuskörper. Bei der vorliegenden Untersuchung wurden die Mischproben wie beschrieben aus einer Bodenschicht wenige Zentimeter unter der Grasnarbe entnommen. Damit ist sicherlich auch ein hoher Anteil von Feinwurzeln, beispielsweise der Gräser, miteinfaßt. Die drei prinzipiell verschiedenen Methoden zur Bestimmung der organischen Substanz (präparative Abtrennung des Mineralkörpers - selektiver chemischer Abbau - Bestimmung charakteristischer Elemente) haben methodenspezifische Schwächen, die je nach Feldsituation unterschiedlich stark ins Gewicht fallen. Aus diesem Grund wurden zur gegenseitigen Kontrolle der Ergebnisse zwei Methoden angewendet:

- Bestimmung des Glühverlustes (selektiver Abbau)
- Bestimmung des C-Gehaltes (charakteristisches Element) durch nasse Veraschung nach LICHTERFELDE.

Die präparative Trennung liefert nur dann exakte Ergebnisse, wenn in humosen Mineralkörperhorizonten organisches und mineralisches Material getrennt nebeneinander vorliegt.

### 2.1.3.2 Methode

#### Glühverlust

Zur Bestimmung des Glühverlustes wurden jeweils die 15 Bodenproben verwendet, an denen zuvor die Messung der Porenvolumenverteilung durchgeführt worden war (die Beschreibung der Probenentnahme und Behandlung findet sich unter 2.2.2). Von den Proben war das Gewicht nach der Trocknung bei 105 °C bis zur Gewichtskonstanz bekannt. Anschließend wurden die Stechzylinderinhalte, die nun kein freies Wasser mehr enthielten, in ausgeglühte, tarierte Keramikschaalen gegeben und bei 500 °C bis zur Gewichtskonstanz geglüht.

Der Glührest in Prozent errechnet sich folgendermaßen:

$$B_{\min} = 100 * \frac{B_g}{B_t}$$

wobei

$B_{\min}$  dem Glührest und somit dem mineralisierten Boden in Prozent,

$B_t$  dem Gewicht des trockenen Bodens in Gramm

(Gewicht der Probe im Stechzylinder minus Stechzylindergewicht),

$B_g$  dem Gewicht des geglühten Bodens in Gramm

(Gewicht der Schale mit Boden minus Schalengewicht)

entsprechen.

Das Abkühlen der Schalen erfolgte wie bei den getrockneten Stechzylinderproben im Exsikkator über einem Trocknungsmittel, damit die Proben keine Feuchtigkeit aus der Luft absorbieren konnten.

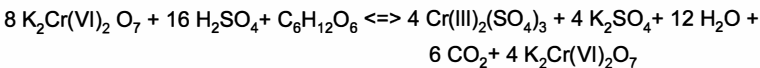
Bei Böden mit hohem Tonanteil wird das Meßergebnis dadurch beeinträchtigt, daß die Tonminerale bei der hohen Temperatur Kristallwasser abgeben. Bei glühresistenten wie beispielsweise quarzreichen Böden liefert diese Methode jedoch exakte Ergebnisse.

### C-Gehalt

Als charakteristisches Element der organischen Substanz wird in der Regel Kohlenstoff ausgewählt, da die C-Gehalte weniger variabel sind als beispielsweise die N-Gehalte. Nach LICHTERFELDE werden die organischen Substanzen mit einem Oxidationsmittel zerstört, und aus dem Verbrauch des Oxidationsmittels wird auf den Gehalt an organischem Material geschlossen.

Die nasse Veraschung wurde an den schon beschriebenen Mischproben vorgenommen. Als Oxidationsmittel diente Kaliumdichromat in Schwefelsäure, wobei die Schwefelsäure die Oxidationswirkung verstärkt.

Zur Bestimmung wurden 10 g lufttrockenen Feinbodens in einem 200-ml-Erlenmeyerkolben mit 40 ml konzentrierter Schwefelsäure und nach zehn Minuten unter Kühlung mit 25 ml schwefelsaurem 2n Kaliumdichromat (98,07 g  $K_2Cr_2O_7$  + 100 ml konzentrierte  $H_2SO_4/l$ ) versetzt. Dann wurden die Kolben 90 min bei 120 °C im Trockenschrank erhitzt und jeweils zu Beginn sowie nach 30 und 60 min umgeschwenkt. Anschließend wurde der Kolbeninhalt in einen 250-ml-Meßkolben überführt, mit Wasser verdünnt, umgeschüttelt und nach Abkühlen endgültig aufgefüllt und homogenisiert. Folgende Reaktion läuft ab:



Die Bestimmung des Verbrauchs an Oxidationsmittel erfolgte über die kolorimetrische  $Cr^{3+}$ -Messung nach RIEHM & ULRICH (1954). Dazu wurden 10 ml der Lösung 10 min bei 3000 U/min zentrifugiert, um anschließend die Extinktion der klaren Lösung bei 578 nm gegen den Blindwert zu messen. Die dem ermittelten  $Cr^{3+}$ -Gehalt entsprechende C-Konzentration wurde aus einer Eichkurve entnommen. Die ermittelten Werte wurden nach Multiplikation mit dem Faktor 1,724 unter Annahme eines C-Gehaltes der Humusstoffe von 58% als Humus in Abb. 4 (2.1.4.3) dargestellt. Allerdings ist die unterschiedliche und unbekannte Zusammensetzung des Humus-



körpers bei der Verwendung eines einheitlichen Umrechnungsfaktors die Schwachstelle dieser Methode. Da für die Diskussion nur die relativen Werte im Vergleich zueinander von Bedeutung sind, muß dieser Umrechnungsfaktor nicht weiter diskutiert werden, da eine Änderung sich gleichsinnig auf allen Flächen auswirkt. SCHLICHTING & BLUME (1966) diskutieren eine Vielzahl von Fehlerquellen wie die Oxidation von Eisenverbindungen oder das Vorliegen schon oxidierten Kohlenstoffverbindungen. Trotzdem hat sich nach Aussage dieser Autoren bei Kontrolluntersuchungen fast immer eine ausreichende Übereinstimmung herausgestellt.

### 2.1.3.3 Ergebnis

#### Glühverlust und C-Gehalt

In der nebenstehenden Abbildung (Abb. 2) sind Mittelwerte und Standardabweichung der Glührestbestimmung aus 15 Parallelmessungen der Böden aller fünf Untersuchungsflächen sowie einer Störstelle (Lägerflur "FL") der Fläche "Fr" dargestellt. Unter den Balken finden sich für ausgewählte Paare die Sicherheitswahrscheinlichkeiten, mit denen die Nullhypothese gleicher Mittelwerte auf beiden Flächen abgelehnt werden kann (Mann-Whitney-U-Test, einseitige Fragestellung, N=15). Bei den Flächen "FK", "F1" und "F4" liegen die Werte zwischen 89 und 90%, während die länger oder intensiver ("FL") beweideten Flächen "F7", "F15" und "FL" deutlich niedrigere Werte von 85% bis 88% zeigen.

Ferner sind die Ergebnisse der nassen Veraschung dargestellt (Abb. 3), wobei aufgrund der Mischproben eine statistische Prüfung auf Unterschiede nicht vorgenommen werden konnte. Um einen Methodenvergleich zu ermöglichen, sind die reziproken Werte der Glührestbestimmung (Abb. 2) als Glühverlust ebenfalls in diese Grafik integriert. Die Glühverlustbestimmung zeigt wesentlich geringere Unterschiede als die Bestimmung des C-Gehaltes nach LICHTERFELDE. Besonders auffallend sind die Abweichungen der Ergebnisse beider Methoden auf der Kontrollfläche "FK".

Abbildung 2- Mittelwerte und Standardabweichung der Glührestbestimmung aus 15 Parallelmessungen der Böden aller Untersuchungsflächen sowie einer Störstelle (Lägerflur "FL") der Fläche "F1". Unter den Balken finden sich für ausgewählte Paare die Sicherheitswahrscheinlichkeiten, mit denen die Nullhypothese gleicher Mittelwerte auf beiden Flächen abgelehnt werden kann (Mann-Whitney-U-Test, N=15, einseitige Fragestellung; nächste Seite).

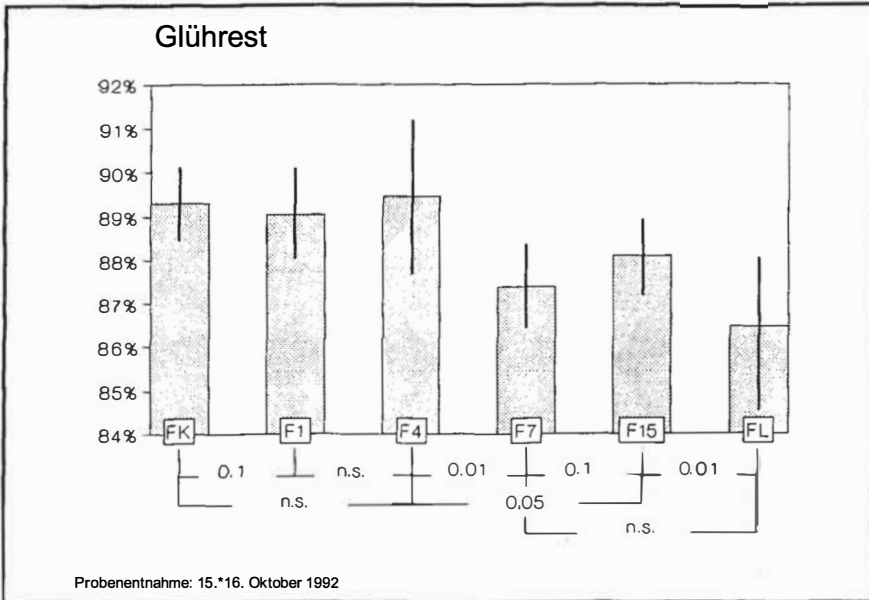


Abbildung 2: Mittelwerte und Standardabweichung der Glührestbestimmung

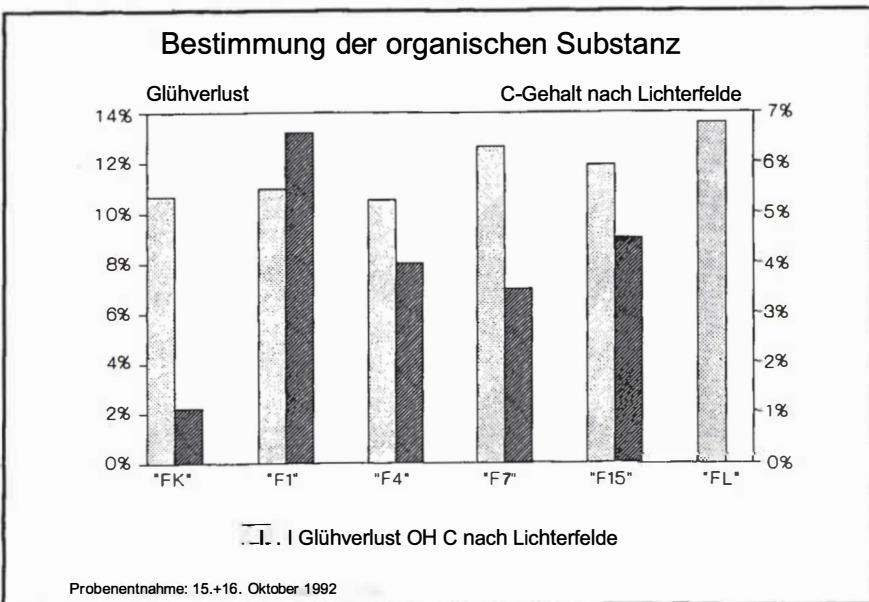


Abbildung 3: C-Gehalte bestimmt durch die nasse Veraschung an Mischproben. Glühverlust berechnet als 100% minus Glührest.

### 2.1.3.4 Diskussion

Die Flächen "FK", "F1" und "F4" haben alle einen Glührückstand von annähernd 90% und unterscheiden sich untereinander nur geringfügig. Hochsignifikant ( $p < 0,005$ ) weicht jedoch die Störstelle "FL" von der übrigen Fläche "F1" und allen weiteren untersuchten Böden ab. Lediglich "F7" hat einen ähnlich geringen Glührückstand, wobei dies auf die Beeinträchtigung der Messung durch den Tongehalt (vgl. 2.1.4) dieses Bodens von knapp 40% zurückgeführt werden kann. Der geringe Glührückstand der Störstelle kann nicht auf einen hohen Humusgehalt des Bodens, sondern in erster Linie auf die Anreicherung mit Ausscheidungsprodukten und deren Derivaten (Stickstoffverbindungen) der Weidetiere zurückgeführt werden. Auffällig ist in diesem Zusammenhang auch die Korrelation des um einen Wert höheren pH-Wertes auf "F15" und "FL" im Vergleich zu allen übrigen Böden.

## 2.1.4 Korngrößenverteilung

### 2.1.4.1 Einleitung

Böden sind Gemische aus Mineralkörnern verschiedener Form und Größe. Die Korngrößenverteilung (kurz Körnung) ist eine der wichtigsten Bodeneigenschaften hinsichtlich der Ertragsfähigkeit, der Bodenentwicklung sowie der Filtrierung von organischen und anorganischen Stoffen. Zwar kann von der Korngrößenzusammensetzung (Bodenart) nicht unmittelbar auf die Porosität eines Bodens geschlossen werden, doch ist ein Zusammenhang zwischen beiden Größen naheliegend. Gemeinsam mit der Bestimmung des Anteiles der einzelnen Korngrößenfraktionen erfolgte auch die Messung des Humusgehaltes.

### 2.1.4.2 Material und Methode

Die verschiedenen Korngrößen der Bodenteilchen erklären sich aus der Mineralgröße in den Ausgangsgesteinen beziehungsweise der Größe der Gesteinsbruchstücke, dem Ausmaß der physikalischen und chemischen Verwitterung sowie der Korngrößen der Neubildungen. Insbesondere in den untersuchten Aueböden spielt Verlagerung und Sortierung durch Wasser eine entscheidende Rolle. Zur Gliederung der Korngemische werden Bereiche gewählt, die sich auf wesentliche Bodeneigenschaften verschiedenartig auswirken. In Deutschland gelten folgende Fraktionsgrenzwerte und Bezeichnungen der Korngrößenfraktionen:

Tabelle J Bezeichnung der Korngrößenfraktionen mit den entsprechenden Teilchendurchmessern in Mikrometern.

Ton-Fraktion			Schluff-Fraktion			Sand-Fraktion		
fein	mittel	grob	fein	mittel	grob	fein	mittel	grob
< 0,2	< 0,63	< 2	<6,3	<20	<63	< 200	< 630	< 2000

Zur Bestimmung der Körnung wurden die Mischproben zuerst auf einer Bürstenwalze zerkleinert. Die Walze trennt grobe Aggregate, ohne neue Bruchstücke zu erzeugen. Die untersuchten Aueböden waren steinfrei, so daß nach der Behandlung mit der Bürstenwalze kein Rückstand verblieb und mit 100% Feinerde weitergearbeitet werden konnte.

Anschließend wurden die Kittsubstanzen gelöst und die organische Substanz mit  $H_2O_2$  zerstört, damit die Primärpartikel frei vorlagen. Eine schonende Dispergierung wurde durch Natriumpyrophosphat erreicht. 20 g lufttrockene Feinerde wurden mit 25 ml 0,4 n  $Na_4P_2O_7$  in einer 500-ml-Flasche über Nacht eingeweicht und dann mit 200 ml Wasser 2Std. maschinell geschüttelt. Die so vorbereitete Suspension wurde in einem kombinierten Naßsiebungs- und Sedimentationsverfahren nach ANDREASEN (modifiziert nach KÖHN (1928)) untersucht. Die Methodik richtet sich nach DIN 19 683, Blatt 2 und dem landwirtschaftlichen Methodenbuch von HERRMANN (1955).

### Siebanalyse

Die Suspension wurde über einen Siebsatz mit den Maschenweiten 0,6, 0,2 und 0,06 mm gegeben, der mit einem Trichter auf einen 1000-ml-Zylinder aufgesetzt war. Mit maximal 750 ml Wasser wurde nachgewaschen, bis alle feineren Teilchen die jeweiligen Siebe passiert hatten. Nach der Trocknung bei 105 °C bis zur Gewichtskonstanz wurde nochmals gerüttelt und dann über eine Differenzwägung der Anteil der einzelnen Fraktionen berechnet.

### Pipettanalyse

Die auf 1000 ml auf gefüllte Suspension wird zunächst durch Kippen homogenisiert. Der Zylinder wird dann abgestellt und der Beginn der Sedimentationszeit

notiert. Die Sedimentation muß unter thermokonstanten und erschütterungsfreien Bedingungen erfolgen. Folgendes physikalisches Prinzip liegt der Messung zugrunde:

Nach STOKES ist die Fallgeschwindigkeit kleiner Teilchen in einer Flüssigkeit gleichförmig und nur von der Masse und damit bei gegebener Dichte von der Größe des Teilchens abhängig, da die Reibung nach kurzer Zeit die Fallbeschleunigung aufhebt Für Wasser gilt als Grenzdurchmesser 0,05 mm.

Somit gilt

$$v = \frac{2}{9} \cdot \frac{r^2(d_1 - d_2) \cdot g}{n}$$

wobei

- v der Sinkgeschwindigkeit des Teilchens,
- r dem Teilchenradius,
- d<sub>1</sub> der Teilchendichte,
- d<sub>2</sub> der Dichte der Flüssigkeit,
- g der Erdbeschleunigung und
- n der Viskosität der Flüssigkeit entsprechen.

Aus dieser Formel berechnen sich für die Teilchendurchmesser der Korngrößenfraktionen die Zusammenhänge der Fallzeitenspanne und der Fallstrecke wie folgt:

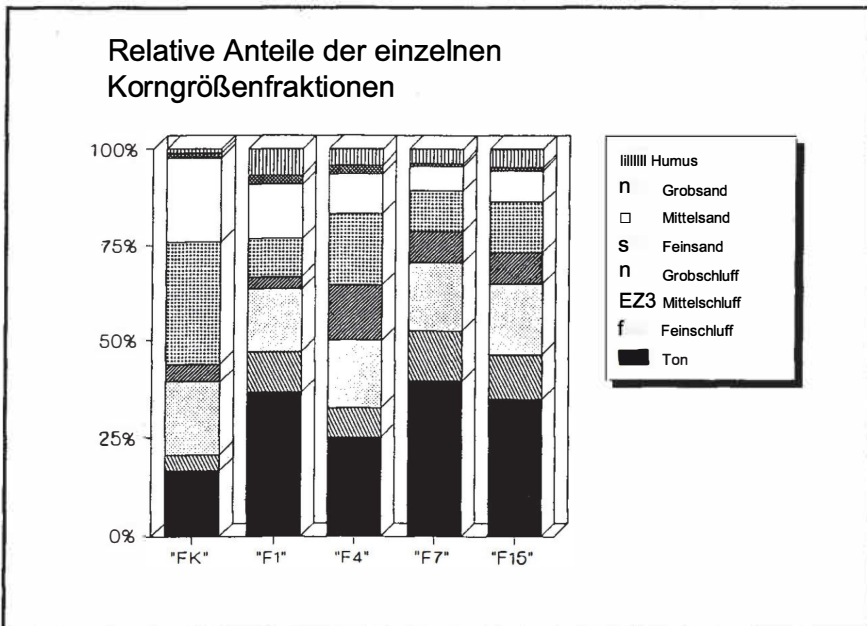
**Tabelle 2:** Fallzeit der Korngrößenfraktionen

Größenfraktion Durchmesser in Mikrometer	Fallzeitenspanne bei 20 °C und Eintauchtiefe in cm			
	20 cm	15 cm	10 cm	5 cm
<2	-	-	7h 45 min 00s	3h 52 min 00s
<6,3	1h 33 min 49s	1h 10 min 22s	46 min 45s	23 min 27s
<20	9 min 19s	6 min 59s	4 min 39s	2 min 20s
<63	59s	42s	-	-

Das Gesetz gilt strenggenommen nur für kugelförmige Teilchen, so daß für die blättchenförmigen Minerale bei der Sedimentationsanalyse nur ein Durchmesser ermittelt werden kann, der einem kugelförmigen Teilchen gleicher Fallgeschwindigkeit entspricht. In diesem Zusammenhang spricht man vom Äquivalentdurchmesser. Im Boden überwiegt Quarz bei weitem, weswegen seine Dichte von 2,65 als Mittelwert zugrunde gelegt wird.

Entsprechend dem dargestellten Zusammenhang wurden zu den jeweiligen Zeiten aus der angegebenen Tiefe je 10 ml Aliquot mit dem Pipettapparat entnommen und in ein Wägegläschen überführt. Die Proben wurden bei 105 °C im Trockenschrank getrocknet, im Exsikkator abgekühlt und dann gewogen. Die ausgewogene Menge, reduziert um 26,6 mg für 10 ml 0,01 n  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ , ergibt nach Multiplikation mit 5 den Anteil der Fraktion in Prozent der Einwaage.

#### 2.1.4.3 Ergebnisse



**Abbildung 4:** Massenprozent der einzelnen Korngrößenfraktionen und Humusanteil der Böden auf den Untersuchungsflächen.

In Abbildung 4 sind die Massenprozentanteile der einzelnen Korngrößenfraktionen und der Humusgehalt als Stapelbalkendiagramm für die Untersuchungsflächen dargestellt. Die größten Unterschiede zeigen die Tonanteile mit Werten von 20% bis 39% und die Feinsand- sowie Grobschluffanteile, die sich zwischen 10% und 30% bewegen.

#### 2.1.4.4 Diskussion

Wie Abbildung 4 zeigt, sind abgesehen von "FK" alle Böden durch einen ausgesprochen hohen Tonanteil gekennzeichnet, der bei "FI", "F7" und "F15" Werte von 36,7%, 39,7% und 34,9% erreicht. Addiert man für die genannten Flächen zum Tonanteil noch die Feinschlufffraktion, so zeigt sich, daß fast die Hälfte des Bodens aus sehr feinen Partikeln besteht. Dies hat für die mit der Porosität verbundenen Durchlüftung des Bodens ebenso weitreichende Konsequenzen wie für die Wasseraufnahmefähigkeit.

Wesentliche Abweichungen von den übrigen Böden zeigt lediglich "FK". Hohe Fein- und Mittelsandanteile unterscheiden den Boden deutlich von den übrigen Flächen. Dies ist ein Befund, der bei der Interpretation weiterer Ergebnisse dieser Fläche, die als Kontrolle dienen soll, berücksichtigt werden muß.

Da alle Böden in der Aue und damit im Bereich des Überschwemmungsgebietes der Fulda liegen, haben das Mikorelief und die dadurch beeinflussten Sedimentationsbedingungen Auswirkungen auf die Bodenbildung. "FK" liegt relativ nahe zum Fluß und wird dementsprechend häufig und mit höherer Strömungsgeschwindigkeit überflutet, so daß aufgrund der höheren Schleppkraft des Wassers dort Partikel mit größerem Durchmesser sedimentiert werden.

#### 2.1.5 Stickstoffversorgung, pH-Wert

Die folgende Tabelle 3 gibt die Ergebnisse der Stickstoffbestimmung sowie die pH-Werte wieder. Besonders auffallend sind die extrem hohen Nitrit- und Nitratwerte der Lägerflur ("FL") als eine Folge der dort angehäuften Urin- und Kotscheidungen der Schafe. Auf den übrigen Flächen liegt die Stickstoffversorgung im Bereich der üblichen Schwankungen landwirtschaftlich genutzter Wiesen, wobei "FK" die niedrigsten Werte zeigt. Dies kann auf das Datum der Probenentnahme im Herbst zurückgeführt werden. Im Gegensatz zu den Weiden, denen zwar durch die von den

Schafen gefressenen Pflanzen ständig Stickstoff entzogen, durch deren Ausscheidungen aber gleichzeitig wieder zugeführt wird, wird die Stickstoffbilanz der Wiese nach der Mahd erst durch Düngung im Frühjahr wieder ausgeglichen. Elementarer Stickstoff spielt für das Pflanzenwachstum lediglich über die Symbiose zwischen Knöllchenbakterien und Leguminosen eine Rolle. Als Pflanzendünger ist Stickstoff in Form seiner Oxide Nitrat und Nitrit sowie als Ammonium von Bedeutung. Die Proben wurden am 01. September 1992 genommen.

Neben den unter Abschnitt 1.1.3 vorgestellten Untersuchungsflächen wurde auch die Mischprobe einer Lägerflurmit einbezogen.

Tabelle 3: Stickstoff Versorgung und pH-Wert des Bodens der Untersuchungsflächen. Die Stickstoffmengen sind in mg pro kg Boden angegeben Die Bestimmung erfolgte mit einem Schnelltestset der Firma Merck.

	Nitrit	Nitrat	Ammonium	pH-Wert
"FK"	0	0	0,5	5,4
"F1"	0	10	1	5,4
"F4"	0	5	1	5,4
"F7"	0	10	1,2	5,4
"F15"	0	15	0,5	6,4
"FL"	25	250	10	6,5

## 2.2 Bestimmung der Porenvolumenverteilung und Schüttdichte

### 2.2.1 Einleitung

Über die Bestimmung der Porenvolumenverteilung lassen sich Rückschlüsse auf eine mögliche Verdichtung des Bodens durch den Weidegang der Schafe ziehen (HORN 1985). Spricht man von der Verdichtung, also der Änderung der Dichte eines Bodens, so müssen hierbei zwei Faktoren unterschieden werden, von denen die Dichte beeinflusst werden kann. Dies ist zum einen die Masse der Bodenpartikel, also die Bestimmung der spezifischen Dichte der mineralischen und organischen Bestandteile des Bodens. Deren Dichte beträgt zum Beispiel für Quarz 2,65, für Tonminerale 2,2 - 2,9, für Schwerminerale 2,9 - 4,0, für Calcit 2,7 und für organische Substanz wie auch Rohhumus und Torf ca. 1,4. Da Quarz den Hauptanteil der Festsubstanz bildet, kann für Böden mit geringem Gehalt an organischer Substanz



(vgl.: 2.1.4 Humusgehalt) eine mittlere Dichte von 2,65 angenommen werden. Somit kann die spezifische Dichte der Bodenpartikel (Masse der festen Bestandteile) als konstant und für die Bestimmung der Verdichtung als vernachlässigbar angesehen werden. Neben der Masse der Bodenpartikel ist zum anderen die Lagerungsdichte ein wesentlicher Indikator für Verdichtungs Vorgänge. Zur Bestimmung der Lagerungsdichte wird die Masse an festen Bodenbestandteilen zum gesamten Bodenvolumen ins Verhältnis gesetzt. Man spricht auch von dem Raumgewicht, dem Volumengewicht, der scheinbaren Dichte oder dem Schüttgewicht (SCHEFFER 1976).

Die Größe des Porenvolumens ist von Körnung und Kornform, dem Gehalt an organischer Substanz sowie von der Bodenentwicklung abhängig. Betrachtet man als Ausgangspunkt die dichteste Packung gleich großer Kugeln, so findet man unabhängig von der Kugelgröße ein Porenvolumen von 26%. Vergleicht man Packungen aus Kugeln unterschiedlicher Größe, so nimmt das Porenvolumen ab, wenn die Unterschiede in den Kugelgrößen zunehmen. Im allgemeinen findet man daher eine Zunahme des Porenvolumens mit abnehmender Korngröße, die teils auf Abweichungen von der Kugelform und teils auf zunehmende Einflüsse von Oberflächenkräften zurückzuführen ist.

Die Porensysteme, also das Porenvolumen und die Porengrößenverteilung, verändern sich im Laufe der Bodenentwicklung. Die wichtigsten Veränderungsmechanismen sind die Einlagerung und Auswaschung von organischen Stoffen sowie die Schrumpfung und Quellung durch biologische Aktivität. Soweit diese Veränderungen durch den Wechsel der Wassergehalte und der biologischen Aktivität hervorgerufen werden, unterliegen sie einem regelmäßigen, mit den Jahreszeiten parallel verlaufenden Rhythmus.

Neben diesen endogenen Veränderungen der Porensysteme können auch anthropogene Einflüsse die Porenvolumenverteilung beeinflussen. Dies ist der Fall, wenn durch das Befahren oder Betreten des Bodens die Lagerungsdichte erhöht wird und eine Bodenverdichtung eintritt. Diese Vorgänge unterliegen keinem jahreszeitlichen Rhythmus, sondern korrelieren naheliegenderweise mit der Dauer des Einflusses, im vorliegenden Fall mit der Dauer der Beweidung. Aus diesem Grund wurden die Porenvolumenverteilung und die Schüttdichte der Böden aller Untersuchungsflächen verglichen. Um den Einfluß der überlagernden jahreszeitlichen Periodik auszuschalten, wurden alle Flächen zur gleichen Zeit untersucht.

### 2.2.2 Material und Methode

Die Größe und Form der Poren lässt sich nur durch Ausmessen unter dem Mikroskop ermitteln. Da diese Methode außerordentlich aufwendig ist, werden bei den üblichen Meßmethoden Größe und Form zum Äquivalentdurchmesser zusammengezogen. Eng mit der Porenvolumenverteilung hängt die Wasserbindung des Bodens zusammen, da das Wasser besonders durch die Kapillarkräfte (in den Hohlräumen) und durch Hydrationskräfte (an den Partikeloberflächen) gehalten wird.

Das Verhältnis von Porendurchmesser und Saugspannung, bei der im wassergesättigten Boden die Poren bis zum angegebenen Durchmesser entleert, die Kapillar- und Hydrationskräfte also überwunden werden, beschreibt folgende Formel:

$$p = 0,3/d$$

wobei:

p Druck in mbar

d kleinster Porendurchmesser in cm, der bei anliegendem Druck p noch entwässert wird.

Wenn die Größe der Poren proportional zu ihrer Wasserbindung ist, dann entspricht die Wassermenge, die man mit einem definierten Unterdruck aus einer wassergesättigten Probe absaugen kann, dem Volumenanteil dieser Poren am gesamten Hohlraumsystem einer Bodenprobe. Diese Saugspannung wird als pF-Wert angegeben und entspricht dem Logarithmus zur Basis 10 der cm Wassersäule ( $pF = \log \text{ cm Wassersäule}$ ). Die in einem Boden auftretenden Saugspannungen reichen dabei von 0 - 10<sup>7</sup> cm Wassersäule beziehungsweise von pF - bis  $\pm 7$ .

Von jeder Untersuchungsfläche sowie der Lägerflur wurden im Herbst 1992 vor dem ersten Bodenfrost 20 Parallelproben aus einer Tiefe von 5 cm unter der Grasnarbe gewonnen. Pro Fläche wurden jeweils 15 Vergleichsmessungen durchgeführt. Die Probenentnahme erfolgte in ungestörter Lagerung mittels Stechzylinder (Höhe 40 mm, Volumen 100 ml, Durchmesser ca. 56,4 mm) aus dem A-Horizont unter der Grasnarbe. Falls bei der Probenentnahme Blindporen geöffnet wurden und somit zu dränenden Poren wurden (in der Regel durchgehende Regenwurmgänge), konnte diese Probe nicht zur Messung herangezogen werden. Aus diesem Grund wurden

pro Fläche jeweils 20 Stechzylinderproben entnommen und daraus 15 geeignete nach der Wassersättigung ausgewählt. Zusätzlich zu der Probenentnahme im Herbst erfolgte auf den Flächen "FK" und "FI" eine weitere Entnahme im Frühjahr vor dem ersten Weidegang, um Unterschiede in der jahreszeitlichen Entwicklung nachzuweisen.

Die Messung der pF-Werte erfolgte im Bereich  $0 \leq pF < 2,48$  durch das Absaugen wassergesättigter Proben über eine Glasfilternutsche (HARTGE 1971) und für  $2,48 \leq pF < 4,2$  in der Hochdruckapparatur nach RICHARDS (1949).

Die folgende Tabelle (Tab. 4) erläutert in den gemessenen Schritten den Zusammenhang zwischen pF-Wert, Druck, Porendurchmesser und Porengrößenbereich. Die Porengrößenverteilung stellt ein Kontinuum dar, daß in konventionell festgelegte Bereiche unterteilt wird (DIAMOND 1970). Die hier gewählte Einteilung orientiert sich an SCHLICHTING (1966). Der Äquivalentdurchmesser 0,2 µm entspricht der Entwässerungsgrenze beim permanenten Welkepunkt ( $pF < 4,2$ ).

**Tabelle 4:** pF-Werte, Druck, Porendurchmesser und Porengrößenbereich nach SCHLICHTING (1966), in dem die Messungen durchgeführt wurden.

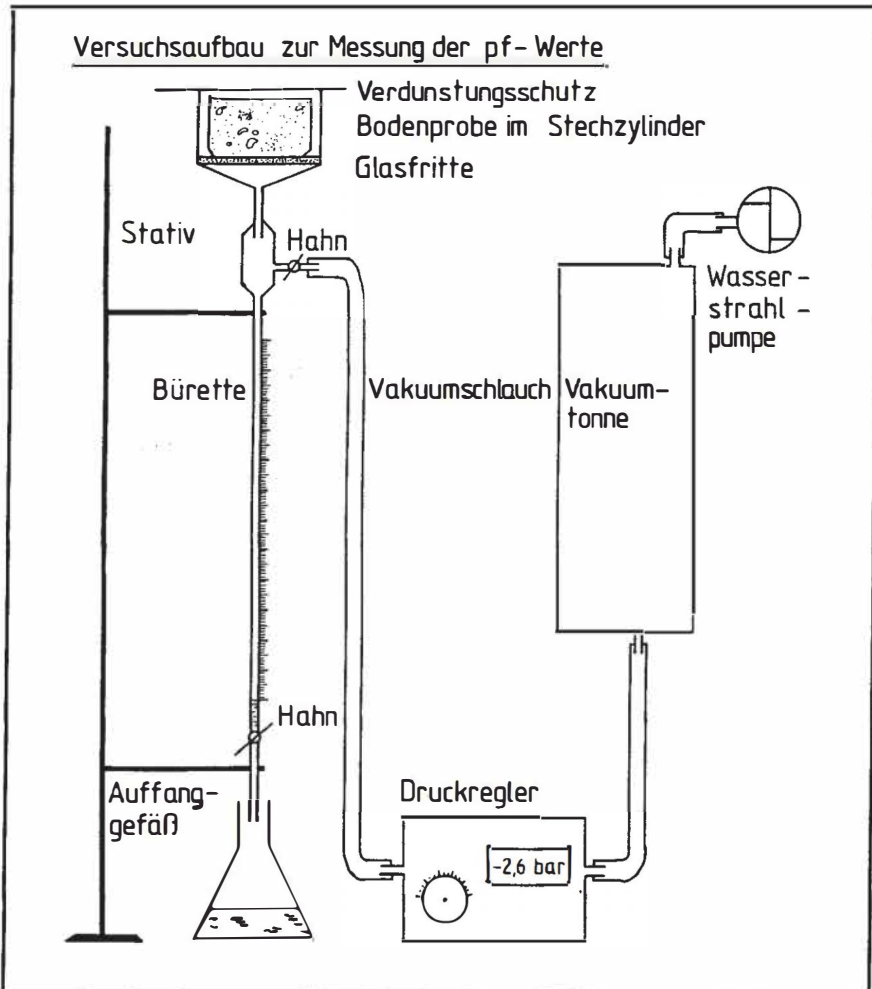
pF-Wert	Druck in mbar	Porendurch- messer in µm	Porengrößen- bereich
$0 \leq pF < 1,18$	15	200	Gröbstoporen
$1,18 < pF < 1,80$	62	48	Grobporen
$1,80 < pF < 2,30$	196	15	Mittelporen
$2,30 < pF < 2,48$	296	10	Mittelporen
$2,48 < pF < 4,20$	15.000	0,2	Feinporen

Zur Bestimmung der pF-Werte im Bereich  $4,2 \leq pF < 7$  kann man Proben mit gesättigten Salzlösungen bestimmter Dampfspannung oder unterschiedlich konzentrierter Schwefelsäure ins Gleichgewicht bringen (HARTGE 1971). Über Differenzwägungen läßt sich der Wasserverlust und damit das Porenvolumen bestimmen. Da von den pF-Werten in diesem Bereich keine für die Fragestellung verwertbaren Ergebnisse zu erwarten waren, wurde von der Bestimmung abgesehen.

Zur Wassersättigung wurden die Volumenproben im Stechzylinder von unten mit einem Filtergewebe bedeckt (um ein Ausfließen zu verhindern), auf ein Drahtnetz

gesetzt und in ein Wasserbad gestellt. Zunächst wurde der Wasserspiegel nur wenige Millimeter über der Zylinderunterkante eingestellt, so daß das Wasser kapillar in den Proben aufsteigen und alle Hohlräume ausfüllen konnte. Nach 12 Std. wurden die Proben 1 cm überstaut, und nach weiteren 2 Std. begann die Messung.

### Absaugen über eine Glasfilternutsche



**Abbildung 5:** Versuchsaufbau zur Bestimmung der  $p_f$ -Werte durch stufenweises Entwässern der wassergesättigten Probe.

Nach der Wassersättigung wird die Probe auf eine Glasfilternutsche gesetzt, an der nacheinander entsprechend der zu bestimmenden Porenklassen definierte Unterdrücke (siehe Tabelle 4) anliegen. Das aus der Probe gesaugte Wasser wird in einer Bürette aufgefangen und die Menge für jeden Unterdruck getrennt bestimmt. Abbildung 5 zeigt den prinzipiellen Aufbau der Meßapparatur. Das verwendete Gerät ermöglichte 20 parallele Messungen.

Anschließend wird die Probe zuerst feucht gewogen, dann 15 Std. bei 105 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und schließlich in einem Exsikkator abgekühlt und erneut gewogen. Das Wiegen erfolgt jeweils noch in den Stechzylindern und kann wegen der sonst in der Waage entstehenden Thermik nur an Proben mit Raumtemperatur vorgenommen werden. Um eine Wiederbefeuchtung aus der Raumluft zu verhindern, werden die Proben während des Abkühlens im Exsikkator aufbewahrt. Anschließend werden die Zylinder geleert und erneut gewogen. Nach der Subtraktion des Stechzylindergewichtes ist das Gewicht des trockenen und des feuchten Bodens bekannt. Die Differenz entspricht der Wassermenge und damit dem Gesamtvolumen der Poren, die bei  $pF < 2,48$  (Durchmesser  $< 10 \mu m$ ) noch nicht entleert waren. Bei einem Stechzylindervolumen von 100 ml entspricht die in ml (Bürettenstände) oder g (Differenzwägung) gemessene Wassermenge gleichzeitig dem Wasseranteil in Volumenprozent der Bodenprobe.

### **Bestimmung Wassergehaltes $\theta_{si} \text{ g/g} < BF < 4,2$ in sigr Hgghdruckapparatur**

Der zur Bestimmung dieses Wertes notwendige Druck kann technisch nicht mehr als Unterdruck über eine Glasfilternutsche an eine Bodenprobe angelegt werden. Die Volumenbestimmung dieser Feinporen verlangt allerdings auch nicht nach einer Probe aus ungestörter Lagerung, wie sie im Stechzylinder vorliegt. Aus diesem Grund werden grob zerkleinerte, wassergesättigte Proben mit Überdruck ausgepreßt.

Hierzu gibt man die Proben auf nach unten abgedichtete, feinporige keramische Platten, die zuvor wassergesättigt wurden. Die Platten verfügen über einen seitlichen Wasserauslauf und werden mitsamt den Proben in einem Drucktopf einem Überdruck (bei  $pF < 4,2$  sind das 15 bar) ausgesetzt. Nach 24 bis 48 Std. verläßt kein Wasser mehr den Auslauf. Bei den so entwässerten Proben wird ebenfalls über eine Differenzwägung vor und nach dem Trocknen die verbliebene Wassermenge bestimmt.

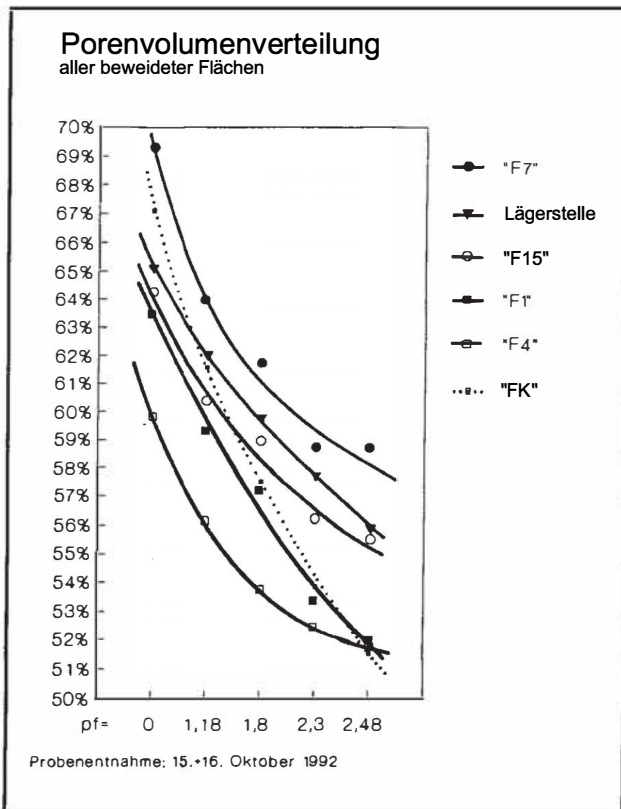
Zur Darstellung der Ergebnisse werden in halblogarithmischer Darstellung die Wassergehalte in Volumenprozent bei den jeweiligen pF-Werten aufgetragen. Diese Wassergehalts-pF-Kurve stellt gleichzeitig eine Porenfrequenzsummenkurve dar.

### Schüttdichte

Nach der Porenvolumensbestimmung werden die bis zur Gewichtskonstanz getrockneten Proben gewogen. Da das Stechzylindervolumen bekannt ist, lässt sich die Schüttdichte als Quotient aus Masse und Volumen berechnen.

### 2.2.3 Ergebnisse

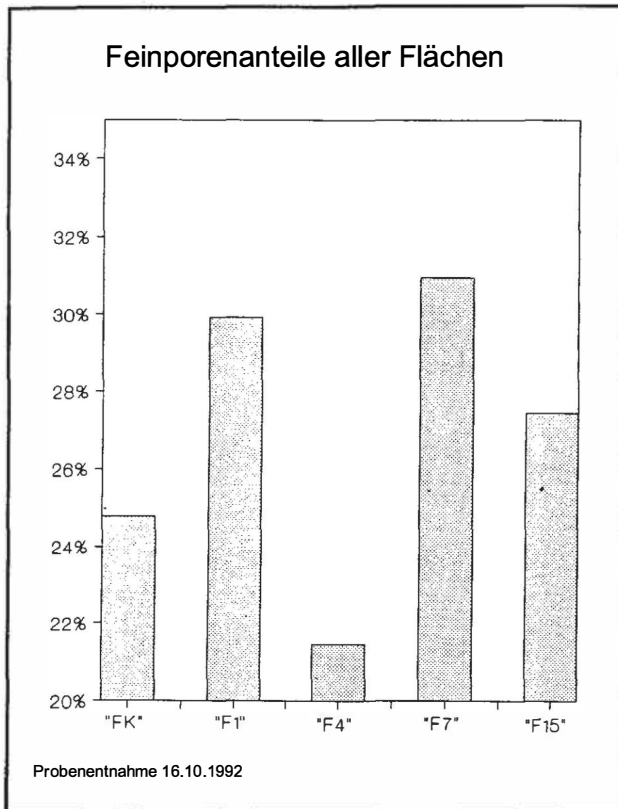
#### Vergleich aller Untersuchungsflächen



**Abbildung 6:**

Die Wassergehalts-pF-Kurven aller Untersuchungsflächen für pF=0 bis pF=2,48. Die Ergebnisse von "F1", "F4", "F7", "F15" und "FL" sind mit durchgezogenen Linien dargestellt, die von "FK" mit unterbrochener Linie.

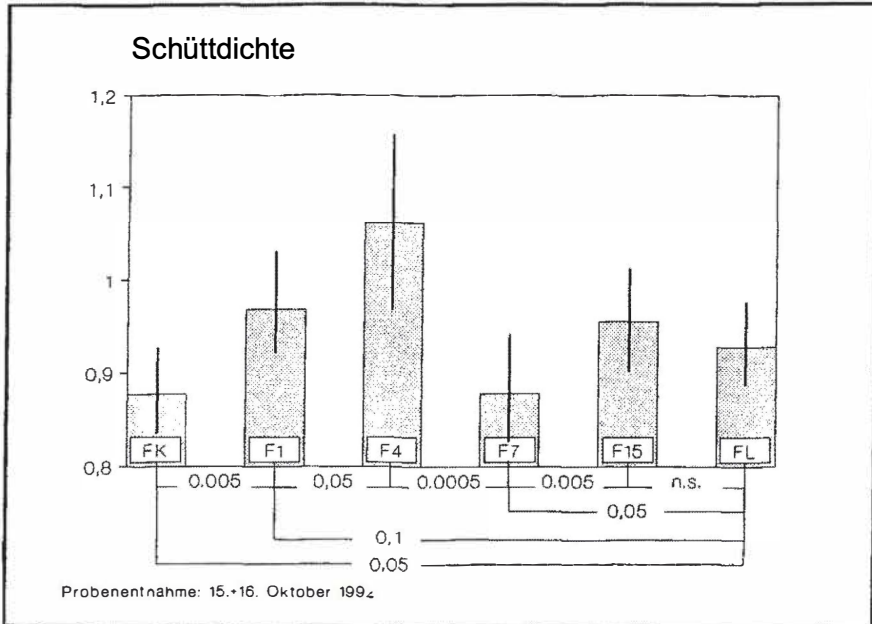
Abbildung 6 zeigt die Wassergehalts-pF-Kurven für alle Untersuchungsflächen bei  $pF = 0$  bis  $pF = 2,48$ . Die Werte für  $pF > 2,48$  werden gesondert dargestellt. Deutlich zeigt sich die Abfolge der Kurven (durchgezogene Linien) in der Reihenfolge: "F7" > "FL" > "F15" > "F1" > "F4". Lediglich die Kurve der Kontrollfläche VK (unterbrochene Linie) läßt sich nicht in diesen Zusammenhang einordnen. Sie schneidet alle übrigen Kurven. Die Streuung der Meßwerte konnte aus Gründen der Übersichtlichkeit in dieser Abbildung nicht eingetragen werden.



**Abbildung 7:**

Die durchschnittlichen Feinporenanteile aller Untersuchungsflächen.

Die Sicherheitswahrscheinlichkeiten für die Ablehnung der Nullhypothese gleicher Mittelwerte der Porenklassen und der Schüttdichte sind in Tabelle 5 dargestellt.



**Abbildung 8:** Die Schüttdichten aller Untersuchungsflächen.

Nächste Seite:

labellg.5;

Sicherheitswahrscheinlichkeiten für die Ablehnung der Nullhypothese gleicher Mittelwerte bei einseitiger Fragestellung (Mann-Whitney-U-Test,  $N=15$ ). In den rechts der Diagonalen stehenden Feldern sind jeweils von oben nach unten die Werte für  $pF=0$ ,  $pF=1,18$ ,  $pF=1,8$ ,  $pF=2,3$  und  $pF=2,48$  angegeben, links findet sich das Testergebnis für die Permeabilitätskoeffizientenbestimmung  $K_f$  (2,3), die Bestimmung der Schüttdichte und der Anteil der Feinporen  $pF > 2,48$ . (n.s. steht für nicht signifikant oder  $p \geq 0,1$ )

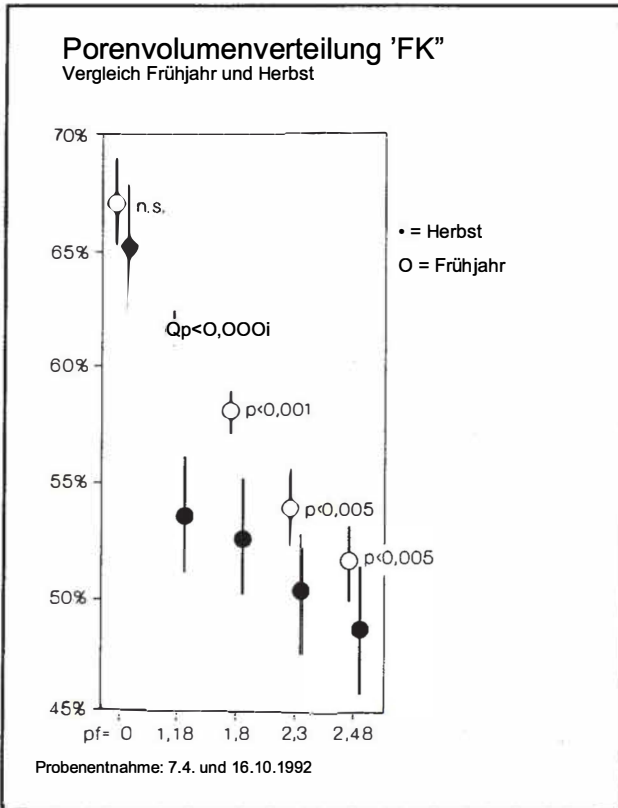


Tabelle 5: Sicherheitswahrscheinlichkeiten

	"FK"	"F1"	"F4"	"F7"	"F15"	"FL"
"FK"		0.005 0.005 0.05 n.s. n.s.	0.0001 0.0001 0.0005 0.1 n.s.	0.01 0.0005 0.0001 0.0005 0.0001	0.05 0.1 0.1 0.01 0.001	0.05 n.s. 0.05 0.001 0.0005
"F1"	0.1 0.005 0.005		0.01 0.005 0.01 n.s. n.s.	0.0001 0.0001 0.001 0.0001 0.0001	n.s. n.s. 0.05 0.005 0.001	0.05 0.005 0.005 0.0001 0.0005
"F4"	0.0001 0.005 0.005	0.0005 0.5 0.005		0.0001 0.0001 0.0001 0.0001 0.0001	0.005 0.005 0.0005 0.005 0.005	0.001 0.0001 0.0001 0.0005 0.0005
"F7"	0.0001 n.s. 0.005	0.001 0.005 0.05	0.005 0.0005 0.005		0.0005 0.005 0.01 0.01 0.001	0.005 0.005 0.005 0.05 0.005
"F15"	0.1 0.005 0.05	n.s. n.s. 0.005	0.0001 0.001 0.005	0.005 0.005 0.005		n.s. 0.1 n.s. n.s. n.s.
"MFL"	0.0001 0.05 0.05	0.001 0.1 0.005	0.005 0.005 0.005	n.s. 0.05 0.005	0.0001 n.s. 0.1	

### Änderung nach einjähriger Beweidung

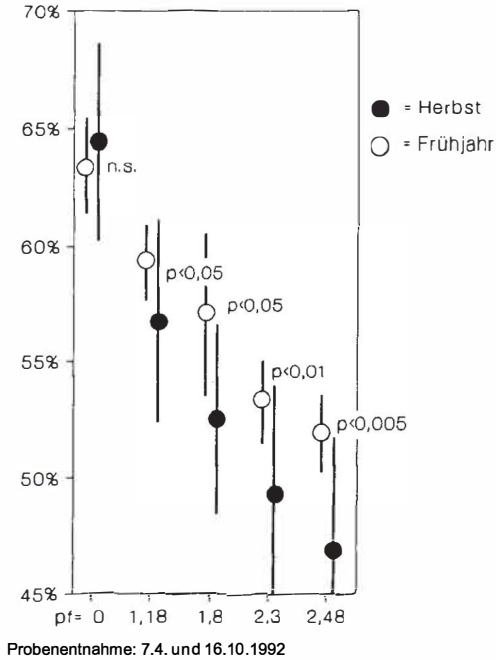
In den beiden folgenden Abbildungen sind die Wassergehalts-pF-Kurven für die Flächen "FK" (Abb. 9) und "F1" (Abb. 10) jeweils im Frühjahr und im Herbst einschließlich der Streuung der Meßwerte sowie Angaben zur Sicherheitswahrscheinlichkeit für die Ablehnung der Nullhypothese gleicher Mittelwerte dargestellt. Neben der jahreszeitlichen Periodik sollten Unterschiede zwischen beiden Flächen festzustellen sein, da "F1" während des Sommers erstmals beweidet, "FK" dagegen weiterhin als Mähwiese genutzt wurde. Durchgängig sind die Werte der Herbstmessungen niedriger als die der Frühjahrsmessungen, wobei die Streuung der Einzelmessungen um den Mittelwert im Herbst wesentlich größer als im Frühjahr ist.



**Abbildung 9:**

Gegenüberstellung der durchschnittlichen Wassergehalts-pF-Kurven von "FK" im Frühjahr und Herbst, die Streuung der Meßwerte und die Sicherheitswahrscheinlichkeit für die Verschiedenheit zweier Mittelwerte.

**Porenvolumenverteilung "F1"**  
 Vergleich Frühjahr und Herbst



**Abbildung 10:**

Gegenüberstellung der durchschnittlichen Wassergehalts-pF-Kurven von "F1" im Frühjahr und Herbst, die Streuung der Meßwerte und die Sicherheitswahrscheinlichkeit für die Verschiedenheit zweier Mittelwerte.

Vergleich einer Lägerstelle mit der übrigen Weide "F1"

Aufgrund der heterogenen Nutzung der Fläche durch die Weidetiere werden verschiedene Areale der Gesamtfläche unterschiedlich intensiv genutzt. Auf der Fläche "FT bildete sich durch das nächtliche Lagern der Schafe am immer gleichen Ort schon nach wenigen Wochen eine Störstelle, die vollkommen vegetationsfrei war. Von dieser Stelle führten ausgeprägte Trampelpfade in die Weidefläche, die sich dort immer weiter verzweigten (vgl. 2.4.3). Abbildung 11 zeigt den Vergleich der Wassergehalts-pF-Kurve dieser Lägerflur ("FL") mit der übrigen Weidefläche "Fi", Analog zu den Abbildungen 9 und 10 zeigen hier alle Werte relativ große Streuungen um den Mittelwert. Die Porenvolumina der Störstelle liegen für alle Porengrößenklassen unter denen der übrigen Weidefläche.

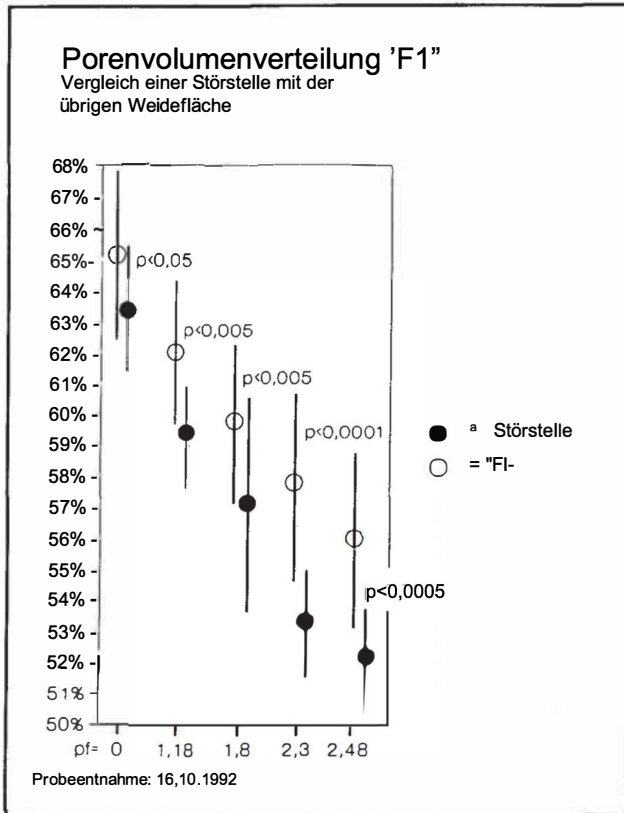


Abbildung 11:

Gegenüberstellung der durchschnittlichen Wassergehalts-pF-Kurven von "Fr und "FL", die Streuung der Meßwerte und die Sicherheitswahrscheinlichkeit für die Verschiedenheit zweier Mittelwerte.

## 2.2.4 Diskussion

### Vergleich aller Untersuchungsflächen

Grundsätzlich zeigt sich, daß die Porenvolumenverteilung nicht direkt mit der Nutzung in Verbindung gebracht werden kann. Vielmehr spiegeln sich die feinen Unterschiede der Bodenart (vgl. 2.1.4) in den Ergebnissen wider. Der erhöhte Ton- und Feinschluffanteil insbesondere der Flächen "F7" und "F15" korreliert deutlich mit dem höheren Porenvolumen. Dies gilt um so mehr für die Feinporen im Bereich von  $2,3 \leq pF < 2,48$ .

Auffallend ähnlich sind sich "FL" und "F15". Zwar wurde für die Störstelle "FL" die Korngrößenverteilung nicht gesondert bestimmt, doch kann davon ausgegangen

werden, daß sich "FL" und "F1" in der Bodenart nicht unterscheiden, da "FL" ein Teilbereich von "F1" ist. Für "F1" und "F15" gilt eine sehr ähnliche Verteilung der feinkörnigen Anteile, lediglich im Bereich des Grobschluffs und des Mittelsandes finden sich Unterschiede. In diesem Fall liegt der Zusammenhang mit dem Schaftritt als Ursache für die Verdichtung nahe, da \*F15" schon lange beweidet wird und "FL" ebenfalls intensiv, wenn auch nur für ein Jahr, durch Schaftritt verdichtet wurde. Verstärkend kommt sicherlich hinzu, daß die Grobporen durch Niederschlag und Schafurin verschlammten, da eine schützende Grasnarbe auf "FL" vollkommen fehlt. Auf die deutlichen Unterschiede zwischen "F1" und "FL" wird später eingegangen.

### **Änderung n<sup>h</sup> s<sup>ini</sup>ähnaer Bewegung**

Schon in der Einleitung wurde dargelegt, daß die Porenvolumenverteilung eines Bodens keine konstante Größe darstellt, sondern jahreszeitlichen Schwankungen und längerfristigen Entwicklungen unterliegt. Zu den jahreszeitlichen Schwankungen gehören beispielsweise die Lockerung und Vergrößerung des Porenvolumens bei durchfeuchteten Böden durch den winterlichen Frost. Dem tritt eine Verdichtung durch Verschlämmung der Grobporen nach Niederschlagsereignissen entgegen. In die gleiche Richtung wirkt auf Aueböden der Eintrag von Feinsediment nach Hochwasserereignissen.

Neben diesen physikalischen Vorgängen beeinflussen auch Aktivitäten von Flora und Bodenfauna den untersuchten Parameter. Gräser beispielsweise durchwurzeln während der Vegetationsperiode den Boden intensiv und reduzieren ihr Wurzelwerk während des Winters. Dadurch entsteht ein weitverzweigtes Porensystem, man sagt, daß Pflanzen den Boden aufschließen.

All diese Faktoren bewirken in ihrer Summe einen Unterschied im Porenvolumen eines Bodens zwischen Frühjahr und Herbst. Die Abbildungen 9 und 10 zeigen deutlich, daß das Porenvolumen der untersuchten Böden im Frühjahr ausgeprägter ist als im Herbst.

Während alle genannten Faktoren auf beiden Flächen gleichsinnig wirken, können die Folgen der Schafbeweidung diesen jahreszeitlichen Unterschied nur auf "F1" beeinflussen. Insbesondere im pF-Bereich zwischen 1,18 und 1,8 zeigt die Entwicklung auf "FT" eine deutliche Abweichung von der auf "FK". Zum einen zeigen die Werte hier eine deutlich höhere Verdichtung auf der Schafweide, zum anderen

ist die Streuung der Meßwerte wesentlich geringer. Die Reduktion der Streuwerte kann darauf zurückgeführt werden, daß abseits der Trampelpfade und Störstellen der Schaftritt gleichmäßig auf die Fläche wirkt, während die Verdichtung auf der Mähwiese durch die Räder der Bearbeitungsmaschinen ungleichmäßig erfolgt. Schon wenige Tage nach der Heuernte können die Fahrspuren auf der Wiese nicht mehr erkannt werden, so daß einzelne Proben direkt aus einer solchen Stelle die Streuung der Mittelwerte erhöhen.

Diese qualitative Diskussion der Ergebnisse kann nicht durch statistische Tests belegt werden. Die Daten erfüllen die Normalverteilungsvoraussetzung nicht, so daß eine parametrische Varianzanalyse nicht durchgeführt werden kann.

#### Vergleich einer Lägerstelle mit der übrigen Weide "F1"

Ähnlich der vorgenannten Untersuchung stellt sich die Situation beim Vergleich einer Lägerstelle mit der übrigen Weidefläche "F1" dar. Die Verdichtung durch den massiven Schaftritt wird durchgängig über den gesamten gemessenen pF-Bereich deutlich. Allerdings läßt es sich nicht erklären, warum die Unterschiede im Bereich der Feinporen augenfällig größer sind als bei den Grobporen. Wenn nur physikalische Faktoren eine Rolle bei der Verdichtung des Bodens spielen; dann sollte sich der größte Unterschied im Grobporenbereich finden. Wahrscheinlich spielen bei der Reduktion der Feinporen auch chemische Prozesse eine Rolle, die durch die hohen Nitrat- und Nitritwerte im Boden begünstigt sind.

#### Schüttdichte und Feinporenanteil bei $pF > 2dS$

Schüttdichte und Feinporenanteil sind offensichtlich Größen, die bislang nicht durch die Intensität der Beweidung so stark verändert wurden, als daß diese Entwicklung die Prozesse der Bodenogenetik sichtbar überlagern würden. Vielmehr korreliert der Feinporenanteil gut mit dem Ton- und Feinschluffgehalt der Böden (vgl. 2.1.4). Deutlich wird dies auch beim Vergleich der Ergebnisse von "FT und "FL". Die Lägerflur stellt ja einen Teilbereich aus "F1" dar und unterscheidet sich nur unwesentlich trotz der um vieles stärkeren Belastung von "FK" ( $p < 0,1$ ). Dies gilt in besonderem Maß für die Schüttdichte und abgeschwächt auch für den Feinporenanteil.

## 2.3 Bestimmung des Kf-Wertes

### 2.3.1 Einleitung

Die Wasserleitfähigkeit beziehungsweise die Wasserdurchlässigkeit kann nicht einfach aus Porenraum, Porenvolumenverteilung und Porenfüllung ermittelt werden, da beispielsweise auch die Form der Poren und deren Kontinuität die Wasserleitfähigkeit beeinflussen. Diese Größe muß deshalb gesondert ermittelt werden. Dazu stehen grundsätzlich zwei Methoden zur Verfügung: einerseits die Bestimmung des Permeabilitätskoeffizienten (Kf-Wert) im Labor und andererseits die direkte Messung eines infiltrierten Wasservolumens im Gelände in Abhängigkeit von Fläche und Zeit. Diese Geländebestimmung wird im Detail unter 2.4 dargestellt. Im folgenden wird zunächst die Messung des Permeabilitätskoeffizienten an ungestörten Bodenmonolithen im Labor beschrieben.

Neben der allgemeinen Charakterisierung der Untersuchungsflächen soll die Frage beantwortet werden, ob sich die jahreszeitliche Änderung des Kf-Wertes auf einer erstmals beweideten Fläche von der auf einer Kontrollfläche unterscheidet. Sollte dies der Fall sein, so wäre damit der Einfluß der Schafhaltung auf die Wasseraufnahmefähigkeit der Weidefläche belegt. Hierzu wurden auf der Kontrollfläche und einer im ersten Jahr beweideten Fläche ("FK" und "FI") vor und nach dem Weidegang Kf Bestimmungen durchgeführt.

### 2.3.2 Material und Methode

Von jeder Untersuchungsfläche sowie der Lägerflur wurden im Frühjahr 1992 vor dem ersten Weidegang 15 Parallelproben aus einer Tiefe von 5 cm unter der Grasnarbe gewonnen. Die Probenentnahme erfolgte mit 100-ml-Stechzylindern von 5 cm Höhe und einer Grundfläche von 20 cm<sup>2</sup>. Zusätzlich zu der Probenentnahme im Frühjahr erfolgte auf den Flächen "FK" und "FI" eine weitere Entnahme im Herbst vor dem ersten Bodenfrost. Bei der Entnahme der Proben muß berücksichtigt werden, daß die Leitfähigkeit in vertikaler und horizontaler Schichtung unterschiedlich sein kann. Alle Proben wurden deshalb senkrecht genommen und in gleicher Orientierung gemessen.

### Meßtechnische Grundlagen

Ein Maß für die Wasserleitfähigkeit stellt der Permeabilitätskoeffizient  $K_f$  dar. Zu seiner Bestimmung mißt man die Wassermenge, die in einem bestimmten Zeitintervall unter einem bestimmten Druck durch einen ungestörten Bodenmonolithen fließt. Dabei muß die Fließgeschwindigkeit möglichst niedrig gehalten werden, um zu verhindern, daß durch Verschlämmungen und turbulente Strömungen der Durchsatz vermindert wird. Die Messungen wurden an einem ICW Labor-Permeameter des Herstellers Eijkelkamp durchgeführt, der folgendermaßen arbeitet (siehe Abbildungen 12 und 13):

Die ungestörte Stechzylinderprobe wird wassergesättigt. Die Vorgehensweise entspricht der unter 2.2.2 beschriebenen Methode. Besondere Bedeutung kommt dabei der Unversehrtheit beider Schnittflächen zu, da bei verschmierten Schnittflächen die Poren verschlossen sind und dadurch das Meßergebnis wesentlich verfälscht wird. Im vorliegenden Fall wurde überstehender Boden durch einen ziehenden Schnitt mit dem Blatt einer Eisensäge abgeschnitten. Wichtig ist dabei, nach der Wassersättigung zu überprüfen, ob aufgrund von Quellung Boden über den Rand des Stechzylinders vorsteht, der dann erneut abgeschnitten werden muß.

Die gesättigte Probe wird in einen Ringhalter (Abbildung 13) eingesetzt. Dabei wird die Probe um  $180^\circ$  gedreht, das heißt, die ehemals der Bodenoberfläche zugewandte Schnittfläche des Zylinders zeigt jetzt nach unten. Mittels eines vaselinebestrichenen Dichtungsringes schließt der Stechzylinderwasserdicht an die Röhre des Ringhalters an. Ein doppeltes, grobmaschiges Metallsieb wird durch eine Schraube von unten gegen den Stechzylinder gepreßt, so daß die Probe im Ringhalter fixiert ist. Die präparierte Probe wird anschließend so tief in ein Wasserbecken eingetaucht, daß dessen Wasserspiegel ein bis zwei Zentimeter über der jetzt oberen Schnittfläche des Stechzylinders steht.

Durch diese Höhendifferenz entsteht ein Druck, mit dem das Wasser durch die Probe fließt. Um die Höhendifferenz und damit die treibende Kraft für die Perkolation konstant zu halten, wird mittels einer Doppel-U-Röhre nach dem physikalischen Prinzip der kommunizierenden Röhren das durch die Probe geflossene Wasser in eine Meßbürette abgeleitet. Dort kann die perkolierte Wassermenge pro Zeiteinheit abgelesen werden.



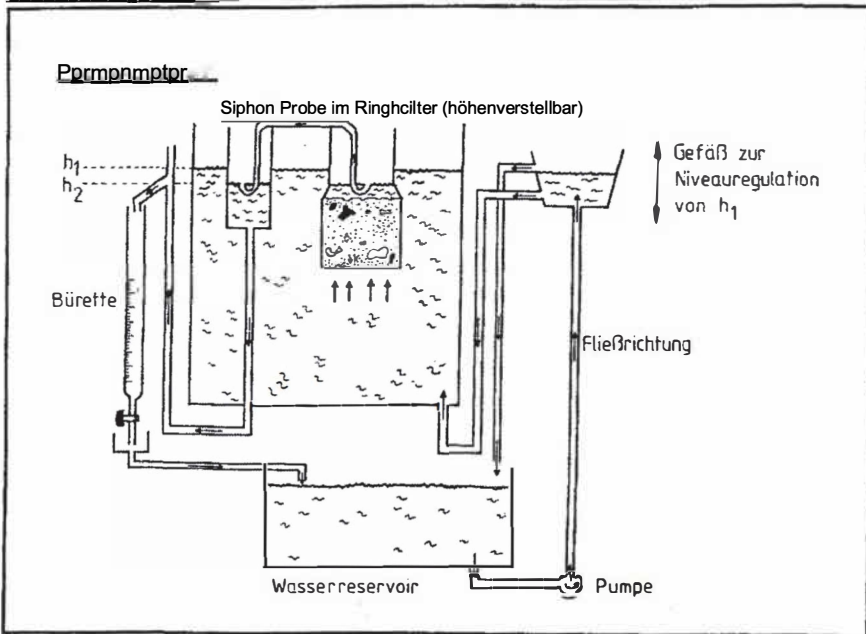


Abbildung 42 Permeameter zur Kf-Bestimmung

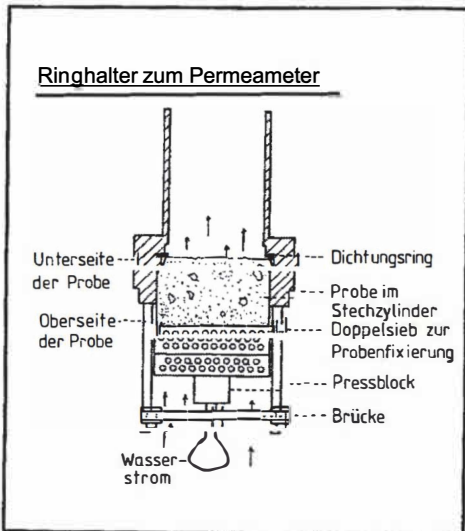


Abbildung 13'

Ringhalter, in dem die Probe in das Wasserbecken eingetaucht wird.

Zur Bestimmung der Höhendifferenz zwischen dem Wasserspiegel des Beckens und dem tieferliegenden Wasserspiegel des Ringhalters legt man eine Spannung zwischen dem Wasser und einem Stahlstift an, der auf einem exakt zur Wasseroberfläche ausgerichteten Wagen über der Apparatur befestigt ist. Mittels einer Mikrometerschraube wird der Stahlstift auf die Wasseroberfläche gesenkt. Berührt der Stift die Wasseroberfläche, ist der Stromkreis geschlossen, und es wird ein elektrisches Signal ausgelöst. Aus der Differenz beider Messungen errechnet sich der Höhenunterschied zwischen den Wasserspiegeln.

Die Durchflußmenge wurde über mehrere Stunden in Zeitintervallen von je 30 Minuten bestimmt, bis sich eine konstante Durchflußmenge pro Zeiteinheit eingestellt hatte. Dieser letzte Wert wurde als Meßwert registriert. Von den 15 Parallelproben wurden die Ergebnisse verworfen, bei denen sich während der Wassersättigung oder Messung herausstellte, daß durch die Probenentnahme eine Blindpore (z.B. ein Regenwurmgang) geöffnet wurde, die damit wesentlich zur Dränfähigkeit beitrug. Eine zufällige Auswahl von zehn Meßwerten aus den verbleibenden wurde zur Auswertung herangezogen, da eine gleiche Stichprobengröße für das statistische Testverfahren notwendig war. In der zur Verfügung stehenden Apparatur konnten jeweils zehn Parallelmessungen gleichzeitig durchgeführt werden.

### Theoretische Grundlagen

Der Permeabilitätskoeffizient  $K_f$  ergibt sich für langsame Wasserbewegungen (laminare Strömung) als:

$$K_f = \frac{Q}{L \cdot h \cdot F}$$

wobei

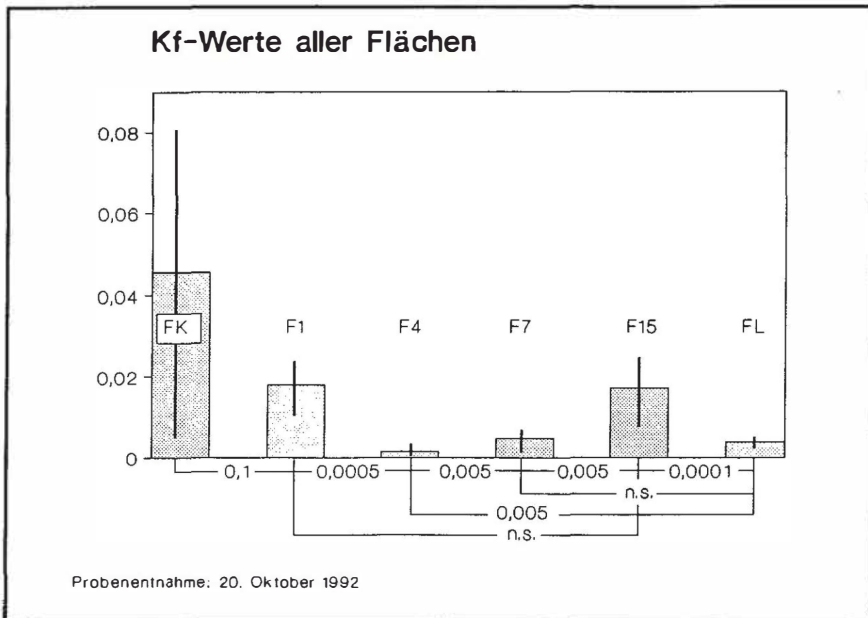
- Q der perkolierten Wassermenge in Kubikzentimetern pro Minute,
- L der Höhe des Bodenmonolithen (konstant 5 cm),
- h der Höhendifferenz beider Wasserspiegel und
- F der Querschnittsfläche des Bodenmonolithen (konstant 20 cm<sup>2</sup>)

entsprechen.

Bei der Anwendung dieser Gleichung ist zu berücksichtigen, daß zum einen die wahre Fließgeschwindigkeit höher ist als die ermittelte, da das Wasser in gewundenen Bahnen durch den Boden fließt, und daß zum anderen der wasserführende Querschnitt kleiner als der Bodenquerschnitt ist. Darüber hinaus entsprechen die im Labor ermittelten Werte nicht exakt den Freilandverhältnissen, da infolge der Temperaturunterschiede zwischen dem Boden im Freiland und im Labor aufgrund der veränderten Viskosität des Wassers die Fließgeschwindigkeiten erhöht werden. Dies trifft aber für alle untersuchten Böden gleichermaßen zu und ist deshalb für die Interpretation der Ergebnisse im vorliegenden Fall ohne Belang.

2.3.3 Ergebnisse

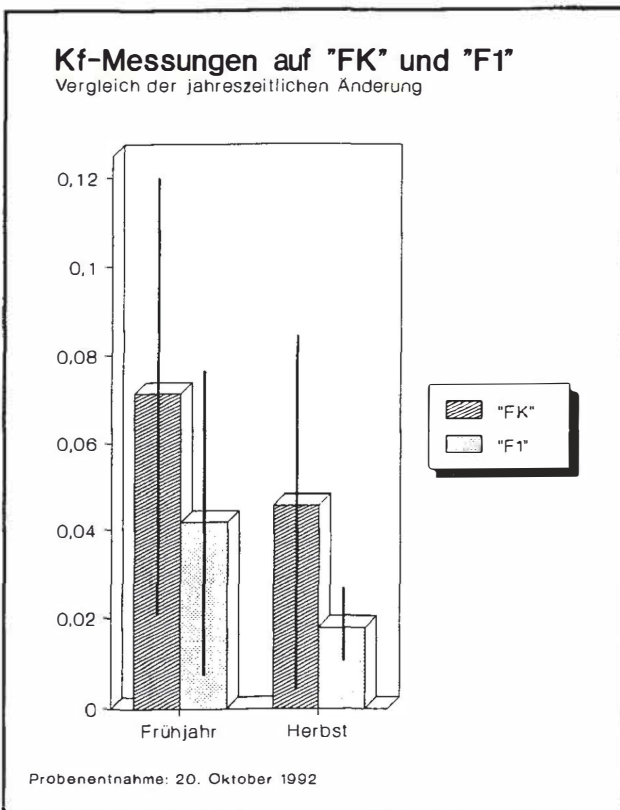
Vergleich aller UnisrauchijngsfläGhen



**Abbildung 14:** Die durchschnittlichen Permeabilitätskoeffizienten der untersuchten Flächen, die Streuung der Meßwerte und die Sicherheitswahrscheinlichkeit für die Verschiedenheit zweier Mittelwerte.

In der Abbildung 14 sind die durchschnittlichen Permeabilitätskoeffizienten und die Streuung der Meßwerte für alle untersuchten Flächen vom Frühjahr 1992 dargestellt. Die Kontrollfläche zeigt einen deutlich höheren Wert als die beweideten Flächen, wobei auf den Weiden der Permeabilitätskoeffizient auf "F15" annähernd doppelt so hoch ist wie auf "F7" und "FL". Die Zahlen unter den Säulen geben die Sicherheitswahrscheinlichkeit an, mit der jeweils zwei Mittelwerte unterschieden werden können (Mann-Whitney-U-Test, N=10).

### Änderung nach einjähriger Beweidung



**Abbildung 15:**

Gegenüberstellung der durchschnittlichen Permeabilitätskoeffizienten von "FK" und "F1" im Frühjahr und Herbst mit der Streuung der Meßwerte.

Zur Untersuchung des Einflusses der Schafbeweidung auf das Infiltrationsvermögen sind in Abbildung 15 die Permeabilitätskoeffizienten vor und nach dem einjährigen Weidegang auf "F1" sowie zur gleichen Zeit auf einer Kontrollfläche "FK"

dargestellt. Die Werte für "F1" liegen sowohl im Frühjahr als auch im Herbst unter den Werten für "FK", wobei die Herbstwerte insgesamt kleiner sind als die Frühjahrswerte.

Vergleich einer Lägerstelle mit der übrigen Weide "F1"

Analog zur Vorgehensweise unter 2.2.3 wurde auch bei der Kf-Bestimmung ein Vergleich zwischen Lägerstelle und übriger Weidefläche angestellt. Den im Vergleich zur übrigen Weide um 25% geringeren Wert der Störstelle stellt Abbildung 16 dar.

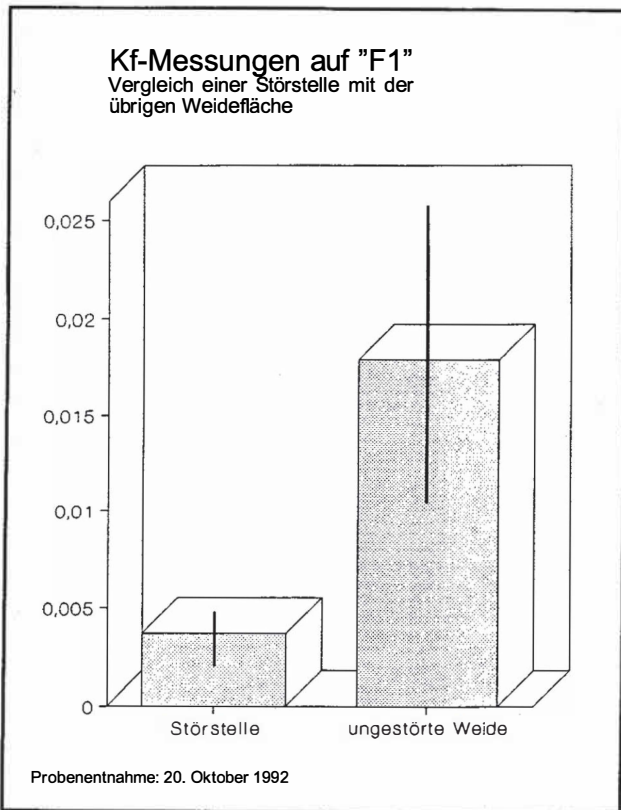


Abbildung 16:

Die durchschnittlichen Permeabilitätskoeffizienten und deren Streuung auf "F1" und einer Störstelle dieser Weidefläche.

### 2.3.4 Diskussion

#### Vergleich aller Untersuchungsflächen

Nach der Bestimmung der Permeabilität ergibt sich kein eindeutiger Zusammenhang mit der Porosität. Dies bestätigt die Annahme, daß nicht unmittelbar von der Porosität auf die Permeabilität geschlossen werden kann. Die höchsten Permeabilitätswerte werden auf "FK" gemessen, auch wenn sich aufgrund der enormen Streuung nur schwach signifikante Unterschiede zu "F1" und auch "F15" belegen lassen. In diesem Zusammenhang sei auf die Diskussion unter 2.2.4 verwiesen, bei der auf die Bedeutung von unsichtbaren Reifenspuren für die Streuung eingegangen wird.

Die große Ähnlichkeit zwischen "F1" und "F15" bei gleichzeitig hochsignifikantem Unterschied zu "FL" belegt erneut den großen Einfluß der Bodenart, gegen den sich nur die massive Trittvverdichtung an der Störstelle durchsetzen kann.

#### Änderung nach einjähriger Beweidung

Sowohl im Frühjahr als auch im Herbst ist die Permeabilität auf "F1" gegenüber "FK" reduziert. Statistisch läßt sich ein Unterschied in den Veränderungen nicht testen (siehe 2.2.4), und qualitativ scheint die Änderung zwischen den beiden Meßterminen gleich zu sein. Lediglich die Streuung ist erneut auf der beweideten "F1" reduziert.

#### Vergleich einer Läge<sup>^</sup>ig mit der übrigen Weide "F1"

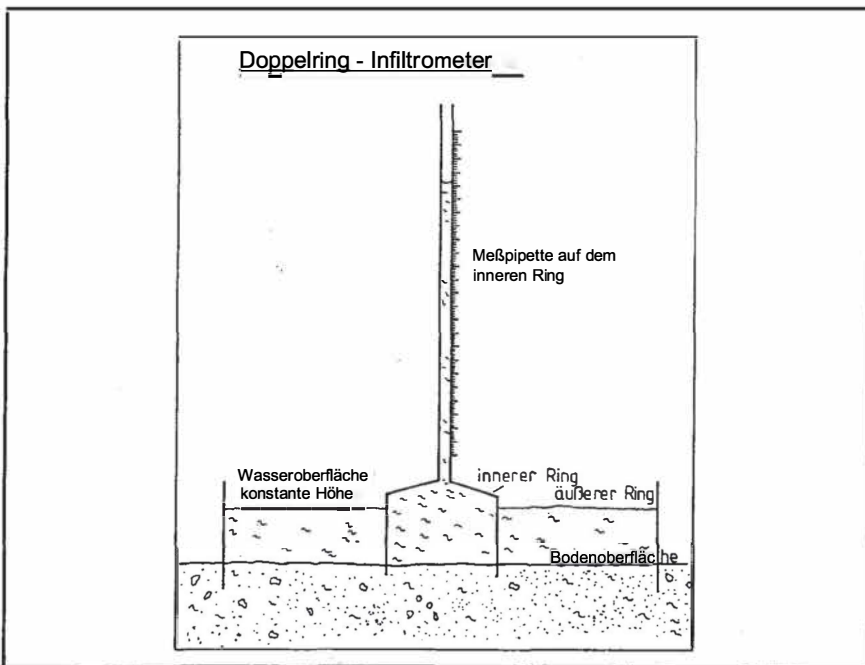
Analog zu den Ergebnissen aller bislang diskutierten Untersuchungen ist die Permeabilität auf der Störstelle gegenüber der übrigen Weidefläche deutlich verringert. Die Gründe für dieses Phänomen wurden bei der Diskussion der anderen Parameter ausführlich besprochen, so daß auf eine Wiederholung verzichtet wird.

## 2.4 Bestimmung der Wasserleitfähigkeit im Gelände

### 2.4.1 Einleitung

Im Gegensatz zur Bestimmung des Permeabilitätskoeffizienten, der unter Laborbedingungen an einem wassergesättigten Bodenmonolithen gemessen wird, erfolgt die Bestimmung der Wasserleitfähigkeit im Gelände naturgemäß an Böden im feldfeuchten Zustand. Die Wasserleitfähigkeit einer Bodenlage ist von Größe und Zahl der dränenden Poren abhängig. Da sich die Größe der Poren bereits bei zunehmender Durchfeuchtung durch Quellung ändern kann, sind diese Messungen mit einer größeren Unsicherheit behaftet als die Bestimmung an der wassergesättigten Probe im Labor. Dies gilt um so mehr, als daß sich die Durchfeuchtung im Zuge der Messung ändert.

### 2.4.2 Material und Methode



**Abbildung 17:** Doppelringinfiltrometer

Die Messung erfolgte mit einem Doppelringinfiltrometer (Abbildung 17). Zur Vorbereitung der Messung wurde die Grasnarbe auf einer Fläche von 50 x 50 cm 2 cm tief abgeschält, um die Beeinflussung der Infiltration durch Oberflächeneffekte an der Vegetation zu verhindern. In die vorbereitete Fläche wurden zwei Stechzylinder mit 5 beziehungsweise 20 cm Durchmesser senkrecht in den Boden getrieben, so daß der größere den kleineren gleichmäßig umgab und daß beide Zylinder 2 cm tief in den Boden reichten. Dem kleineren Zylinder saß über einem durchbohrten Gummistopfen eine Meßpipette auf. Beide Zylinder wurden mit Wasser gefüllt, das im äußeren konstant auf einer Höhe von 3 cm gehalten wurde. Der innere Zylinder und die Meßpipette waren bis an eine Marke gefüllt, so daß die infiltrierte Wassermenge in einer festgelegten Zeit bestimmt werden konnte.

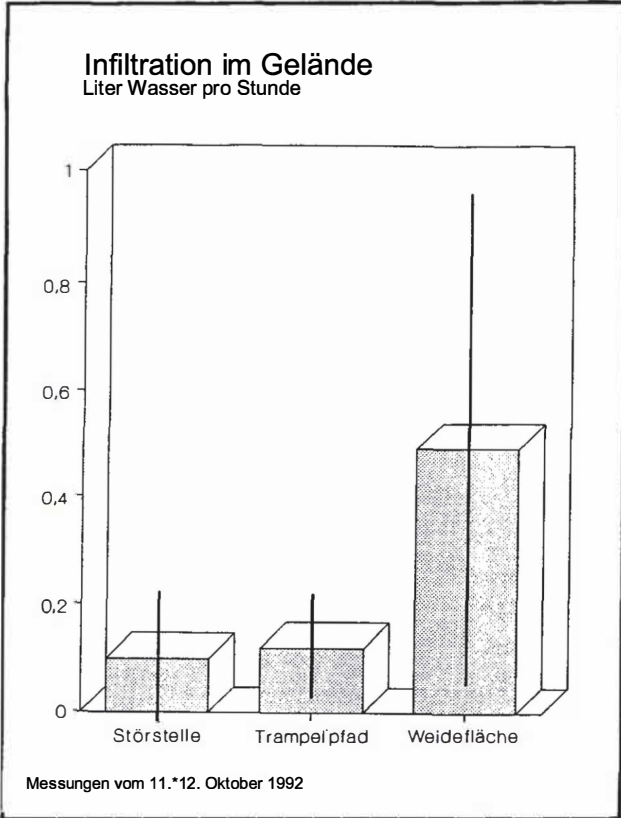
Auf allen Untersuchungsflächen wurden zehn Vergleichsmessungen an zufällig festgelegten Stellen vorgenommen. Pro Meßstelle wurde die infiltrierte Wassermenge in zehn Intervallen von jeweils zwei Minuten bestimmt. Zusätzlich zu dem Meßprogramm auf den Flächen "FK", "FI", "F4", "F7" und "F15" wurden speziell einige Störstellen, wie sie beispielsweise durch den Schaftritt entstehen, gesondert untersucht. Alle Messungen fanden innerhalb von drei Tagen statt, an denen kein Niederschlag fiel.

### 2.4.3 Ergebnisse

Auf eine graphische Darstellung und statistische Auswertung der Meßergebnisse wurde verzichtet. Die Meßergebnisse zeigten innerhalb einer Stichprobe derart große Schwankungen, daß eine Auswertung nicht möglich war. Dies gilt nicht nur für die Werte zwischen den zehn Meßstellen auf einer Untersuchungsfläche, sondern auch für die Infiltrationsmengen an ein und derselben Meßstelle für die einzelnen Intervalle von je zwei Minuten. Ein Befund allerdings, und dies ist auch der Grund dafür, warum auf die Darstellung dieser Untersuchung nicht vollständig verzichtet wurde, ist doch bemerkenswert:

Die folgende Abbildung (Abb. 18) zeigt die Gegenüberstellung der Infiltrationsraten aus jeweils zehn Messungen mit zehn Wiederholungen in der Weidefläche und an der Störstelle. Die Infiltrationswerte der Weidefläche sind deutlich höher als die von der Störstelle, wobei die Infiltration auf dem Trampelpfad im Vergleich zur Störstelle für geringfügig höhere Werte annimmt.





**Abbildung 18:**

Gegenüberstellung der Infiltration auf "FI": Vergleich zweier Störstellen mit der übrigen Fläche.

**2.4.4 Diskussion**

Die Methode der Infiltrationsbestimmung im Gelände mit dem Doppelringinfiltrometer wird gegensätzlich beurteilt. SCHLICHTING (1966) empfiehlt, auf diese Weise die Infiltrationsrate bei verschiedenen Sättigungsgraden zu bestimmen. Um vergleichbare Daten verschiedener Flächen zu erhalten, müssen die Sättigungsgrade jeweils gleich sein. Dies erscheint nicht durchführbar, da sich zum einen die Wassersättigung im Verlauf der Messung ändert und zum anderen die Bestimmung des Sättigungsgrades so zeitaufwendig ist, daß sich der Meßwert bis zum Vorliegen des Ergebnisses schon wieder verändert haben kann. Aus diesen Gründen empfehlen SCHACHTSCHABEL et al. (1976) die Bestimmung an wassergesättigten Böden, die aber bei weitem nicht in allen Feldsituationen vorliegen. Alternativ hierzu entwickelten GIESEL et al. (1970) die Methode, Potentialgradienten mit Tensiometern und die

perkolierete Wassermenge durch Veränderung des Wassergehaltes mit zerstörungsfreien In-situ-Methoden wie beispielsweise Neutronen- oder Gammasonden zu bestimmen. Diese technisch sehr aufwendigen Methoden konnten im vorliegenden Fall nicht angewendet werden, da hierfür die Geräte nicht zur Verfügung standen.

Die große Variation der Meßwerte selbst innerhalb einer Meßreihe an der gleichen Stelle läßt sich vermutlich mit dem Vorhandensein grober Schrumpfungsrisse bei hohem Tongehalt des Bodens und ausgeprägter Regenwurmgänge erklären (vgl. 2.1.2 Bodenprofile). Eine relativ große Wassermenge kann schnell versickern, bis ein Regenwurmgang oder ein Schrumpfungsriß vollgelaufen ist. Später dringt das Wasser langsamer in den Boden ein, bis wieder ein solcher Raum erreicht wird. Die Methode kann bei Böden mit durchgängigen Grobporen nicht empfohlen werden und ist wohl eher für bearbeitete Flächen wie beispielsweise Äcker anzuwenden, da dort die dränenden Grobporen durch das Pflügen etc. unterbrochen und zerstört sind.

Daß trotz dieser Phänomene ein signifikanter Unterschied zwischen der untersuchten Störstelle und der übrigen Weidefläche nachgewiesen werden kann, zeigt die tiefgreifende Veränderung an diesem Ort. Durch die Ausscheidungen der Schafe verändert sich die chemische Zusammensetzung des Bodens wesentlich (vgl. 2.1.4), so daß nur noch wenige Bodenlebewesen überleben. Gleichzeitig führt die intensive Trittbelastung zu einer Verdichtung und Versiegelung der Bodenoberfläche. Die Kapillarität des Bodens wird zerstört.

## **2.5 Zusammenfassung der Bodenuntersuchungsergebnisse**

Die Untersuchung der Böden zeigt, daß sich die Flächen hinsichtlich ihrer Bodenbeschaffenheit und Nährstoffversorgung nur in engen Grenzen unterscheiden. Lediglich die Kontrollfläche hat einen deutlich erhöhten Feinsandanteil und weniger Ton als die Vergleichsflächen. Zusammenfassend können die Böden als hydromorphe, allochthon Auenböden beschrieben werden. Porosität und Permeabilität korrelieren wesentlich stärker mit der Bodenart, als - wie ursprünglich vermutet - mit der Intensität der Beweidung.

Bei der direkten Untersuchung einer bislang als Mähwiese genutzten Fläche vor und nach einer Weidesaison konnte eine erhöhte Verdichtung im Bereich der Mittelporen nachgewiesen werden, die Permeabilität wurde dadurch jedoch nicht

nachweisbar beeinträchtigt. Frostlockerung und pedobiologische Aktivität außerhalb der Weidezeiten wirken diesem Prozess entgegen, so daß sich über mehrere Jahre keine zunehmende Verdichtung auf den dauerhaft beweideten Flächen nachweisen läßt.

Allerdings führt die Beweidung zu speziellen Strukturen, wie sie auf reinen Mähwiesen nicht gefunden werden können. Aufgrund der räumlich differenzierten Nutzung der Fläche durch die Schafe entstehen Störstellen beispielsweise an der Tränke oder dort, wo die Tiere Nacht für Nacht lagern. Diese Störstellen sind bald von Vegetation entblößt, stark durch den Kot und Urin der Tiere in ihrem Chemismus verändert und deutlich verdichtet.



### 3.1 Einleitung

In Breitenwirkung und Dauer ist keine Maßnahme des Menschen in ihrem Einfluß auf die Vegetationsdecke mit der Weidewirtschaft zu vergleichen. Die vom Bauern und seinem Vieh ausgelöste Sukzession führt in allen Gebieten Mitteleuropas vom dichtgeschlossenen Wald über parkartige Stadien zu freier Trift (ELLENBERG 1986).

Während Viehweiden in Mitteleuropa sehr alt sind, entstanden Wiesen mit den zum Mähen notwendigen Werkzeugen erst verhältnismäßig spät. Zur Bronzezeit kannte man wohl Sichel, verwendete sie aber nur für die Getreideernte und nicht zum Mähen von Wiesen. In der Nordschweiz beispielsweise fanden sich nach LÜDI (1955) in ausgegrabenen Siedlungen überraschend wenige Reste von Gramineen, dagegen sehr viele von Eschen-Laubheu.

Der bis Ende der sechziger Jahre nicht nur in der Rhön verbreitete Grünlandtypus der zwei- bis mehrschürigen Mähwiese ist nach SUKOPP (1969) nicht älter als 1000 Jahre. Diese Zeitspanne genügte freilich, Pflanzengesellschaften entstehen zu lassen, die sich heute durch besonders zahlreiche Charakterarten auszeichnen und darin den naturnäheren Gesellschaften in nichts nachstehen. Infolge moderner Wirtschaftsmethoden wird dieser Grünlandtypus neuerdings immer rascher zurückgedrängt, so daß sich einige Einheiten schon auf der von BERGMEIER UND NOWAK (1988) vorgeschlagenen Roten Liste der Pflanzengesellschaften der Wiesen und Weiden Hessens befinden.

Mit den hier vorgestellten vegetationskundlichen Untersuchungen soll zum einen die Struktur und Artenzusammensetzung verschieden intensiv und verschieden lange als Umtriebsschafweiden genutzter ehemaliger zweischüriger Mähwiesen dokumentiert werden. Zum anderen wird in einem zweiten Ansatz anhand einer ausgewählten Fläche die Veränderung der Pflanzendecke nach der Nutzungsänderung von einer zweischürigen Mähwiese in eine Schafweide untersucht.

Bis Mitte der siebziger Jahre bestimmte die Milchviehhaltung die Nutzung der Auewiesen in der Vorderrhön (vgl. 1.2). Im Zuge der Umstellung vieler Haupterwerbsbetriebe auf eine Zu- oder Nebenerwerbsbetriebsweise und der Kontingentierung der Milchproduktion durch EG-Richtlinien, sahen sich die Landwirte zu einer Extensivierung ihrer Wirtschaftsweise gezwungen. Hierzu gehört unter anderem die Umstellung von der Milchviehwirtschaft auf Schafhaltung. Diese Umstellung bedeutet für den Landwirt eine Reduktion des Arbeitsaufwandes (Extensivierung), zieht aber für das Ökosystem Wiese eine Intensivierung der Eingriffe nach sich, die auf einer Skala von der Standweide bis zur mehrfachen Umtriebsweide noch zunimmt.

Auf der Standweide beläßt man die Schafe vom Beginn bis zum Ende der Vegetationsperiode, das heißt etwa von April bis Ende Oktober. Da der Kot der Tiere während der günstigen Jahreszeit dem Grünland wieder restlos zugute kommt, müssen lediglich die durch den Körper der Tiere sowie durch Denitrifikation und Auswaschung entstehenden Stoffverluste ausgeglichen werden. Berücksichtigt man dabei auch den Eintrag auf dem Weg der Trockendeposition, so stellt sich der Düngezustand dieser Weiden als gut dar (vgl. 2.1.4).

Neben der guten Nährstoff Versorgung prägt ein weiterer Faktor die Artenkombination der Schafstandweiden im Gegensatz zu den ehemaligen Mähwiesen: Weil die Schafe im Frühjahr und Frühsommer mehr Futter vorfinden, als sie verwerten können, bietet sich die Möglichkeit zur Auslese zwischen verschiedenen Pflanzenarten. Dabei verschmähen die Tiere beispielsweise Pflanzen mit bitter schmeckenden Inhaltsstoffen, Kieselsäureeinlagerungen oder Stacheln. Durch diese Unterbeweidung werden verschiedene Unkräuter wie *Juncus effusus*, *Cirsium spec.* oder *Deschampsia caespitosa* gefördert. Wie zuerst KLAPP (1965, 1971) klar erkannt hat, wird die Selektion zugunsten der "Weideunkräuter" durch Unterbeweidung gefördert, das heißt dadurch, daß zumindest bei Beginn des Weidegangs mehr Futter vorhanden ist, als die Tiere benötigen. Analog zu dieser Situation auf Weiden führen BRIEMLE & ELLENBERG (1994) einen späten Schnittzeitpunkt der Mähwiesen als Grund für das herdenweise Auftreten von *Cirsium arvense*, *Juncus effusus*, *Urtica dioica*, *Deschampsia caespitosa* oder *Filipendula ulmaria* an. Diese Arten spielen auch bei der noch zu besprechenden Pflege der Weiden eine besondere Rolle.

Besonders auffallend sind die sogenannten Geilstellen. Durch Exkremente verunreinigte Rasenflecken werden gemieden und können deshalb anschließend zu dunkelgrünen Grasbuckeln emporkwachsen, während der restliche Rasen bis zum

Ende der Vegetationsperiode ganz kurz abgefressen und teilweise sogar durch Tritt zerstört wird.

Dieser Entwicklung versucht man durch wiederholtes Abmähen, also durch einen Mäh-Weide-Betrieb entgegenzusteuern. Das Ideal stellt die sogenannte Umtriebsweide oder Rotations-Mähweide dar, die eine Unterteilung der gesamten Fläche in acht bis zwölf Teile vorsieht. Jede Koppel wird nur wenige Tage lang, aber mit sämtlichen Schafen zur gleichen Zeit beweidet, bis sie gleichmäßig kurzgefressen ist. Um eine Verunkrautung gänzlich zu vermeiden, wird hin und wieder gemäht. ELLENBERG (1986) bezeichnet die in Folge der beschriebenen Wirtschaftsweise entstehenden Pflanzengemeinschaften als das Langweiligste, was sich ein Vegetationskundler denken kann. Bei einer solchen Behandlung setzen sich nur wenige besonders regenerationskräftige Gräser und Leguminosen durch.

Neben den beschriebenen Vorteilen in der Vermeidung von Weideunkräutern wirkt die Rotationsweide auch der Parasitierung der Schafe durch Würmer und den kleinen Leberegel entgegen (BEHRENS 1987, DEDIE & BOSTEDT 1985), da deren Entwicklungszyklus mit dem schnellen Wechsel der Weideflächen nicht Schritt halten kann.

Nur am Rande sei erwähnt, daß nach dem Ausmähen der abgeweideten Fläche häufig Gülle aus Hausklärgruben auf den Flächen ausgebracht wird. Bei der schon angesprochenen guten Nährstoffversorgung der Flächen liegt die Vermutung nahe, daß es sich beim Ausbringen der Gülle in erster Linie nicht um eine Düngung zur Ertragssteigerung, sondern um eine günstige Entsorgung von Abfällen im Sinne des Abfallbeseitigungsgesetzes handelt.

Dem naturgegebenen Futterüberschuß im Frühjahr begegnet man dadurch, daß bestimmte Flächen bis Ende Mai nicht in die Rotation einbezogen werden, so daß hier der erste Aufwuchs zur Winterfuttermittelgewinnung als Heu genutzt werden kann.

### **3.2 Material und Methode**

Von jeder der unter 1.1.3 beschriebenen fünf Untersuchungsflächen wurde auf jeweils vier Probequadraten die Vegetation nach der Methode von BRAUN-BLANQUET (1964) aufgenommen.

Ergänzt wurden diese Aufnahmen durch eine Frequenzbestimmung (MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG 1974, KNAPP 1983, 1984) auf je zehn Dauerquadraten der Fläche "FI" in den Jahren 1991 vorder Beweidung und 1993 nach zweijähriger intensiver Schafbeweidung im Vergleich zur Kontrollfläche "FK". Mit diesem zweiten Ansatz soll versucht werden zu belegen, daß eventuell nachweisbare Unterschiede in der Pflanzenzusammensetzung auf den einzelnen Flächen nicht standortbedingt, sondern nutzungsbedingt sind. Mit der Frequenzmethode wird die Reaktion der Vegetation am gleichen Standort auf eine Nutzungsänderung dokumentiert.

Während es Ansatz der vegetationskundlichen Forschung ist, möglichst homogene Pflanzenbestände zu analysieren, erschienen im Laufe der Arbeit gerade diejenigen Strukturen, die sich nicht in den homogenen Pflanzenbestand einordnen ließen, im Hinblick auf die Fauna von Bedeutung zu sein. Deshalb erfolgt neben den klassischen Aufnahmeverfahren auch der Versuch, diese Sonderstrukturen zu beschreiben.

### 3.2.1 Aufnahmen nach BRAUN-BLANQUET

Nach BOGENRIEDER (1989) wurden für die Aufnahmen Quadrate mit einer Seitenlänge von 10 m ausgewählt. Innerhalb der Parzellen konnten problemlos 100 qm große Probequadrate festgelegt werden, die der Forderung nach Einheitlichkeit und Quasihomogenität der Pflanzenverteilung genügten. REICHELDT & WILMANN (1973) diskutieren kleinere Aufnahmeareale, die über das Verfahren zur Ermittlung des Minimalareals ermittelt werden. Dazu stellt man beginnend mit einer kleinen Fläche von beispielsweise 0,5 m<sup>2</sup> die auf dieser Fläche vorkommende Artenzahl fest. Dann wird die Aufnahmefläche sukzessiv vergrößert, bis keine neuen Arten hinzukommen. Praktisch zeigt sich, daß die auf diese Weise ermittelte Flächen-Arten-Kurve nur in den wenigsten Fällen die Steigung Null erreicht. Vielmehr kommen bei Vergrößerung der Aufnahmefläche fast immer einzelne neue Arten hinzu. Ein plötzlicher sprunghafter Anstieg der Artenzahl bei Vergrößerung der Aufnahmefläche ist ein Hinweis dafür, daß durch die Vergrößerung das Areal einer neuen Pflanzengesellschaft mit aufgenommen wurde.

Über die Festlegung des minimalen Aufnahmeareals erreicht man bei Grünland in der Regel kleinere Flächen als 100 m<sup>2</sup>. Mit der Wahl einer homogenen 100 m<sup>2</sup> großen Aufnahmefläche sind also die Voraussetzungen gegeben, alle Arten der Pflanzengesellschaft zu erfassen.



Für die Abundanzschätzungen wurde die folgende Artmächtigkeitsskala (BOGENRIEDER 1989) verwendet:

r	selten (meist nur ein Exemplar)
+	bis 25 Individuen, Deckung unter 5%
1	bis 50 Individuen, Deckung unter 5%
2	Über 50 Individuen, Deckung 5-25%
3	Individuenzahl beliebig, Deckung 25-50%
4	Individuenzahl beliebig, Deckung 50-75%
5	Individuenzahl beliebig, Deckung 75-100%

Diese Klasseneinteilung hat sich in der Praxis bewährt, etwas unbefriedigend ist dabei allerdings die Artmächtigkeitsstufe 2 (Deckung 5-25%). Gemessen an der ihr zuzuordnenden Zahl der Fälle ist sie zum einen recht weit gefaßt, zum anderen läßt sie nicht erkennen, ob es sich um eine große Zahl kleinwüchsiger Pflanzen oder um wenige große Rosetten handelt. Dieser Einwand gilt zwar auch für die Artmächtigkeitsstufen 3-5, fällt dort aber weniger ins Gewicht. Deshalb wird die Stufe 2 noch weiter unterteilt (BOGENRIEDER 1989):

2m	über 50 Individuen/Deckung unter 5%
2a	Individuenzahl beliebig/Deckung 5-15%
2b	Individuenzahl beliebig/Deckung 15-25%

Die Aufnahmen erfolgten alle h der 3. Maiwoche 1992 vor dem ersten Schnitt bzw. der ersten Beweidung. Auf den Flächen, die schon vor dem Aufnahmedatum beweidet wurden, sind die Probequadrate abgezäunt worden, um einen ungestörten Aufwuchs und somit eine leichtere Aufnahme zu ermöglichen. Dies gilt selbstverständlich nur für die Flächen, die nur einmal nach BRAUN-BLANQUET aufgenommen wurden. Die Dauerquadrate für die Frequenzmethode (siehe 3.2.2) konnten nicht eingezäunt werden, da dies die Entwicklung beeinflusst hätte.

Die Auswertung der Tabellen erfolgt zum einen hinsichtlich der Zuordnung der Pflanzendecke zur jeweiligen pflanzensoziologischen Einheit, zum anderen wird über die Auswertung der Zeigerwerte nach ELLENBERG (1991) versucht, die Folgen der unterschiedlichen Nutzungsintensität zu belegen. Dabei wurden nur die Faktoren Licht, Feuchte, Reaktion und Stickstoff berücksichtigt, da eine Auswirkung der

Nutzung auf die Temperatur-, Kontinentalitäts- und Salzzahl nicht zu erwarten ist. Hinsichtlich dieses Zeigerwertes wurden die Aufnahmen ebenfalls ausgewertet. BRIEMLE und ELLENBERG (1994) formulierten analog zu den Zeigerwerten eine Mahdverträglichkeitszahl. Die Zahlen werden wie folgt bestimmt:

Das ökologische Verhalten der Arten wird von ELLENBERG (1991) nach einer neunteiligen Skala bewertet, wobei 1 das geringste und 9 das größte Ausmaß des betreffenden Faktors bedeutet. Nur für den Wasserfaktor ( $F$  = Feuchtezahl) wurde die Skala um drei Stufen betreffend die Wasserpflanzen bis 12 erweitert. Die ELLENBERG'SCHEN Angaben gelten in erster Linie für das westliche Mitteleuropa, insbesondere für den Raum vom nördlichen Rand der Mittelgebirge bis zu den Alpen. Arten mit wechselndem Verhalten gegenüber einzelnen Faktoren innerhalb dieses Gebietes werden entsprechend gekennzeichnet, eine weitere Regionalisierung kann nicht vorgenommen werden. Heute ist das Wissen über das ökologische Verhalten der Gefäßpflanzen zumindest in Mitteleuropa so sehr angewachsen, daß die relativ feine Abstufung in 9 Ziffern gegenüber früher nur 5 Ziffern berechtigt ist. Grundsätzlich bezeichnen die Ziffern die relative Abstufung nach dem Schwergewicht des Auftretens einer Art im Gelände. Auf keinen Fall bezeichnen die Zeigerwerte die "Ansprüche" der jeweiligen Art an den betreffenden Umweltfaktor. Viele Arten sind durch Konkurrenten auf sehr saure, trockene und/oder stickstoffarme Böden abgedrängt worden, obwohl sie auf weniger sauren Böden sowie bei mittlerer Wasser- und Mineralstickstoffversorgung am besten gedeihen. Sie ertragen die extremen Bedingungen nur besser als andere Arten, die ihnen auf günstigeren Standorten durch schnelleren Wuchs überlegen sind.

### Lichtzahl

Die Lichtzahl kennzeichnet den Bereich des Vorkommens im Gefälle der relativen Beleuchtungsstärke, wie es an Waldrändern, auf Lichtungen oder an verschiedenen dichten Stellen in Wiesen zu beobachten und mit Messungen zu belegen ist. Alle Gefäßpflanzen - auch die sogenannten Schattenpflanzen - gedeihen im vollen oder nur wenig gedämpften Tageslicht am besten, vorausgesetzt, daß die Luftfeuchtigkeit genügend hoch bleibt. Die eigentlichen Lichtpflanzen vermögen auf Dauer nur eine geringe Minderung der Beleuchtungsstärke zu ertragen. Die übrigen Arten haben eine mehr oder weniger weite Amplitude in den Schatten hinein. Dies gilt auf dem offenen Standort Wiese insbesondere für die Untergräser und einige Kräuter mit bodenständigen Blattrossetten. Durch die Konkurrenz raschwüchsiger

Lichtpflanzen wird diese Amplitude nach der hellen Seite hin mehr und mehr eingeschränkt.

### Feuchtezahl

Mit der Feuchtezahl wird das durchschnittliche Verhalten gegenüber der Bodenfeuchtigkeit beziehungsweise dem Wasser als Lebensmedium ausgedrückt. Zwar unterliegt dieser Faktor starken kurz- und langfristigen Schwankungen, die eine Einstufung nach einheitlichen Meßgrößen unmöglich macht, doch liegen so zahlreiche Untersuchungen über Beziehungen zwischen Grundwasserständen und Pflanzengesellschaften an offensichtlichen Feuchtegradienten im Gelände vor, daß eine relative Einstufung der meisten Arten möglich ist. Manche Arten zeigen eine sehr weite Amplitude, so daß man sie als indifferent ansehen muß, wieder andere Arten sind häufig unter jahreszeitlich stark schwankenden Feuchteverhältnissen zu finden. Solche Wechselfeuchtezeiger werden gesondert kenntlich gemacht.

### Reaktionszahl

Besonders groß ist die physiologische Amplitude der meisten höheren Gefäßpflanzen gegenüber der Bodenreaktion. Aber auch bei diesem Faktor engen Konkurrenten den Lebensbereich in der Natur so weit ein, daß man das ökologische Verhalten der meisten Arten mit Reaktionszahlen bewerten kann.

### Stickstoffzahl

Bei der Versorgung der Pflanzen mit mineralischem Stickstoff ( $\text{NO}_3$  und  $\text{NH}_4$ ), dem quantitativ wichtigsten Nährstoff, erweist sich die stetig ansteigende Immission aus der Luft als erschwerend, wenn eine Einstufung der Arten versucht werden soll. In den meisten Teilen Mitteleuropas verlieren oligotrophe Standorte durch den jährlichen Eintrag von mehr als 20kg Stickstoff pro Hektar ihren extremen Charakter. Daten aus verschiedenen Jahren sind nur schwer vergleichbar, weswegen die Einordnungen als vorläufig angesehen werden müssen.

### Mahdverträglichkeitszahl

Ähnlich der Lichtzahl ist der Einfluß der Mahd auf den Pflanzenstandort direkt meßbar. Dabei geht die Mahdfrequenz ebenso in die Einstufung ein wie die Zeitpunkte der Schnitte. Der Faktor Mahd trifft nicht alle Arten gleichermaßen, da zum

Beispiel Arten mit bodenständigen Blattrosetten weniger relative Biomasse verlieren als beispielsweise Gräser. Auf der anderen Seite spielt die Regenerationsfähigkeit nach der Mahd eine entscheidende Rolle.

### 3.2.2 Frequenzmethode

Die unter 3.2.1 vorgestellten Aufnahmen nach BRAUN-BLANQUET bestehen im wesentlichen aus einer kompletten Artenliste und einer geschätzten Häufigkeit der einzelnen Arten. Bei mäßigem Zeitaufwand erhält man so Resultate mit ausreichender Genauigkeit, um die Pflanzendecke einer Fläche zu beschreiben. Daher hat sich dieses Verfahren zumindest in Mitteleuropa weitgehend durchgesetzt. Die wesentlich zeitaufwendigeren streng quantitativen Methoden finden in der Regel nur dann Anwendung, wenn die Auflösung des Verfahrens nach BRAUN-BLANQUET nicht ausreicht, die gestellten Fragen zu beantworten.

Die mit vier Dominanz- und zusätzlich drei Abundanzstufen operierende BRAUN-BLANQUET-Skala stellt ein sehr grobes Artmächtigkeitsraster dar, mit dem auf einer 100 m<sup>2</sup> großen Testfläche lediglich tiefgreifende syndynamische Prozesse mit einiger Sicherheit erfaßt werden können (FISCHER 1985). Wenn wie im vorliegenden Fall die Reaktion der Pflanzendecke auf eine zweijährige Nutzungsänderung dokumentiert werden soll, muß ein feiner auflösendes Verfahren gewählt werden.

In der Grünlandforschung werden in diesem Fall zwei grundsätzlich unterschiedliche Wege beschritten, nämlich einmal die Verfeinerung der Schätzmethode und zum anderen der Übergang zu streng quantitativen Verfahren, bei denen die Individuenfrequenz absolut ausgezählt wird. Bezüglich der Verfeinerung der Schätzskala sei auf die Arbeiten von BARKMAN, DOING & SEGAL (1964) hingewiesen. Von den dezimalen Skalen wird heute mehrfach die LONDO -Skala (LONDO 1975) verwendet. DIERSCHKE & SONG (1982) benutzen eine Skala mit 5%-Stufen, und STÜSSI (1970) geht bei der Untersuchung subalpiner Rasen gar soweit, die Vegetationsbedeckung auf 1-m<sup>2</sup>-großen Quadraten prozentpunktgenau abzuschätzen. BRIEMLE (1992) vergleicht die Schätzung der Deckungsprozente nach den vorgenannten Verfahren mit der Massenprozentenschätzung nach KLAPP (1930) beziehungsweise KLAPP & STÄHLIN (1936). Der Vergleich zeigt, daß jeder Gewinn an Präzision der Schätzverfahren auch gleichzeitig mit einem deutlich höheren Arbeitsaufwand verbunden. Im vorliegenden Fall wurde ein zwar arbeitsaufwendiges, aber exaktes quantitatives Verfahren angewendet.

MUELLER-DEMBOIS & ELLENBERG (1974) sowie KNAPP (1983,1984) diskutieren verschiedene Frequenz- und Punktmethode sowie Verfahren des plot-less sampling. Der vorliegenden Arbeit liegt die Frequenzbestimmung der Arten in 250 Dauerprobequadraten von je 400 Quadratzentimetern auf jeder der Untersuchungsflächen zugrunde. Im einzelnen wurde wie folgt vorgegangen:

Ein Holzrahmen von 1 x 1 m Kantenlänge wurde durch Bespannung mit einer Schnur in 25 Kleinquadrate von 20 cm Kantenlänge unterteilt. Dieser Rahmen wurde an zehn zufällig ausgewählten und dauerhaft markierten Stellen auf der Untersuchungsfläche positioniert, so daß für jedes der 10 mal 25 Kleinquadrate eine eigene Artenliste erstellt werden konnte. Die Frequenz einer Art ergab sich aus der Anzahl der Kleinquadrate, in denen eine Art vorkommt. Sie wurde auf die Gesamtzahl der Kleinflächen bezogen und als Frequenzprozent angegeben.

Diese Untersuchung wurde jeweils auf der Kontrollfläche und der Fläche "F1" Ende Mai 1991 und 1993 durchgeführt. Bis zum Mai 1992 wurde "F1" als zweischürige Mähwiese genutzt, anschließend als Schafrotationsweide. Die Kontrollfläche wurde während des gesamten Untersuchungszeitraumes wie bislang zweimal jährlich gemäht.

### 3.2.3 Sonderstrukturen

Für die unter 3.2.1 beschriebenen Aufnahmen wurden möglichst ungestörte Flächen aus den Untersuchungsparzellen ausgewählt. Durch das zeitlich-räumliche Nutzungsmosaik der Schafe entstehen einzelne Sonderstrukturen, von denen bei der Vorstellung der Untersuchungsflächen schon die Lägerflur "FL" beschrieben wurde. Weitere derartige Flächen entstehen, wenn der eingangs beschriebene strenge Rotationsplan mit anschließendem Ausmähen nicht eingehalten wird. Beispielfhaft wurden vier solcher Stellen nach BRAUN-BLANQUET aufgenommen.

Insgesamt wurden vier unterschiedliche Flächen auf "F7" bearbeitet. Die Aufnahmen 21, 22 und 23 beschreiben Teilbereiche, die nach den ersten beiden Weidegängen nicht ausgemäht wurden, so daß sich einige Weideunkräuter ausbreiten konnten. Das Vegetationsbild von Aufnahme 21 wird durch einen dichten Bestand der Ackerkratzdistel *Cirsium arvense* geprägt. Die Aufnahme Nummer 22 erfolgte in einer etwa 10 cm unter dem Wiesenniveau liegenden Mulde, so daß die Vegetation hier frischere Bodenbedingungen durch die größere Grundwassernähe und das Zusammenfließen von Niederschlagswasser vorfindet. Einzelne

Kratzdisteln (*Cirsium vulgare* und *C. palustre*) sowie Flatterbinsen kennzeichnen dieses Areal. Die Aufnahme­fläche Nummer 23 war durch die Vorherrschaft der Rasenschmielen *Deschampsia caespitosa* gekennzeichnet. Bei der Aufnahme 24 handelt es sich um den Bereich um den Leckstein. Dort stand aufgrund der hohen Bodenbeanspruchung während der Beweidung der offene Boden an.

### 3.3 Ergebnisse

#### 3.3.1 Aufnahmen nach BRAUN-BLANQUET

Tabelle 6 gibt die Ergebnisse aus jeweils vier Vegetationsaufnahmen pro Untersuchungsfläche wieder. Die mittleren ökologischen • Zeigerwerte wurden ungewichtet berechnet. Die Deckung betrug auf allen Wiesen mehr als 95%, und die Aufnahme­flächen waren jeweils 100 m<sup>2</sup> groß. Angaben zur Exposition wurden im Tabellenkopf nicht gemacht, da alle Wiesen eben in der rezenten Aue liegen (vgl. 1.1.3). Die Nomenklatur richtet sich nach OBERDÖRFER (1983).

Die Abbildungen 19 bis 24 (Seiten 82-84) zeigen Durchschnitt und Extremwerte der Artenzahl sowie der mittleren Zeigerwerte für Feuchte, Licht, Stickstoff, Reaktion und Mahdverträglichkeit.

Nächste Seiten:

Tabelle-fr Je vier Aufnahmen nach BRAUN-BLANQUET von jeder der Untersuchungsflächen

Fläche	FK		F1			F4			F7			F15								
Nummer der Aufnahme	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Deckungin Prozent	98	95	98	98	100	100	100	99	98	100	100	98	98	95	98	98	100	100	100	100
Höhe über NN (m)	300	300	300	300	300	300	300	300	310	310	310	310	320	320	320	320	310	310	310	310
Probefläche (qm)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Artenzahl	34	31	29	34	33	34	26	29	27	31	32	28	43	37	34	38	23	25	22	22
Lichtzahl	6.6	6.1	6.8	6.6	6.8	6.5	6.5	6.5	6.6	6.7	6.5	6.9	6.9	6.8	6.9	6.8	7.1	6.9	7.1	7.1
Feuchtezahl	5.6	6.4	5.8	6.3	6.1	5.8	5.6	5.6	5.7	5.7	5.8	5.7	6.0	5.5	5.9	5.9	5.6	5.8	5.8	5.9
Reaktionszahl	5.9	6.0	5.9	5.9	5.6	5.6	5.9	5.4	6.2	6.0	6.2	6.2	5.9	6.2	6.0	6.1	6.6	6.6	6.6	6.7
Stickstoffzahl	5.5	5.7	5.8	5.6	5.2	5.3	5.5	5.3	6.0	5.5	6.0	6.3	5.9	5.8	6.3	5.9	6.8	6.6	6.6	6.6
Mahdzahl	6.7	6.2	6.5	6.3	6.3	6.4	6.6	6.3	7.0	6.7	6.5	6.9	6.1	6.3	6.6	6.4	7.8	7.5	6.9	7.0

**Magerkeitszeiger**

<i>Holcus lanatus</i>	2b	r	2a	2a	2m	1	1	2a	1	+	1	+	1	1	1	1	.	1	1	1
<i>Anthoxathum odoratum</i>	2m	2m	1	1	2m.	1	2m	1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Luzula campestris</i>	.	.	.	.	.	+	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Saxifraga granulata</i>	+	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

**Ruderal- und Störzeiger**

<i>Urtica dioica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	1	1	2a	1	1
<i>Rumex obtusifolius</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	1	+	.	+	1	.	1	1	1	1
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	+	1	1	.	.	+	1	.	.
<i>Lamium album</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+
<i>Cirsium arvense</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.
<i>Lolium perenne</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	1	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Equisetum arvense</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Matricaria discoidea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Agropyron repens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.

**Cynosurion**

<i>Leontodon autumnalis</i>	1	+	.	.	.	r	+	.	.	1	1	.	1	.	+	1	.	1	1	1
<i>Trifolium repens</i>	.	.	r	.	.	1	1	1	1	1	+	1	*1	+	.	1	1	1	2a	2a
<i>Poa annua</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	2m	2a
<i>Bellis perennis</i>	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	1	+	+	1	.	1	+	1
<i>Cynosurus cristatus</i>	1	.	.	r	.	.	.	1	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	+	1
<i>Phleum pratense</i>	1	.	.	1	+	+	.	+	1	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.

Nummer der Aufnahme 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

**Calthion/Nässezeiger**

<i>Polygonum bistorta</i>	2a	3	2b	2b	3	2m	1	1	2a	1	1	2a	1	1					
<i>Sanguisorba officinalis</i>	+	1	1	+	1	1	1	1	1+	1	+		1	1					
<i>Caltha palustris</i>		1			+						r								
<i>Bromus racemosus</i>					2m	1						1	1	1					
<i>Juncus effusus</i>		+		r	+							+	+	r	+				
<i>Myosotis palustris</i>	1		r			+						1	+		1				
<i>Lychnis flos-cuculi</i>			+									+	+		r	r			
<i>Cirsium oleaceum</i>		r	rr											r					
<i>Geum rivale</i>		r				+													
<i>Trollius europaeus</i>					r														

**Arrhenatheretalia**

<i>Alopecurus pratensis</i>	2a	2b	2a	2a	2b	2a	2a	2a	1	1	1	1	2a	2a	2b	2a	1	+	1	+
<i>Poa trivialis</i>	2m	1	2m	2m	1	1	+	1	2a	1	1	1	2b	1	1	1	2a	2a	2b	2a
<i>Taraxacum officinale</i>	1	2a	1	1	1	1	1	1	1	+	1	1	1	2m	1	1	1	1	1	1
<i>Dactylis glomerata</i>	+		+	1	1	2a	2m	2a	1	2a	2a	2a	2a	2b	2a	2a	2a	1	1	1
<i>Alchemilla vulgaris agg.</i>	1	+	+	+	+			+	1		+	+		r	1					
<i>Achillea millefolium agg.</i>			r		+								i	1	+	1	+	1		
<i>Veronica chamaedrys</i>	r				+	r				+			1	r	r	r				
<i>Anthriscus sylvestris</i>	+	+		1						+			+			r				
<i>Heracleum sphondylium</i>							+			+	+	1		+	+					
<i>Glechoma hederacea</i>		+						r		+	+		+	+		+				
<i>Knautia arvensis</i>	+						r													
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>							r	r	+	1				+		r				

**Arrhenatheretea**

<i>Poa pratensis</i>	2m	1	1	2m	1	2m	1	1	2b	2b	2b	2a	2a	2a	1	2a	2b	2a	2a	2a
<i>Ranunculus acris</i>	2a	1	2a	2a	1	2a	1	1	1	+	1	1	1	+	1	1	1	+	+	
<i>Festuca pratensis</i>	1		1	1	1	1	2m	1	2a	2a	2a	2a	1	1	+	+	1	1	+	+
<i>Trifolium pratense</i>	1	1	1	1	1	+	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Cerastium holosteoides</i>	1	+	1	1	1	1	1	r	+	+	1	+		+	1	1	1	1	1	1
<i>Cardamine pratensis</i>	2m	1	2m	2m	2m	1	2m	2m	2m	2m	1		1	1	1	1		+		
<i>Ranunculus auricomus</i>	+	1	2a	1	1	1	+	+					r		+					



Nummer der Aufnahme	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>Plantago lanceolata</i>	1	+	1	+	.	.	+	+	1	1	+	1	+	+	.	+	.	.	.	.
<i>Rumex acetosa</i>	1	.	1	1	.	.	+	+	.	1	.	.	1	+	+	1	.	.	.	.
<i>Stellaria graminea</i>	1	1	1	1	1	1	+	1	.	+	r	.	1	1	.	1	.	.	.	.
<i>Vicia cracca</i>	1	1	2m	+	.	.	.	.	+	1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lathyrus pratensis</i>	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	+	r	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Prunella vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.
<b>Begleiter</b>																				
<i>Ranunculus repens</i>	1	1	2a	2a	+	1	+	2a	1	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Festuca rubra agg.</i>	1	.	1	1	.	1	+	.	1	1	1	1	1	+	1	1	1	1	1	+
<i>Ficaria verna bulbifer</i>	1	+	+	+	2a	1	1	1	.	.	+	.	+	+	1	1	.	.	.	.
<i>Hieracium spec.</i>	1	+	+	+	.	+	.	.	.	1	1	1	+	.	+	.	.	+	.	.
<i>Aegopodium podagraria</i>	.	+	+	.	.	+	.	.	+	+	.	.	1	+	1	+	.	.	.	.
<i>Cirsium vulgare</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	r	+	r	r	+
<i>Deschampsia cespitosa</i>	.	.	.	.	r	+	r	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polygonum amphibium tr.</i>	r	.	.	r	+	+	.	.	.	+	+	1	.	.	.	.	.	.	.	r
<i>Veronica beccabunga</i>	.	+	.	+	1	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.
<i>Centaurea jacea</i>	+	.	.	r	.	.	.	+	.	.	.	+	r	.	.	.	.	.	.	.
<i>Filipendula ulmaria</i>	.	1	.	1	+	.	.	.	.	.	r	.	r	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trisetum flavescens</i>	.	.	.	.	1	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

### Mittlere Feuchtezahl

Mittel- und Extremwerte aus jeweils vier Aufnahmen pro Fläche

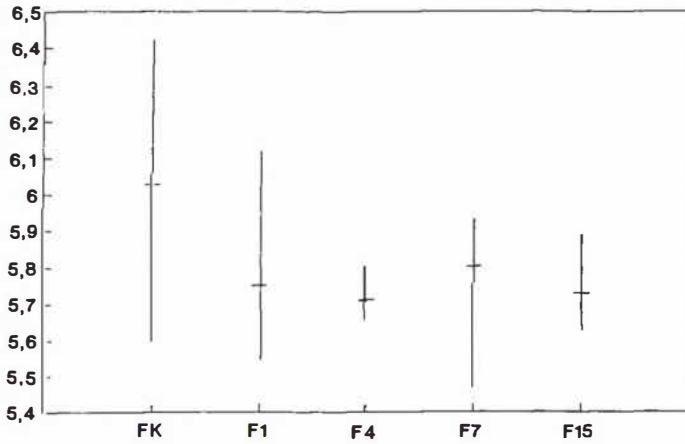


Abbildung 19: Mittlere Feuchtezahl

### Mittlere Lichtzahl

Mittel- und Extremwerte aus jeweils vier Aufnahmen pro Fläche

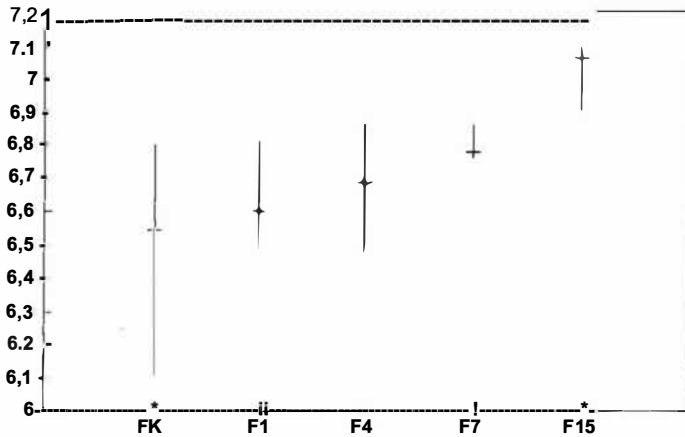


Abbildung 20: Mittlere Lichtzahl

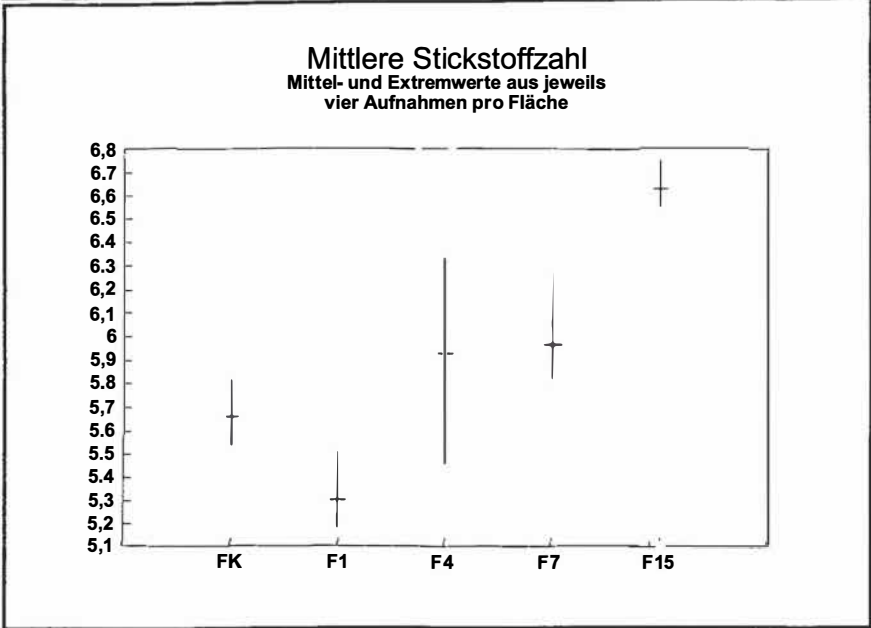


Abbildung 21: Mittlere Stickstoffzahl

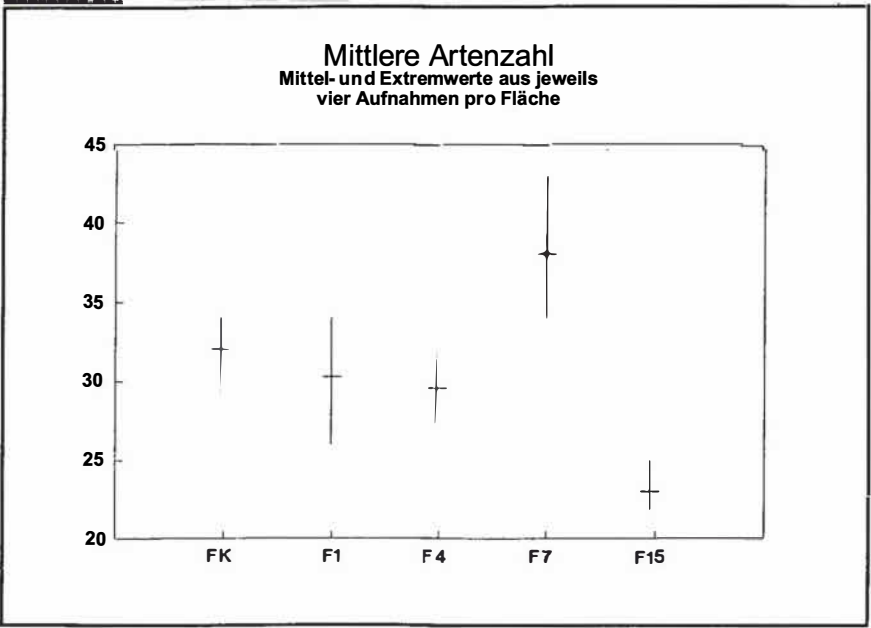


Abbildung 22: Mittlere Artenzahl

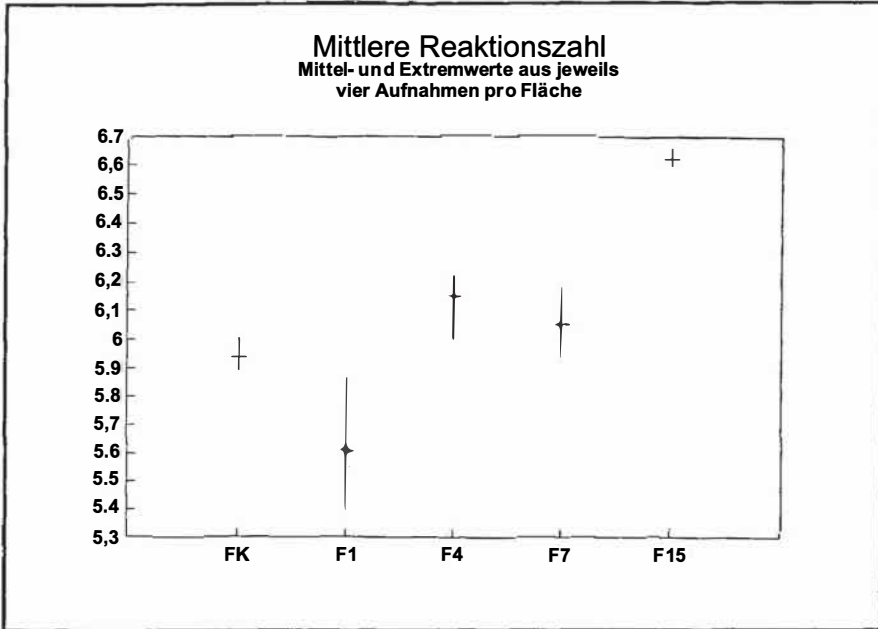


Abbildung 23~ Mittlere Reaktionszahl

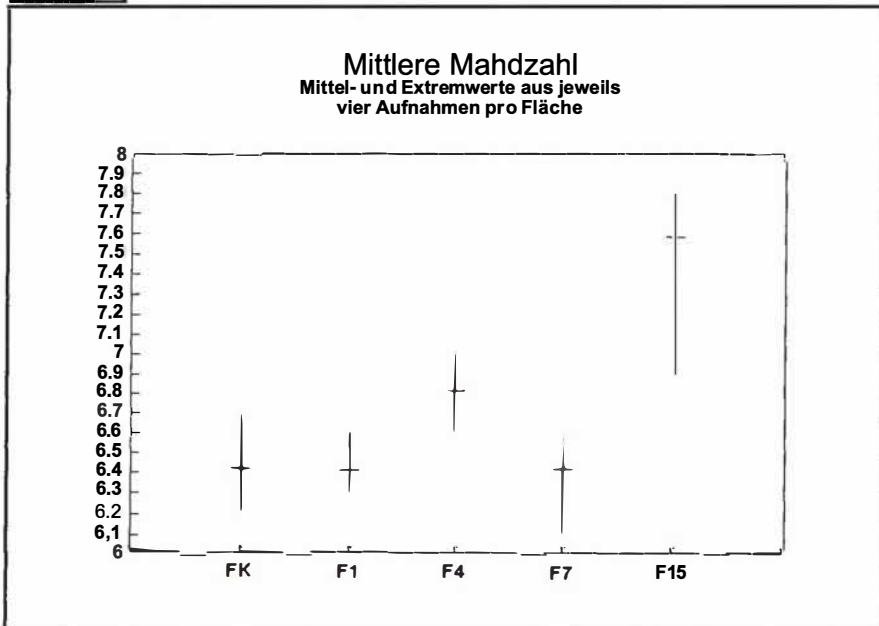


Abbildung 24. Mittlere Mahdverträglichkeitszahl

## 3.3.2 Frequenzmethode

Tabelle 7 - Ergebnisse der Frequenzbestimmung

Fläche und Aufnahmedatum	"F1"		Trend	"FK"		Trend
	■91	■93		■91	'93	
<i>Alopecurus pratensis</i>	93%	81%	-12%	85%	87%	2%
<i>Dactylis glomerata</i>	63%	55%	-8%	72%	69%	-3%
<i>Poa trivialis</i>	36%	40%	4%	56%	53%	-3%
<i>Poa pratensis</i>	26%	29%	3%	19%	22%	3%
<i>Festuca pratensis</i>	34%	30%	-4%	12%	12%	
<i>Holcus lanatus</i>	19%	22%	3%	4%	3%	-1%
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	61%	64%	3%	39%	35%	-4%
<i>Phleum pratense</i>	6%	6%		3%	4%	1%
<i>Festuca rubra</i> agg.	25%	22%	-3%	31%	29%	-2%
<i>Cynosurus cristatus</i>	2%	1%	-1%	0%	<1%	
<i>Deschampsia cespitosa</i>	7%	15%	8%	0%	0%	
<i>Trisetum flavescens</i>	0%	<1%		0%	0%	
<i>Bromus racemosus</i>	11%	10%	-1%	0%	0%	
<i>Trifolium repens</i>	59%	72%	13%	55%	57%	2%
<i>Cerastium holosteoides</i>	72%	75%	3%	68%	71%	3%
<i>Trifolium pratense</i>	34%	29%	-5%	57%	61%	4%
<i>Taraxacum officinale</i>	63%	65%	2%	59%	66%	7%
<i>Ranunculus acris</i>	87%	80%	-7%	86%	83%	-3%
<i>Ranunculus repens</i>	70%	72%	2%	63%	60%	-3%
<i>Ranunculus auricomus</i>	69%	60%	-9%	67%	65%	-2%
<i>Ficaria verna bulbifer</i>	76%	69%	-7%	70%	70%	
<i>Plantago lanceolata</i>	9%	11%	2%	24%	32%	8%
<i>Cardamine pratensis</i>	62%	63%	1%	54%	50%	-4%
<i>Polygonum bistorta</i>	88%	60%	-28%	76%	79%	3%
<i>Rumex acetosa</i>	85%	83%	-2%	78%	80%	2%
<i>Stellaria graminea</i>	55%	60%	5%	47%	53%	6%
<i>Sanguisorba officinalis</i>	21%	9%	-12%	18%	23%	5%
<i>Achillea millefolium</i> agg.	4%	2%	-2%	3%	3%	
<i>Juncus effusus</i>	<1%	5%	4%	1%	2%	1%
<i>Vida cracca</i>	0%	0%		13%	15%	2%
<i>Lathyrus pratensis</i>	0%	0%		9%	10%	1%
<i>Anthriscus sylvestris</i>	1%	0%	-1%	1%	<1%	
<i>Alchemilla vulgaris</i> agg.	3%	3%		2%	3%	1%
<i>Myosotis palustris</i>	8%	6%	-2%	6%	6%	
<i>Veronica beccabunga</i>	3%	2%	-1%	1%	2%	1%
<i>Veronica chamaedrys</i>	5%	0%	-5%	4%	4%	
<i>Knautia arvensis</i>	0%	0%		<1%	<1%	
<i>Caltha palustris</i>	<1%	0%		2%	2%	
<i>Füpendula ulmaria</i>	2%	3%	1%	4%	4%	
<i>Cirsium oleacerum</i>	0%	0%		<1%	<1%	
<i>Geum rivale</i>	0%	0%		<1%	0%	
<i>Hiracium spec.</i>	<1%	<1%		<1%	<1%	

Tabelle 7 zeigt die Ergebnisse der Frequenzbestimmung für die Flächen "F1" und "FK" zu den Aufnahmezeitpunkten im Frühsommer 1991 und 1993. Die Veränderung der Frequenzprozente zwischen den Aufnahmeintervallen ist jeweils in der Spalte "Trend" ausgewiesen. Die Angaben sind auf jeweils 250 Teilflächen pro Aufnahme bezogene Frequenzprozente. Die Zahlen wurden gerundet.

## 3.3.3 Sonderstrukturen

In der Tabelle 8 sind die Aufnahmen von den vier untersuchten Sonderstrukturen wiedergegeben. Zum Vergleich wurden die Ergebnisse der Aufnahmen 13 bis 16 nochmals mitaufgeführt, damit die tiefgreifenden Veränderungen direkt abgelesen werden können.

Tabelle 8: Aufnahmen nach BRAUN-BLANQUET von Sonderstrukturen

Nummer der Aufnahme	13	14	15	16	21	22	23	24
Deckung in Prozent	98	95	98	98	100	98	100	50
Höhe über NN (m)	320	320	320	320	320	320	320	320
Probefläche (rrr)	100	100	100	100	100	20	50	16
Artenzahl	43	37	34	38	31	30	28	14
Aufnahmedatum	19.5.	19.5.	19.5.	19.5.	10.7.	10.7.	10.7.	10.7.
<b>Ruderal- und Störzeiger</b>								
<i>Cirsium arvense</i>	.	.	r	.	3	+	1	+
<i>Cirsium palustre</i>	.	.	.	.	1	+	+	.
<i>Lolium perenne</i>	.	.	.	.	1	+	.	.
<i>Cirsium vulgare</i>	+	+	+	r	1	.	+	.
<i>Galium aparine</i>	.	.	.	.	1	.	.	2a
<i>Urtica dioica</i>	1	+	.	1	1	.	.	4
<i>Sisymbrium officinale</i>	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	+	1	1	.	.	.	.	1
<i>Lamium album</i>	+	.	.	.	.	.	.	1
<i>Matricaria discoidea</i>	+	.	.	r	.	.	.	+
<i>Agropyron repens</i>	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Rumex obtusifolius</i>	.	+	1	.	+	.	.	.
<b>Cynosurion</b>								
<i>Phleum pratense</i>	.	.	.	.	1	1	1	1
<i>Trifolium repens</i>	+	.	1	1	2a	1	1	2a
<i>Leontodon autumnalis</i>	1	.	+	1	2a	1	+	.
<i>Poa annua</i>	.	.	.	.	.	.	+	2a
<i>Bellis perennis</i>	1	+	+	1	.	1	1	.
<i>Cynosurus cristatus</i>	1	1	.	.	+	.	1	.
<b>Calthion</b>								
<i>Holcus lanatus</i>	1	1	1	1	1	2m	1	.
<i>Polygonum bistorta</i>	1	2a	1	1	.	2b	+	.
<i>Sanguisorba officinalis</i>	+	.	1	1	.	.	.	.
<i>Juncus effusus</i>	1	1	.	1	.	2m	.	.
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	+	+	r	r	.	.	+	.
<i>Bromus racemosus</i>	1	1	.	1	.	.	.	.
<i>Cirsium oleacera</i>	.	r	.	.	+	+	.	.
<i>Mynosotis palustris</i>	1	+	.	1	.	1	.	.
<i>Achillea ptarmica</i>	.	.	.	.	+	1	.	.
<i>Mentha arvensis austriaca</i>	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>C alt ha palustris</i>	r	.	.	.	.	.	.	.

Nummer der Aufnahme	13	14	15	16	21	22	23	24
<b>Arrhenatheretalia</b>								
<i>Alopecurus pratensis</i>	2a	2a	2b	2a	2m	2m	1	.
<i>Poa trivialis</i>	2b	1	1	1	1	+	.	.
<i>Achillea millefolium</i> agg.	1	1	.	1	1	.	+	.
<i>Taraxacum officinale</i>	1	2m	1	1	1	.	.	.
<i>Dactylis glomerata</i>	2a	2b	2a	2a	.	1	.	.
<i>Glechoma hederacea</i>	+	+	.	+	.	.	.	+
<i>Veronica chamaedrys</i>	1	r	r	r	.	.	.	.
<i>Anthriscus sylvestris</i>	+	.	.	r	.	.	.	.
<i>Heracleum sphondylium</i>	.	+	+	.	.	.	.	.
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>	.	+	.	r	.	.	.	.
<b>Arrhenatheretea</b>								
<i>Poa pratensis</i>	2a	2a	1	2a	1	+	1	1
<i>Cerastium holosteoides</i>	.	+	1	1	1	+	+	1
<i>Stellaria graminea</i>	1	1	.	1	2m	2m	1	.
<i>Trifolium pratense</i>	1	1	1	+	+	+	+	.
<i>Plantago lanceolata</i>	+	+	.	+	+	1	+	.
<i>Festuca pratensis</i>	1	1	+	1	2a	2m	.	.
<i>Ranunculus auricomus</i>	r	.	+	+	1	1	.	.
<i>Ranunculus acris</i>	1	+	1	1	+	.	+	.
<i>Rumex acetosa</i>	1	+	+	1	.	+	.	.
<i>Vida cracca</i>	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Prunella vulgaris</i>	+	.	+	.	+	.	+	.
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	+	.	+	.	.	+	.	.
<i>Cardamine pratensis</i>	1	1	1	1	.	.	.	.
<b>Begleiter</b>								
<i>Festuca rubra</i> agg.	1	+	1	1	2m	2m	1	.
<i>Agrostis stolonifera</i> stol.	.	.	.	.	1	2m	+	.
<i>Deschampsia cespitosa</i>	.	.	.	.	+	+	3	+
<i>Ranunculus repens</i>	+	+	+	+	1	.	+	.
<i>Filipendula ulmaria</i>	r	.	.	.	.	+	.	.
<i>Trisetum flavescens</i>	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Vicaria verna bulbifer</i>	+	+	1	1	.	.	.	.
<i>Hiracium spec.</i>	+	.	+	.	.	.	.	.
<i>Aegopodium podagraria</i>	1	+	1	+	.	.	.	.
<i>Veronica beccabunga</i>	.	+	.	+	.	.	.	.
<i>Centaurea jacea</i>	r	.	.	.	.	.	.	.

### 3.4 Diskussion

#### 3.4.1 Aufnahmen nach BRAUN-BLANQUET

Durchgängig für alle Aufnahmen lassen sich zwei Blöcke mit Klassencharakterarten der Arrhenatheretea und Ordnungscharakterarten der Arrhenatheretalia ausgliedern. Die Wiesen gehören somit zum Typus der in Mitteleuropa weitverbreiteten Frischwiesen (OBERDÖRFER 1993). Schwierigkeiten bereitet die weitere Einordnung zu Pflanzengesellschaften niederer Ordnung. Die Aufnahmen 17, 18, 19

und 20 der Fläche "F15" zeigen einen deutlichen Block mit Verbandskennarten des *Cynosurion*. Allen anderen Aufnahmen fehlt eine deutliche Häufung von Kennarten eines Verbandes aus den *Arrhenatheretalia*. Namentlich wären dies für die Region nach NOWAK (1990) *Arrhenatherum elatius*, der Glatthafer, und *Galium album*, das weiße Labkraut. Auch bei einer intensiven Suche konnten diese Kennarten auf den Flächen nicht nachgewiesen werden.

Einer der Gründe könnte die Höhenlage der Flächen in der Vorderrhön sein. In einigen Aufnahmen findet sich *Trisetum flavescens*, Goldhafer, der als montane Art in den Höhenlagen den Glatthafer verdrängt. Glatthafer findet sich zwar vereinzelt bis 600 m N.N., wird aber in der Rhön ab 350 m Höhe durch Goldhaferwiesen ersetzt (SPEIDEL 1972). Die orographische Verbreitungsgrenze der Gesellschaft in den osthessischen Mittelgebirgen Meißner, Vogelsberg und Rhön liegt nach NOWAK (1990) bei 450 m. Somit erscheint die Höhenlage kein Grund für das Fehlen der genannten Arten zu sein.

Die intensive Nutzung ist als Grund für die Degradation der Pflanzenbestände wahrscheinlicher. Als ungedüngte Heuwiesen genutzte Bestände der Glatthaferwiesen zählen zu den artenreichsten Grünlandgesellschaften Mitteleuropas. In weiten Gebieten treten unter moderner Grünlandwirtschaft mit frühem Schnitt, erhöhter Nutzungsfrequenz und kräftiger Düngung heute allerdings floristisch stark verarmte Glatthaferwiesen mit vorherrschenden Obergräsern (*Wiesenschwingel*, *Festuca pratensis*; *Wiesenfuchsschwanz*, *Alopecurus pratensis*; *Wiesenknaulgras*, *Dactylis glomerata*) und nur wenigen Kräutern auf (NOWAK 1990). Die dargelegte Betriebsweise der Koppelschafhaltung bedeutet in erster Linie eine Erhöhung der Nutzungsfrequenz. Während nach BRIEMLE & ELLENBERG (1994) in diesen Wiesen Glatthafer nur noch "in Spuren" auftritt, sind nach VERBÜCHELN (1987) bei intensivster Nutzung die Bestände aus weniger als 15 Arten zusammengesetzt, und alle Kennarten, selbst Glatthafer, fehlen.

Eine Besonderheit der Aufnahmen ist der Block aus Kennarten des *Calthion*, der nur für "F15" vollständig fehlt. Dieser Verband kann nicht unter den Frischwiesen (*Arrhenatheretalia*) eingeordnet werden, sondern gehört zu den Feuchtwiesen (*Molinietalia*). Nach der Anpassung der süddeutschen Pflanzengesellschaften (OBERDÖRFER 1993) auf hessische Verhältnisse durch NOWAK (1990) finden sich im Gebiet häufig Glatthaferwiesen mit Arten wie *Sanguisorba officinalis* oder *Lycchnis flos-cuculi*, die als Wechselfeuchtezeiger ihren Verbreitungsschwerpunkt in den Feuchtwiesen haben.



Das weitgehende Fehlen von Kenn- und Differentialarten läßt eine Zuordnung der einzelnen Aufnahmen zu bekannten Assoziationen oder gar Subassoziationen nicht zu. Demnach können die Pflanzenbestände nur als Rumpfgesellschaften der Glatthaferwiesen mit Feuchtheizern (*Calthion*) eingestuft werden. Dem entspricht auch die Definition des Verbandes *Cynosurion* nach OBERDÖRFER (1993). Die Gesellschaften dieses Verbandes müssen in engem Zusammenhang mit den planaren Gesellschaften des *Arrhenatherion* gesehen werden, mit dem sie nach Artenzusammensetzung und den ökologischen Ansprüchen aufs engste verwandt sind. Sie entstehen aus den ein- oder mehrschürigen Futterwiesen, wenn sie vielfach geschnitten oder durch Beweidung dauerhaftkurzgehalten werden. Dies trifft für "F15", auf der sich eine Häufung der Kennarten dieses Verbandes findet, in hohem Maß zu. Dem dauerhaften Kurzhalten sind naturgemäß nur die sogenannten weidefesten Grünlandarten gewachsen, während die nicht tritt- und weidefesten *Arrhenatherion*-Arten ausgeschieden werden. Da aber auch die weidefesten Arten in praktisch keiner Schnittwiese fehlen, findet durch die Beweidung eher eine verarmende Auslese an Arten als das Auftreten völlig neuer Artenkombinationen statt.

Diese verarmende Auslese zeigt sich deutlich in den Tabellen entlang des Gradienten zunehmender Weideintensität und Dauer. Gerade auf "F15" fallen alle Arten des *Calthion*, aber auch ganze Blöcke der *Arrhenatheretea* und *Arrhenatheretalia* aus, während sich im weideunempfindlichen Spektrum eine kontinuierliche Zunahme an Arten und Abundanzen zeigt.

Wenn schon eine tiefergehende pflanzensoziologische Differenzierung zwischen den Aufnahmen nicht möglich ist, so soll versucht werden, aufgrund unterschiedlicher ökologischer Gruppen weitere Aussagen zu gewinnen. Zu diesem Zweck sind insbesondere die Ruderalisierungszeiger und die Magerkeitszeiger in zwei Blöcken isoliert dargestellt worden. Während auf "FK" und "F1" überhaupt keine Ruderalisierungszeiger nachgewiesen werden konnten, ist auf den übrigen Flächen eine deutlich positive Tendenz im Auftreten dieser Arten abzulesen. Diese Tendenz wird unter 3.3.3 näher untersucht. Gleichzeitig mit der Zunahme der Ruderalisierungszeiger nehmen die Magerkeitszeiger ab. Zwar ist *Holcus lanatus* auf allen Flächen mit hoher Stetigkeit anzutreffen, doch schon *Anthoxanthum odoratum* und noch deutlicher die beiden anderen vertretenen Magerkeitszeiger verschwinden mit zunehmender Dauer der Nutzung durch die Schäferei.

Für die nachfolgende Diskussion der ökologischen Zeigerwerte sei vorab auf den heuristischen Charakter dieser Zahlen hingewiesen. Hinzu kommt, daß keine

der zugrundeliegenden Serien von Faktorenzahlen zwischen 1 und 9 (die Feuchtezahlen 10, 11 und 12 der Wasserpflanzen können bei diesen Aufnahmen von Wiesengesellschaften vernachlässigt werden) kardinal ist. Somit herrscht Unklarheit über den quantitativen Abstand zwischen den Rängen, und deshalb sind Mittelwerte mit einem unbekanntem Fehler behaftet (BÖCKER et al. 1983). Aus diesem Grund erübrigt sich auch die Prüfung verschiedener Hypothesen mittels statistischer Testverfahren. Eine detaillierte Diskussion dieses Problemkreises und eine Antwort auf die Frage, warum dann doch Mittelwerte aus verschiedenen Aufnahmen miteinander verglichen werden können, gibt ELLENBERG (1991).

In Anlehnung an WITTIG et al. (1985) versucht ROST-SIEBERT (1986) über die Berechnung einer Häufigkeitsverteilung Veränderungen in den Zeigerwerten besser nachweisen zu können als über den Vergleich von Mittelwerten. Auch wenn der Informationsgehalt der Häufigkeitsverteilung höher ist als der eines einzelnen Mittelwertes, kann auf diese Weise das Problem des unbekanntem Fehlers aufgrund der fehlenden Äquidistanz zwischen den Werten nicht gelöst werden, nur daß jetzt nicht der Mittelwert allein, sondern die gesamte Klasseneinteilung mit diesem Fehler behaftet ist.

Des weiteren muß begründet werden, warum der Zeigerwert einer Art mit großer Artmächtigkeit das gleiche Gewicht bei der Berechnung des Mittelwertes hat wie der Wert einer Art, die mit wenigen oder gar nur einem Individuum in der Aufnahme vertreten war. Dann werden die mittleren Zeigerwerte lediglich qualitativ berechnet. Bei einer quantitativen Berechnung müßten die Werte nach der geschätzten Menge der Arten gewichtet werden (SPATZ et al. 1979). Nach ELLENBERG (1991) ist der qualitative Weg nicht nur der einfachere, sondern auch der richtigere, da die Menge oder der Deckungsgrad einer Pflanze neben der Standortgunst auch von ihrer spezifischen Wuchsweise abhängt. So sind Orchideen beispielsweise fast überall Einzelgänger, deren wertvolle Indikatorsaussage von Kräutern oder Gräsern mit stark vegetativer Vermehrung bei der Berücksichtigung des Deckungsgrades zu unrecht überstimmt würde (vergleiche besonders: DURWEN 1982, 1983; BÖCKER et al. 1983; KOWARIK & SEIDLING 1989). Vor diesem Hintergrund kann mit WALTER & BRECKLE (1983) davor gewarnt werden, die durch die Zahlen vorgetäuschte, aber nicht vorhandene Genauigkeit der Zeigerwerte buchstabengetreu zu übernehmen. Vielmehr bietet das System eine Ableitung aus verallgemeinertem, typisiertem Erfahrungswissen (KOWARIK & SEIDLING 1989), daß nicht mit Meßwerten verwechselt werden darf.

## Lijihzahl

Insgesamt betrachtet, und dies gilt für die Feuchtezahl, die Reaktionszahl und die Stickstoffzahl ebenso wie für die Lichtzahl, handelt es sich bei den untersuchten Standorten um recht ausgeglichene Wuchsorte, an denen kein Faktor in extremer Ausprägung vorliegt. Auch die zu besprechenden Unterschiede in den Mittelwerten sind so gering, daß sie nur als Trend gewertet werden können. Die eindeutigste Tendenz findet sich in der mittleren Lichtzahl, die mit zunehmender Intensität und Dauer der Schafbeweidung über alle Flächen kontinuierlich steigt. Selbstredend zählen die Pflanzengesellschaften des Grünlandes per se zu denjenigen mit hohem Lichtgenuß, verglichen beispielsweise mit bewaldeten Standorten. Doch auch innerhalb der Pflanzengesellschaft einer zweischürigen Mähwiese ("FK") gibt es Arten, die eine stärkere Beschattung ertragen als andere. Hierzu gehören die Mittelgräser wie *Poa pratensis*, *Holcus lanatus* und *Trisetum flavescens* sowie unter den Kräutern *Bellis perennis* und *Plantago lanceolata*. Mit der Erhöhung der Nutzungsfrequenz, sei es nun durch häufigere Mahd oder - wie im vorliegenden Fall - durch Beweidung im Rotationsverfahren, entfällt die bis zum Schnitt stetig zunehmende Lichtkonkurrenz und es werden Arten mit hohem Lichtbedarf (und hohem Regenerationsvermögen!) gefördert. Diesen Trend gibt Abbildung 20 deutlich wieder. Zum einen steigt die mittlere Lichtzahl und zum anderen wird die Variationsbreite immer geringer.

## Feuchtezahl

Die Feuchtezahl ist auf allen Flächen ähnlich, lediglich auf der Kontrollfläche finden sich einige Arten mit hoher Feuchtezahl. Auch wenn die Mittelwerte der Feuchtezahlen kaum voneinander abweichen, so ist die Streuung um den Mittelwert auf der Kontrollfläche deutlich höher als auf den anderen Flächen. Im Hinblick auf die Diskussion der Zahlen soll nochmals darauf hingewiesen werden, daß es sich bei Streuung nicht um ein Maß im statistischen Sinne des Wortes handelt. Das Vorkommen von Arten mit hohen Feuchtezahlen könnte auf den Einfluß eines Entwässerungsgrabens zurückzuführen sein, der zwar nicht direkt durch eine Aufnahmefläche verließ, der aber auch im Umfeld eine deutliche Dominanz der Feuchtezeiger aufwies. Dies entspricht der Ausgangshypothese, daß sich die Flächen hinsichtlich ihrer Standortfaktoren abgesehen von der Nutzung möglichst nicht unterscheiden sollen. Von einer Beeinflussung der Bodenfeuchte durch die Beweidung war nicht auszugehen.

### Reaktionszahl, Stickstoffzahl

Beide Werte zeigen keinen Trend im Gradienten der Nutzung. Es fällt aber auf, daß zwischen Stickstoff za hl und Reaktionszahl eine enge Korrelation besteht. Insbesondere für die Fläche "F15" läßt sich dies durch das wiederholte Ausbringen von hohen Güllegaben erklären. Dies beeinflußt nicht nur den Stickstoffhaushalt, sondern wirkt über das Ammoniumion auch auf die Reaktionszahl des Bodens.

Vergleicht man die ermittelte Stickstoffzahl mit der Stickstoffbestimmung aus den Bodenmischproben (2.1.4), so fällt in einigen Positionen eine deutliche Diskrepanz auf. Der Grund hierfür liegt im Charakter der Bestimmung. Bei der Messung des Stickstoffgehaltes in der Bodenmischprobe wird der Gehalt zum Zeitpunkt der Probenentnahme festgestellt. Wurde die Probe kurz vor einer Düngergabe entnommen, erhält man einen für die gesamte Vegetationsperiode unterdurchschnittlichen Wert, und beprobt man eine Fläche direkt nach der Düngung, so liegt das Ergebnis über dem Durchschnitt. Die Bestimmung der Stickstoff zahl aus der Vegetation integriert sozusagen über einen längeren Zeitraum, da die Pflanzengesellschaft nicht auf kurzfristige Schwankungen reagieren kann.

### Arten zahl

Hinsichtlich der Artenzahl zeigt sich, daß mit zunehmender Nutzungsintensität (Schnitthäufigkeit, Düngung, Weiderotation) die Zahl der Pflanzenarten abnimmt (ERHARDT 1985; MEISEL 1977; FOERSTER 1983). Dem steht mit 37 allerdings die höchste aller durchschnittlichen Artenzahlen auf der Fläche "F7" entgegen. Die Begründung hierfür wird aus der Artenliste deutlich. Auf den Flächen "FK" und "F1" dominieren die Wiesenarten, denn hier wurde entweder noch nie beweidet ("FK") oder die Beweidung wirkt erst seit einem Jahr, so daß sich die Narbe noch nicht hat umstellen können. Auch auf der Fläche "F4" bestimmen nach wie vor Wiesenarten den Aspekt. Dies erklärt sich aus der Tatsache, daß "F4" erst nach dem Heuschnitt zur Gewinnung von Winterfutter beweidet wird. Ganz anders stellt sich die Situation auf "F15" dar. Lang andauernde Beweidung im Rotationsverfahren mit anschließendem Ausmähen der Geilstellen und Weideunkräuter hat zu einer weitgehenden Anpassung der Narbe an die extremen Bedingungen geführt. Im Durchschnitt sind lediglich 22 Pflanzenarten diesem Streiß gewachsen. Dazu gehören die Trittpflanzen *Poa annua*, *Capsela bursa-pastoris*, *Trifolium repens* und *Taraxacum officinale* ebenso wie Weideunkräuter mit tiefliegender Rosette (*Cirsium spec.*) und die Stickstoffzeiger *Urtica dioica* und *Rumex obtusifolius*.

Zwischen diesen beiden Extremen steht die Fläche "F7", auf der sich sowohl die Wiesenarten noch erhalten wie auch verschiedene Weideunkräuter schon angesiedelt haben. Dieses Übergangsstadium führt zu einer vorübergehend hohen Artenvielfalt.

#### Mäh->Fräflli->Blab->F7->ah!

Offenbar besteht zwischen der Artenzahl und der Mahdverträglichkeit ein unmittelbarer Zusammenhang. Während die Artenzahl, wie dargestellt, mit Ausnahme von "F7" kontinuierlich abnimmt, zeigt sich für die Mahdverträglichkeit der genau umgekehrte Trend. Die Flächen mit niedriger Artenzahl zeigen eine hohe Mahdverträglichkeit und umgekehrt. Dieser Zusammenhang gilt auch für "F7". Die Fläche ordnet sich für beide Zeigerwerte nicht in die Reihe der übrigen Flächen ein.

Die ausgesprochen niedrige mittlere Mahdverträglichkeitszahl, die in der Größenordnung der bislang als Mähwiesen genutzten Flächen liegt, kann ein Hinweis darauf sein, daß "F7" nicht konsequent als Rotationsweide mit anschließendem Ausmähen genutzt wird. Vielleicht ist die größere Entfernung vom Hof ein Grund dafür, daß diese Weide nicht so sorgfältig gepflegt, also auch ausgemäht wird wie die anderen Flächen. Für diese Interpretation sprechen auch die Aufnahmen von Sonderstrukturen, die hier besonders ausgeprägt sind.

#### Artenzusammensetzung

Bei den Gräsern bestätigt sich eine Entwicklung, die schon SCHWARZ (1933) experimentell nachgewiesen hat. Gleichartig angesäte Bestände auf trockenem, mäßig gedüngtem Sandboden wurden abwechselnd drei Jahre mit Schafen beweidet und drei Jahre gemäht. Durch die Beweidung zurückgedrängt werden *Dactylis glomerata*, *Phleum pratense* und *Festuca pratensis*. Gefördert werden *Lolium perenne* und durch beide Nutzungen *Poa pratensis*. Ähnliche Tendenzen zeigen auch die vorliegenden Aufnahmen. Insbesondere die Weideempfindlichkeit von *Alopecurus pratensis* und *Dactylis glomerata* werden deutlich. Als Störungs- und Überweidungszeiger erreichen *Poa annua*, *Bellis perennis* und *Trifolium repens* insbesondere auf "F15" größere Abundanzen.

Hinzu kommt eine grundsätzliche Förderung der Gräser zuungunsten der Kräuter. Diese Entwicklung fügt sich lückenlos in eine Tendenz, wie BLAB (1993) nach ZUCCHI (1988) zitiert: "Nach Untersuchungen der Bayerischen Landesanstalt

für Bodenkultur und Pflanzenbau in München enthielt das Heu einer Wiese 1921 noch 47,9% Süßgräser, 16,2% Klee, 30,8% Unkräuter, 1,7% Riedgräser und 3,4% Moose. Unter die Rubrik "Unkräuter" fallen alle Wildkräuter mit Ausnahme der Kleearten. Nach Aussagen des Botanikers K. BERTSCH in seinem 1947 erschienenen Buch über die Wiese waren damals auf Kali und Phosphor gedüngten Wiesen nur noch 2,2% Unkräuter enthalten. Heute ist dies der Normalfall; der Anteil krautiger Pflanzen ist eher noch weiter abgesunken."

### 3.4.2 Frequenzmethode

Der Vergleich der beiden Flächen zeigt eine deutlich stärkere Veränderung bei den Frequenzprozenten auf der in die Beweidung genommenen Fläche. Betrachtet man nur Änderungen >5% - ein Grenzwert, unterhalb dessen sich fast alle Änderungen auf der Kontrollfläche einordnen lassen, - so haben sich auf der Kontrollfläche lediglich *Taraxacum officinale* und *Plantago lanceolata* in größerem Maß ausgebreitet, beides typische Fettwiesenarten.

Auf der Untersuchungsfläche zeigen sich deutliche Veränderungen. Die weideempfindlichen Gräser und Kräuter verschwinden. Eine deutliche Ausbreitung zeigen lediglich *Deschampsia cespitosa* als Weideunkraut sowie *Trifolium repens*, Tritzeiger und Lichtart mit starkem Regenerationsvermögen, die schnell in Störstellen, wie sie durch die Beweidung entstehen, einwandern kann. Die anderen typischen Weideunkräuter der Schafweiden wie *Juncus effusus* oder der Stickstoffzeiger *Urtica dioica* reagieren offensichtlich langsamer auf die veränderte Nutzung.

Der starke Rückgang von *Sanguisorba officinalis* und *Polygonum bi störte* kann durch die Beweidung allein bei Mahdzahlen von 6 beziehungsweise 5 (BRIEMLE & ELLENBERG 1994) nicht erklärt werden. Beide Pflanzen sind ausgeprägte Feuchtezeiger, und die mittlere Feuchtezahl liegt auf "F1" niedriger als auf "FK", wobei die Aufnahmen, auf deren Basis die Bestimmung der Feuchtezahl durchgeführt wurde, alle vor der Beweidungssaison 1992 erfolgten. Offensichtlich beeinflusst der Weidegang die Bodenfeuchte.

Auffallend ist die im Vergleich zu den Aufnahmen nach BRAUN-BLANQUET größere Artenzahl bei diesen Aufnahmen. Zwar wurden insgesamt keine neuen Arten gefunden, die nicht auch bei den anderen Aufnahmen hätten nachgewiesen werden können, doch wurden auf keiner der Aufnahmeflächen alle Arten gemeinsam gefunden. Ein Grund hierfür könnte in der Intensität der Aufnahmemarbeit liegen. Für die

Frequenzmethode müssen die einzelnen Teilquadrate sehr detailliert abgesucht werden, so daß kaum eine Art übersehen werden kann. Bei den Massenprozent-schätzungen wurden offensichtlich seltene und kleinwüchsige Arten nicht immer miterfaßt. Andererseits ist die gesamte Aufnahmefläche der Dauerquadrate größer als die der BRAUN-BLANQUET-Aufnahmen, so daß dieser Unterschied vor dem Hintergrund der Aussagen über die Minimalarealermittlung (vgl. 3.2.1) zu erwarten war. Hinzu kommt, daß die einzelnen Teilquadrate mit 400 Quadratzentimetern relativ groß gewählt waren. Die einzelnen Artenlisten für diese Teilquadrate umfaßten durchschnittlich zehn Spezies, also ca. 25% des gesamten Arteninventars. BOGENRIEDER (1989) empfiehlt Kleinquadrate mit einer Kantenlänge zwischen 5 und 10 cm. Für die vorliegende Untersuchung wurde bewußt eine Kantenlänge von 20 cm gewählt, um in der Wiese die Zuordnung der Pflanzen, die zum Aufnahmezeitpunkt bis zu 1 m hoch waren, zu den Quadraten eindeutig vornehmen zu können. Mit einem im 5-cm-Raster bespannten Rahmen wäre die Vegetation vollkommen zusammengedrückt worden.

### 3.4.3 Sonderstrukturen

Da die Vegetationstabellen nach BRAUN-BLANQUET auf sogenannten quasihomogenen, typischen Flächen erarbeitet wurden, vermögen sie nur eingeschränkt die tiefgreifenden strukturellen Veränderungen zu demonstrieren, die sich innerhalb weniger Wochen durch das Fehlen der Pflegemaßnahmen auf den Wiesen abspielen. Noch immer würde man die Aufnahmen 21-23 zumindest degenerierten Glatt-haferwiesen zuordnen, da die Ordnungs- und Klassencharakterarten nach wie vor vorhanden sind. Die extreme Dominanz der Ackerkratzdistel in Aufnahme 21 und der Rasenschmielen in Aufnahme 23 schafft allerdings Bestände, die nur noch entfernt an eine "Wiese" erinnern. Im Hinblick auf das zusätzliche Blütenangebot (Kratzdisteln), das veränderte Mikroklima durch Schattenwurf und den hohen Anteil abgestorbener Biomasse (Schmielen) unterscheiden sich diese Flächen deutlich von anderen Wiesenlebensräumen beispielsweise für Heuschrecken, Spinnen und Laufkäfer.

Eine vollkommen andere Pflanzengesellschaft stellt Aufnahme 24 dar. Der nackte Boden hat sich nach der Beweidung nur zu 50% erneut mit Pflanzen bedeckt. Zu den hier vertretenen Arten zählen Kennarten der Unkrautgesellschaften, die meisten Wiesenpflanzen fehlen. Die Bedeutung solcher Areale für die Fauna spiegelt sich in der hohen Diversität auf "F7" wieder, die ausführlicher in Kapitel 6 diskutiert werden.

### 3.5 Zusammenfassung der vegetationskundlichen Untersuchungen

Vegetationsaufnahmen nach BRAUN-BLANQUET und die Auswertung nach den ökologischen Zeigerwerten belegen die Nutzungsintensivierung durch die Schafrotationsweide. Die Wiesen verarmen an Kenn- und Differentialarten der Glatthafergesellschaften, dafür nehmen Ruderalisierungszeiger zu. Die Artenzahl nimmt kontinuierlich ab, und es erfolgt eine Verschiebung des Artenspektrums zu lichthungrigen Düngezeigern mit hohem Regenerationsvermögen. Hinzu kommt die Ausbreitung von Weideunkräutern vor allem auf Flächen, die nicht regelmäßig ausgemäht werden. Die Fläche  $MF7^H$  stellt ein Übergangsstadium von der Wiese zur intensiven Rotationsweide dar, auf der sich vorübergehend eine erhöhte Vielfalt aus Arten der Wiese und Weideunkräutern eingestellt hat

Eine gleichgerichtete Vegetationsveränderung nach der Umnutzung einer vormaligen zweischürigen Mähwiese in eine Schafrotationsweide belegt die Annahme, daß die Unterschiede in der Vegetation auf  $MFK^H$ ,  $MF1$ ,  $MF4$ ,  $F7$  und  $F15$  nicht standortbedingt, sondern nutzungsbedingt sind. Dies konnte mittels einer Frequenzprozentanalyse auf  $F1^M$  vor und nach einer drei-jährigen Schafbeweidung im Vergleich zu der Kontrollfläche  $^HFK$  belegt werden.



## 4.1 Einleitung

In den Zoozönosen der Graslandbiotope dominieren bei weitem die Arthropoden (BLAB 1993). Die Fauna setzt sich im wesentlichen aus eurytopen Arten und Vertretern der Ausgangslebensräume wie beispielsweise den Hochstaudenfluren der Seeufer oder den Krautgesellschaften der Flachmoore zusammen. Ferner finden sich stenotope Arten, die eng an die zentralen Milieufaktoren gebunden sind. Für die vorliegende Untersuchung im Feuchtgrünland spielt der hohe Grundwasserstand dabei eine entscheidende Rolle.

Darüber hinaus kann das Vorhandensein oder Fehlen einer Art auch von bestimmten grünlandspezifischen Strukturen abhängig sein. Solche Strukturen sind unter anderem das Vorkommen einer speziellen Pflanzenart, eine bestimmte Vegetationsschichtung oder ein eigenes Bestandsklima. Manche Arten (z.B. Schmetterlingsraupen) hängen von bestimmten Futterpflanzen ab (BLABÁ KUDRNA 1982).

Selbstverständlich brauchen die Grünlandbewohner den regelmäßigen Eingriff der Mahd oder der Beweidung, durch den die Sukzession immer wieder zurückgestellt wird. Dabei ist es kein Widerspruch, daß sie ohne Mahd in den ersten Brachestadien weitaus bessere Lebensbedingungen vorfinden (RECK 1992). So sind für viele Tagfalter frühe Brachestadien die besten Lebensräume in der Kulturlandschaft, in weiteren Stadien der Sukzession brechen ihre Populationen dann aber vollkommen zusammen (ERHARD 1985).

Die Fauna der Graslandbiotope ist somit nicht nur von den zentralen Standortfaktoren, sondern auch vom Mikroklima, der Struktur, der Höhe und Variabilität der Vegetation sowie der Flächengröße abhängig. Ein Teil dieser angesprochenen Faktoren wird ihrerseits durch die Nutzung und deren Intensität bestimmt. Es besteht somit Anlaß zur Annahme, daß eine veränderte Nutzung ihren Niederschlag in einer entsprechenden quantitativen und qualitativen Veränderung der Artenzusammensetzung auf den Flächen findet.

Um Auswirkungen einer veränderten Nutzung auf die Grünlandbiotope nachweisen zu können, eignen sich Untersuchungen an Tiergruppen, deren gesamter Lebenszyklus im gleichen Biotop abläuft. Die meisten Wirbellosen des Grünlandes verbringen dort ihr ganzes Leben. Infolge dieser relativ starken Geschlossenheit der Biotope sind die Auswirkungen von anderen Lebensräumen und die Ausstrahlung in andere Lebensräume vergleichsweise gering. Anders als auf Äckern ist damit kein großer Faunenunterschied zwischen Randzone und Bestandsinnerem vorhanden (HEYDEMANN & MÜLLER-KARCH 1980).

Um nun den Einfluß der Nutzungsänderung und der Intensität der Schafbeweidung auf die Fauna der Weideflächen zu belegen, wurden drei Tiergruppen näher untersucht: Heuschrecken (*Saltatoria*, *Caelifera*), Laufkäfer (*Coleoptera*, *Carabidae*) und Spinnen (*Araneida*, div. Gattungen). Diese drei Gruppen unterscheiden sich bezüglich ihrer Mobilität und der damit verbundenen Fähigkeit, erstens neue Lebensräume zu besiedeln und zweitens auf Veränderungen im Habitat zu reagieren. Die Mobilität ist bei den Heuschrecken als eher gering und bei den Laufkäfern (flugfähige Arten) sowie den Spinnen (Aeronauten in den Jugendstadien) als hoch einzustufen (MÜHLENBERG 1989).

### Heuschrecken

Heuschrecken eignen sich für Untersuchungen zur vorliegenden Fragestellung insofern, als daß sie eine besondere Bindung an Raumstruktur und Kleinklima ihrer Habitate aufweisen (HARZ 1957, MARCHANT 1953, SÄNGER 1977). Bei wenigen Insektenordnungen wurden bislang ökologische Untersuchungen so intensiv durchgeführt wie bei den *Saltatoria*. KÜHNELT (1960) führt die besondere Eignung der Heuschrecken für faunistisch ökologische Forschungen auf ihre relative Häufigkeit bei einer verhältnismäßig geringen Artenzahl, die Größe und Auffälligkeit der einzelnen Arten, das ungefähr gleichzeitige jahreszeitliche Auftreten der meisten Formen und die deutlichen Unterschiede der Faunenzusammensetzung auf kleinem Raum zurück.

Als Ursache für die Unterschiede der Heuschreckenpopulationen verschiedener Habitate wurden vor allem die spezifischen Ansprüche an das Mikroklima angesehen, mit denen sich eine Reihe von Autoren auseinandergesetzt haben. JAKOVLEV & KRÜGER (1953) und JAKOVLEV (1956, 1959) konnten die zentrale Bedeutung der Luftfeuchtigkeit für das Auftreten von Heuschreckenarten in bestimmten Biotopen

nachweisen. Auch KALTENBACH (1963) unterstrich die Bedeutung der Milieufeuchtigkeit. Mit der Temperatur als bestimmendem Faktor für das Vorkommen einzelner Arten befaßte sich FRANZ (1931, 1933), wobei die Temperatur vor allem durch ihren Einfluß auf die Luftfeuchtigkeit wirksam zu sein scheint (SCHMIDT 1961, SCHMIDT & BÜHL 1970).

Die Bedeutung der Vegetation für das Vorkommen bestimmter Arten haben LEITINGER-MIKOLETZKY (1940), RABELER (1954, 1955) und OSCHMANN (1969, 1973) untersucht. PROUTEAU & ROBERT (1973) belegten die Bindung verschiedener Heuschrecken an spezielle Pflanzengesellschaften. Schon SCHMIDT & SCHLAGBAUER (1965) wiesen dabei einen Zusammenhang zwischen Pflanzengesellschaften und mikroklimatischen Gegebenheiten nach. Nachdem zuerst JACOBS (1953) und später auch HEYDEMANN (1956a) sowie HARZ (1957) neben dem Mikroklima auch die Bedeutung der Vegetationsstrukturierung, Höhe und Dichte des Pflanzenbestandes beispielsweise für das Vorhandensein von geeigneten Eiablageplätzen der Heuschrecken nachgewiesen haben, stellt SÄNGER (1977) eine Beziehung zwischen Heuschreckenarten und der Raumstruktur ihrer Habitate her.

Die quantitativen Reaktionen der Heuschreckenpopulationen auf strukturelle, mikroklimatische und weitere autökologische Veränderungen ihres Lebensraumes läßt ihnen somit geradezu eine Indikatorfunktion zukommen, die schon früh von RÖBER (1949, 1951) vermutet wurde und die beispielsweise MARCHAND (1953) für die Charakterisierung unterschiedlicher Graslandtypen und FISCHER (1950) für die großräumige Gliederung eines Gebietes verwendeten.

### Laufkäfer

Ähnlich den Heuschrecken sind auch die einzelnen Laufkäferspezies schon seit langer Zeit Gegenstand intensiver ökologischer Forschung. Zwar ist die Anzahl der in Mitteleuropa vorkommenden Arten in dieser Gruppe wesentlich höher und die Bestimmung der Arten in einzelnen Gattungen wesentlich aufwendiger als bei den Heuschrecken, doch ihre hohe Aktivitätsdichte, ihr Artenreichtum und die relativ leichte Handhabbarkeit (Fang und Determination) versprechen zuverlässige Ergebnisse. Aus diesen Gründen zählen die Carabiden ebenfalls zu den häufiger benutzten Indikatororganismen.

Heute ist ihre Eignung als Indikatoren für eine Vielzahl von Umweltveränderungen zur Bewertung von Maßnahmen wie dem Einsatz von Insektiziden (HOLLIDAY & HAGLEY 1978, THOME et. al. 1987), Herbiziden (MÜLLER 1972), bei der Abschätzung von Immissionsschäden (STUBBE & TIETZE 1982), in der urbanen Ökologie (KLAUSNITZER & RICHTER 1983) und für allgemeine Fragen der Landeskultur und des Naturschutzes (NAGEL 1978, REFSETH 1980, SUSTEK 1983, PLACHTER 1985) allgemein anerkannt. Über die Autökologie liegt umfangreiches Datenmaterial vor (DEN BOER 1970, 1977; FREUDE 1976; HEYDEMANN 1955, 1964; LINDROTH 1945, 1947), so daß über die Carabidenfauna ein Lebensraum und dessen Veränderungen charakterisiert werden können.

### Spinnen

Spinnen stellen mit 43 im Grünland vertretenen Arten (BONES 1953) eine wichtige Artengruppe innerhalb der Zoozönose dar. Leider liegt über die ökologischen Ansprüche der Arten bislang deutlich weniger Material vor als über Laufkäfer und Heuschrecken vor. Trotzdem kann natürlich über die Präsenz oder das Fehlen der einzelnen Arten auf Unterschiede zwischen den untersuchten Habitaten geschlossen werden. Eine Interpretation über die durch das angetroffene Artenspektrum repräsentierten ökologischen Verhältnisse ist aus den genannten Gründen wesentlich unsicherer zu treffen, doch kann mit dieser Arbeit vielleicht auch ein Baustein zu dem Wissen über die ökologischen Ansprüche einzelner Arten beigetragen werden.

### Sonstige

Ergänzt werden diese Ergebnisse durch die Auswertung von Beifängen und zufällige Beobachtungen im Zuge der Arbeiten.

## **4.2 Material und Methode**

Zur Ermittlung des Arteninventars und der Aktivitätsdichte der einzelnen Gruppen wurden standardisierte Geräte (BEHRE 1989) und Methoden angewendet, wie sie MÜHLENBERG (1989) ausführlich diskutiert. Bewußt wurde darauf verzichtet, die Rohdaten aus den Barberfalienfängen aufzulisten. Die Daten mußten zuerst auf die Aktivitätsdichte (A) normiert werden, um zu vergleichbaren Werten zu gelangen, da einzelne Fallen beispielsweise durch Schaftritt zerstört waren und somit eine einheitliche Stichprobengröße nicht gewährleistet war. Auf dieser Basis können dann

Aussagen zur Abundanz und Dominanz getroffen werden. Es folgen die Berechnung von Diversität und Evenness, die Gegenüberstellung der Arten- und Dominanzidentität der einzelnen Gemeinschaften sowie die Darstellung von Ähnlichkeitsdendrogrammen.

Abundanz und Dominanz

Die absolute Aktivitätsdichte wird als Anzahl der Individuen pro Fallentag mal 1000 angegeben:

$$A_i = \frac{\text{Individuenzahl der Art } i \times 1000}{\text{Anzahl der Fallentage}}$$

Bei der Zuordnung der Laufkäfer und Spinnen zu Größenklassen (GK) wurde folgende Klasseneinteilung zugrunde gelegt:

Tabelle 9: Einteilung der Größenklassen für Spinnen und Laufkäfer


Klassenbezeichnung	Klassengrenzen
1	unter 2 mm
2	>2 - 5 mm
3	>5 - 10 mm
4	> 10 - 15 mm
5	> 15 - 20mm
6	über 20 mm

Die Dominanz (D) beschreibt bezogen auf eine bestimmte Lebensraumgröße die relative Häufigkeit einer Art im Vergleich zu den übrigen Arten.

$$D_i = \frac{\text{Individuenzahl der Art } i \times 100}{\text{Gesamtzahl der Individuen in der Artengemeinschaft}}$$

Um sich einen Überblick über die Dominanzstruktur und deren Unterschiede zwischen den einzelnen Flächen zu verschaffen, wurden die Dominanzen jeder Art auf den einzelnen Flächen berechnet und die so gefundenen Werte in Klassen zusammengefaßt. Von den unterschiedlichen Einteilungen in Dominanzklassen (z.B. TISCHLER 1949, HEYDEMANN 1964, GEILER 1956/1957) wurde folgende zur Charakterisierung der Dominanzverhältnisse herangezogen:

Tabelle 4 Bildung von Dominanzklassen

Klassenbezeichnung	Klassengrenzen	Symbol
eudominant	über 10%	 0
dominant	>5 - 10%	
subdominant	>2 - 5%	
rezedent	>1 - 2%	
subrezedent	bis 1%	

Neben diesem groben Überblick wurde für jede der Untersuchungsflächen ein Dominanzstrukturdiagramm erstellt, in dem alle Arten mit einer relativen Aktivitätsdichte größer oder gleich 1% aufgenommen wurden. Lediglich für die Carabiden der Fläche "F4" wurde die Grenze auf größer oder gleich 2% festgelegt, da sonst die Grafik unübersichtlich geworden wäre.

### Diversität und Evenness

Neben dieser Beschreibung der Artengemeinschaften erfolgte dann ein Vergleich zwischen den Befunden der einzelnen Flächen. Von den verschiedenen Maßzahlen zur Beschreibung der Diversität einer Stichprobe innerhalb eines homogenen Gebiets (Ä-Diversität) wurde der Index nach SHANNON (1963) herangezogen. Nach MAGGURRAN (1988) wird dieser Index im wesentlichen von der Abundanz der mittelhäufigen Arten beeinflusst, weswegen er sich gut für die Unterscheidungsfähigkeit zwischen Artengemeinschaften eignet. Der Diversitätsindex ( $H_s$ ) nach SHANNON berechnet sich wie folgt:

$$H_s = - \sum_{i=1}^s p_i \cdot \ln p_i$$

$$p_i = n_i / N$$

- $H_s$  Diversität bezogen auf Artenzahlen  
 $S$  Gesamtzahl der Arten  
 $p_i$  Wahrscheinlichkeit des Auftretens der Art i  
 $0,0 < p_i < 1,0$   
 $N$  Gesamtindividuenzahl  
 $n_i$  Individuenzahl der Art i

Der SHANNON-Index ist der Informationstheorie entlehnt und beschreibt den mittleren Grad der Ungewißheit, eine bestimmte Art von den  $S$  Arten bei zufälliger Probenentnahme anzutreffen. Der Diversitätswert  $H_s$  wird sowohl mit steigender Artenzahl als auch mit zunehmender Gleichverteilung der vorhandenen Individuen unter den Arten angehoben. Der Index erreicht folgende Grenzwerte: Besteht die Artengemeinschaft aus nur einer Art, dann ist die Wahrscheinlichkeit für das Antreffen dieser Art gleich 1 und  $H_s = 0$ . Die maximale Diversität wird erreicht, wenn alle Arten im gleichen quantitativen Verhältnis vorhanden sind. Bei einer Artengemeinschaft mit 1000 Arten wird  $H_s = 6,91$ . Da die Arten in der Natur nie gleichverteilt sind, erreichen reale  $H_s$ -Werte maximal 4,5. Die meisten Werte liegen im Bereich  $1,5 < H_s < 3,5$  (MÜHLENBERG 1989).

Da beim Vergleich verschiedener Flächen der Diversitätsindex allein nicht erkennen läßt, ob sein Wert aufgrund einer hohen Artenzahl mit jeweils unterschiedlicher Individuenzahl oder durch die gleichmäßige Verteilung der Individuen auf wenige Arten entstanden ist, benutzt man als Vergleichsmaß die berechnete Evenness ( $E$ ). Man setzt dazu den gefundenen Diversitätswert in Relation zum maximalen Diversitätswert, der sich bei gleicher Artenzahl, aber unter größtmöglicher Gleichverteilung der Individuen auf die vorhandenen Arten ergeben würde. Die Evenness wird deshalb auch als Ausbildungsgrad der Diversität bezeichnet. Für den SHANNON-Index liegt  $E_s$  zwischen 0 und +1.

#### Artenidentität und Dominanzidentität

Während die bislang beschriebenen Größen rein deskriptiven Charakter haben, erlauben die im folgenden dargestellten Methoden den Vergleich einzelner Untersuchungsflächen hinsichtlich bestimmter Parameter.

Ein Maß für die Ähnlichkeit zwischen zwei Artengemeinschaften stellen die JACCARD-Zahl (SOERENSEN 1948) und die RENKONEN-Zahl (RENKONEN 1938) dar.

Die JACCARD-Zahl ( $J$ ) beschreibt das Verhältnis zwischen den in zwei untersuchten Proben gemeinsam vorkommenden Arten und der Summe der in beiden Proben vorhandenen Arten. Diese Zahl beschreibt somit die Artenidentität:

$$J = \frac{G * 100}{S_a + S_b - G}$$

<b>J</b>	JACCARD-Zahl
<b>G</b>	Zahl der in beiden Gebieten gemeinsam vorkommenden Arten
<b>S<sub>a</sub></b>	Zahl der in Gebiet a vorkommenden Arten
<b>S<sub>b</sub></b>	Zahl der in Gebiet b vorkommenden Arten

Die JACCARD-Zahl bewegt sich zwischen 0 und 100, wobei höhere Werte eine größere Ähnlichkeit belegen.

Im Gegensatz zur JACCARD-Zahl, welche die Artenidentität beschreibt, wird die RENKONEN-Zahl (R) herangezogen, um die Dominanzidentität zu quantifizieren:

$$M = \frac{G}{\sum_{i=1}^n D_{ab}}$$

<b>R</b>	RENKONEN-Zahl
$\sum_{i=1}^n D_{a,b}$	Summe der jeweils kleineren Dominanzwerte der gemeinsamen Arten von zwei Standorten a und b
<b>i</b>	Art i
<b>G</b>	Zahl der gemeinsam vorkommenden Arten

Die Darstellung von JACCARD-Zahl und RENKONEN-Zahl erfolgte jeweils in einer 5x5-Felder-Tafel für die fünf Untersuchungsflächen. Der Diskussion dieser Diagramme sollen drei methodische Überlegungen vorangestellt werden:

Erstens werden üblicherweise bei der Darstellung der Werte die Felder auf der Diagonalen von links oben nach rechts unten frei gelassen oder mit einem Strich versehen, da es sich von selbst versteht, daß sowohl die Dominanzidentität als auch die Artenidentität zwischen zwei gleichen Untersuchungsflächen 100% betragen muß. Da aber über die zunehmend dichteren Flächensignaturen eine ebenfalls zunehmende Übereinstimmung dargestellt werden soll, ist es nur konsequent, die Felder mit maximaler Übereinstimmung auch in der maximal dichten Signatur, nämlich schwarz, darzustellen.



Zweitens muß bei der Betrachtung der Diagramme die unterschiedliche Klasseneinteilung berücksichtigt werden. Zum einen wird durch die RENKONEN-Zahl ein anderer Sachverhalt dargestellt als durch die JACCARD-Zahl, so daß sich die Klasseneinteilungen auf den beiden Achsen des Diagramms nicht entsprechen müssen, auf der anderen Seite wurde für die drei Gruppen (Heuschrecken, Laufkäfer und Spinnen) jeweils eine andere Klasseneinteilung gewählt, um die unterschiedlichen Ergebnisse optimal darzustellen.

Drittens zeigen die Klassengrenzen aus dem gleichen Grund keine äquidistanten Unterschiede. Die Klassengrenzen wurden möglichst sinnvoll und annähernd so gewählt, daß sie gleiche Größenordnungen repräsentieren. Wo aber beispielsweise die geringste Übereinstimmung schon größer als 50% ist, wurde auf die Klassen zwischen 0% und 50% in der Darstellung verzichtet.

### Ähnlichkeitsdendrogramm

Über eine ungewichtete Average-Cluster-Analyse (SNEATH & SOKAL 1973) läßt sich die faunistische Ähnlichkeit quantifizieren und in einem Ähnlichkeitsdendrogramm darstellen. Dieses Verfahren wurde mit den Artenidentitäten nach RENKONEN durchgeführt.

#### **4.2.1 Heuschrecken**

Zum standardisierten Fang der Heuschrecken wurde ein Isolationsquadrat verwendet (GREIN & IHSEN 1980). Üblicherweise setzt man Isolationsquadrate mit 2 mal 2 m Grundfläche ein. Diese Quadrate müssen jedoch von mindestens zwei, besser vier Personen auf der Untersuchungsfläche plaziert werden. Um den Käfig allein und schnell im Gelände aufstellen zu können, wurde er mit einer Grundfläche von 1 mal 1 m und einer Höhe von 80 cm angefertigt. Die geringere Grundfläche läßt sich durch eine entsprechend größere Anzahl von untersuchten Quadraten ausgleichen. Darüber hinaus läßt sich auf diese Weise das Fanggerät ohne größere Störung im Gelände plazieren. Die Aufstellung des vier Quadratmeter großen Käfigs ist regelmäßig mit Erschütterungen verbunden, die bei manchen Arten Fluchtverhalten auslösen.

Die Seitenwände des Käfigs sind mit feiner Gaze bespannt, die nach unten 20 cm über den unteren Rand hängt. So wird verhindert, daß Heuschrecken bei un-

ebener Bodenoberfläche unter den Seitenwänden entkommen können oder von außen in die Aufnahmefläche hineinlaufen. In den Ecken sind die Seitenwände jeweils oben und unten mit Schloßschrauben und Flügelmutter verschraubt. Auf diese Weise kann das Gerät zum Transportieren schnell auf- und abgebaut werden. Zum Fangen wird der Käfig schnell und möglichst ohne die Heuschrecken vorher schon aufzutreiben über eine festgelegte Probestfläche gestellt. Die Tiere können dann innerhalb der Aufnahmefläche abgesammelt werden. Mit einem Zeigestock werden die Heuschrecken vorsichtig aufgescheucht. Sie springen dann in der Regel an eine der Gazewände, an der sie ergriffen werden können. Vorsicht ist bei besonders hohem Gras geboten, da einzelne Individuen hier den Käfig mit einem Sprung verlassen können. Besonders exponiert sitzende Heuschrecken sollten deshalb in diesem Fall zuerst ergriffen werden.

Im August und September 1993 wurden auf allen 5 Flächen an 4 Terminen zufällig jeweils 8 Isolationsquadrate plaziert, insgesamt also jeweils 32 pro Wiese. Bei einer ähnlichen Untersuchung erreichte REISE (1970) die maximale Artenzahl auf vergleichbaren Standorten mit drei Quadraten von vier Quadratmetern Grundfläche. Die Aufnahmen fanden bei sonnigem Wetter (mindestens 25 °C) zwischen 12.00 Uhr und 18.00 Uhr statt. Während der 15-minütigen Suchzeit sind in den ersten zehn Minuten lediglich alle Feldheuschrecken von der Gazewand des Käfigs abgesammelt worden. Erst in den verbleibenden fünf Minuten wurde die Vegetation intensiv abgesucht. Die Tiere wurden bestimmt und bis zum Ende der Aufnahmeperiode in einem Gazekäfig aufbewahrt, um eine Doppelerfassung zu vermeiden. Soweit Exemplare im Gelände nicht sicher determiniert werden konnten, wurden sie lebendig und einzeln in Schnapdeckelgläschen zur Bestimmung mitgenommen und anschließend wieder im Habitat freigelassen. Die Tiere zu töten und in Alkohol aufzubewahren hat sich nicht bewährt, da sich die Tiere sehr bald einheitlich rot verfärbten. Die Bestimmung erfolgte anhand morphologischer Merkmale (BELLMANN 1985, GREIN & IHSEN 1989, STRESEMANN 1986). Zur Erleichterung diente eine qualitative Aufnahme durch Verhören vor den eigentlichen Arbeiten, so daß das Arteninventar bekannt war. Beim Erlernen der Heuschreckengesänge leistete eine Schallplatte (NIEDERSÄCH-SISCHES LANDESVERWALTUNGSAMT, keine Jahresangabe) gute Dienste. An dieser Stelle sei auch DR. HEIKO BELLMANN gedankt, der freundlicherweise eine Kopie seines Tonbandes über die Gesänge der heimischen Heuschrecken zur Verfügung stellte. Neben den Isolationsquadratfängen fanden sich auch eine Reihe von Heuschrecken als Beifänge in den Barberfallen (siehe 4.2.2). Diese Exemplare wurden gesondert bestimmt und aufgelistet.

#### 4.2.2 Laufkäfer

Die Laufkäferfauna wurde wie die Spinnenfauna (siehe 4.2.3) durch die Auswertung von Barberfallen erarbeitet. Barberfallen (BARBER 1931), auch Bodenfallen genannt, eignen sich zum Fang epigäischer Kleintiere. Ein Glas wird mit seinem oberen Rand ebenerdig eingegraben. Auf der Erdoberfläche herum laufende Kleintiere fallen in das Glas und sind gefangen. Der Öffnungsdurchmesser der verwendeten Gläser (Marmeladengläser) betrug 7 cm. Die Gläser verengten sich nach oben leicht und verhinderten so das Entkommen gefangener Tiere. Die Fallen standen in einem Zylinder aus Drainagerohr, der in den Boden eingegraben war. Eine Manschette aus Kunststoff überbrückte den Spalt zwischen Zylinder und Glas. Diese Manschette war mit Sand beklebt und wurde intensiv in Erdreich gerieben. Nach einer Bewitterungsphase von zwei Monaten wurden die Fallen erstmals eingesetzt. Durch diese Vorbereitung sollte eine Beeinflussung der Fangergebnisse durch eine unterschiedliche Sensitivität einzelner Arten gegenüber einer solchen Manschette reduziert werden. Soweit diese Beeinflussung nicht ganz ausgeschlossen werden konnte, beeinträchtigt dies trotzdem nicht die Vergleichbarkeit der Fangergebnisse zwischen den einzelnen Untersuchungsflächen, da sich dieser Effekt auf allen Flächen gleichsinnig bemerkbar machen würde. Auf Wetterschutzabdeckungen wurde vollkommen verzichtet, um das Mikroklima nicht zu beeinflussen. In die Gläser gefallenes Laub oder Streu wurde auf regelmäßigen Kontrollgängen entfernt, nach starken Regenfällen wurde die Fangflüssigkeit erneuert. Unter den möglichen Fangflüssigkeiten wie Äthylenglycol (TRETZEL 1955, GERKEN 1981, BARBER 1931), gesättigte Salzlösung (BERNHARDT & VOIGT 1983), Pikrinsäure (ADIS 1974), Formalin (HEYDEMANN 1956, 1964) und Mischungen aus Äthanol mit Essigsäure (RENNER 1980) fiel die Wahl auf eine 4-prozentige Formalinlösung, die bis zur Hälfte in die Gläser eingefüllt und mit einigen Tropfen eines geruchlosen Entspannungsmittels (Agepon) versetzt wurde. Formalin ist zum einen preisgünstig, zum anderen erlaubt der Einsatz dieser Fangflüssigkeit den Vergleich der Ergebnisse mit zahlreichen anderen Arbeiten, in denen ebenfalls Formalin zum Einsatz kam. Pro Untersuchungsfläche wurden acht Barberfallen mit einem Abstand von 10 m zwischen den Fallen und mindestens 20 m vom Rand der Untersuchungsfläche aufgestellt. Die Fallen waren pro Monat jeweils zwei Wochen exponiert. BARNDT (1976) konnte mit acht Fallen in einem vergleichbaren Habitat das gesamte Carabidenspektrum erfassen; bei einer Erhöhung der Fallenzahl läßt sich die Zahl der Arten allerdings noch leicht steigern.

Die Kurve zwischen Zahl der exponierten Fallen und Anzahl der erfaßten Arten zeigt zwischen acht und zehn Fallen im homogenen Grünland zwar eine Sättigung, doch wird die Steigung nicht exakt gleich Null. Artenbestimmung und Nomenklatur richten sich nach FREUDE (1976).

#### 4.2.3 Spinnen

Die Spinnen wurden mit den gleichen Barberfallen erfaßt wie die Laufkäfer. Die Artenbestimmung und die Nomenklatur richten sich nach PLATNIK (1993).

#### 4.2.4 Sonstige

Wie schon unter 4.2.1 angesprochen, wurden die in den Barberfallen gefangenen Heuschrecken gesondert erfaßt und ausgewertet.

Darüber hinaus sind in den Barberfallen eine Reihe von Spitz- und Wühlmäusen sowie Kröten und Frösche gefangen worden. KOSTYRA (1994) hat die Barberfalle derart modifiziert, daß das ungewollte Fangen von Kleinsäufern und anderen Vertebraten vermieden werden kann. Leider war diese Methode zu Beginn der Arbeiten unbekannt, so daß sie nicht angewendet werden konnte.

### 4.3 Ergebnisse

#### 4.3.1 Heuschrecken

Die folgenden Tabellen (Tab. 11 und 12) geben die absoluten Individuenzahlen aus den 32 Isolationsquadraten pro Untersuchungsfläche und die um die zerstörten Fallen bereinigten Individuenzahlen aus den Barberfallenuntersuchungen wieder. Als eine Folge der Phänologie der Heuschrecken kommen hier lediglich zwei Leerungszeiträume zur Auswertung (während der übrigen Leerungen fanden sich weder Larven noch Adulte in den Fallen). Bei der Septemberleerung war je eine Falle der Flächen "F4" und "F15" zerstört, so daß die Stichprobe dort nur sieben Fallen umfaßt. Um auf der Basis gleicher Stichprobengrößen zu arbeiten, wurden deshalb von den übrigen Flächen jeweils sieben Fallen aus den vorhandenen acht zufällig ausgewählt und nur deren Fang zur Auswertung herangezogen. Da die Bestimmung subadulter Stadien nicht für alle Arten zweifelsfrei möglich war, wurde auf eine Zuordnung der Larven zu den einzelnen Spezies verzichtet.

Tabelle 11: Absolute Individuenzahlen und relative Häufigkeit der Heuschrecken aus 32 Isolationsquadraten

Fläche	FK	F1	F4	F7	F15
Häufigkeit	abs. rel.	abs. rel.	abs. rel.	abs. rel.	abs. rel.
<i>Mecostethus grossus</i>	19 36%	4 36%	2 17%	4 14%	3 33%
<i>Ch. montanus</i>	17 33%	4 36%	4 33%	19 68%	4 45%
<i>Ch. parallelus</i>	13 25%	3 28%	1 8%	5 18%	- 0%
<i>Ch. dorsatus</i>	3 6%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%
<i>Ch. albomarginatus</i>	- 0%	- 0%	2 17%	- 0%	2 22%
<i>Ch. biguttulus</i>	- 0%	- 0%	2 17%	- 0%	- 0%
<i>Methoptera roeseli</i>	- 0%	- 0%	1 8%	- 0%	- 0%
Summe	52 100%	11 100%	12 100%	28 100%	9 100%
Artenzahl	4	3	6	3	3
Individuen/qm	1,63	0,34	0,38	0,88	0,28

Tabelle 12: Absolute auf gleiche Stichprobengröße bereinigte Individuenzahlen und relative Dichte der Heuschrecken aus den Barberfallenversuchungen.

Fläche	FK	F1	F4	F7	F15
Häufigkeit	abs. rel.	abs. rel.	abs. rel.	abs. rel.	abs. rel.
<i>Mecostethus grossus</i>	5 19%	1 17%	- 0%	5 38%	4 40%
<i>Ch. montanus</i>	12 44%	1 17%	- 0%	7 54%	2 20%
<i>Ch. parallelus</i>	10 37%	4 66%	4 80%	1 8%	- 0%
<i>Ch. albomarginatus</i>	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	4 40%
<i>Tetrix undulata</i>	- 0%	- 0%	1 20%	- 0%	- 0%
Summe	27 100%	6 100%	5 100%	13 100%	10 100%
Artenzahl	3	3	2	3	3
Aktivitätsdichte	64,3	14,3	11,9	31,0	23,8
Subadulte	29	43	1	25	4

Bei der geringen Artenzahl der *Saltatoria* können die Dominanzverhältnisse leicht aus den Tabellen direkt abgelesen werden. Aus dem gleichen Grund wurden zur Berechnung von Diversität, Evenness, JACCARD-Zahl und RENKONEN-Zahl die Ergebnisse aus den Isolationsquadraten und den Barberfallen gepoolt. In der nachstehenden Tabelle sind Diversität und Evenness (Tab. 13) sowie in Abbildung 25 JACCARD-Zahl und RENKONEN-Zahl für die fünf untersuchten Flächen dargestellt; das Ähnlichkeitsdendrogramm (Abb. 26) wurde auf der Basis einer Average-Cluster-Analyse mit den Dominanzidentitäten erstellt. In der Tabelle und den Diagrammen zeigt sich die größte Übereinstimmung zwischen den Flächen "F1" und "FK".

Abbildung 13

Diversität und Evenness der Heuschreckengemeinschaften aller Untersuchungsflächen

Größe	FK	F1	F4	F7	F15
Diversität	1,213	1,085	1,663	0,903	1,096
Evenness	0,875	0,998	0,928	0,822	0,998

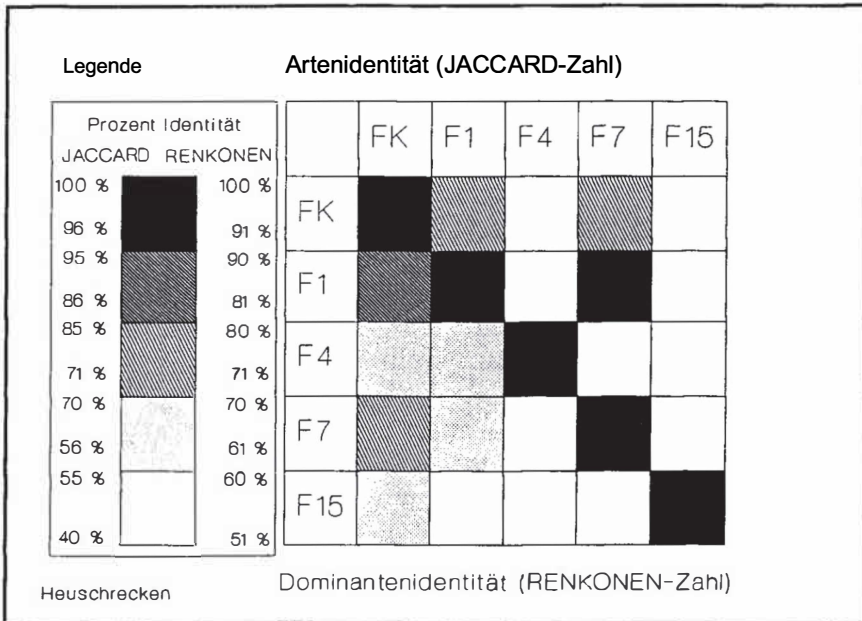
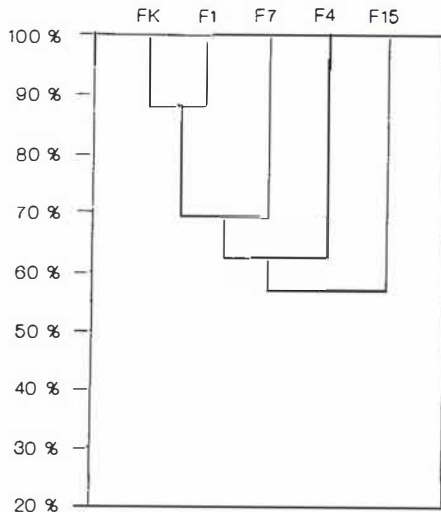


Abbildung 25 Artenidentität (JACCARD-Zahl) und Dominanzidentität (RENKONEN-Zahl) der Heuschreckengemeinschaften aller Untersuchungsflächen

Ähnlichkeitsdendrogramm der Heuschreckengemeinschaften



Übereinstimmung in Prozent

**Abbildung 2fr**

Ähnlichkeitsdendrogramm auf der Basis einer Average-Cluster-Analyse mit den Dominanzidentitäten der Heuschreckengemeinschaften aller Untersuchungsflächen

**4.3.2 Laufkäfer**

Die Carabidenfänge aus den Barberfallen sind in den folgenden Tabellen (Tab. 14, Tab. 15) dargestellt. Die Symbole für die Dominanzklassen können aus Tabelle 10 entnommen werden, die Einteilung in Größenklassen richtet sich nach Tabelle 9 (4.2). In der Nomenklatur wird TRAUTNER (1992) gefolgt.

**Tabelle 14:** Artenliste der Carabidenfänge mit Angaben über die Aktivitätsdichte der Arten auf allen Untersuchungsflächen sowie deren Körpergröße. Die Größenangaben sind FREUDE (1976) entnommen (Seite 108).

**Tabelle 15:** Darstellung der Dominanzverhältnisse innerhalb der Carabidenzönose mit Angaben über die Flugfähigkeit sowie die Habitatpräferenz der einzelnen Arten. Die Angaben über Flug- und Verbreitungsfähigkeit und die Biotoppräferenz sind FREUDE (1976), BARNDT et al. (1991) und LINDROTH (1945, 1949) entnommen. Dabei bedeuten: m = macropter (potentiell flugfähig); b = brachypter; d = dimorph/polymorph (macroptere Populationen potentiell flugfähig). Bei fehlendem Eintraa konnte keine Literaturangabe gefunden werden. Die Abkürzungen für die Biotoppräferenz bedeuten: e = eurytop, s = stenotop, W = Wald, G = Grünland, F = Feld, U = Ufer, h = hygrophil und x = xerophil sko = skotophil (in Höhlen, Kleintierbauten, Kellern etc.).(Seite 112).

Tabelle 14: Artenliste der Carabidenfänge mit Angaben über die Aktivitätsdichte

Art	GK	FK:	F1	F4	F7	F15
<i>Abax parallelepipedus</i>	4	-	-	-	1	-
(PILLER & MITTERPACHER)						
<i>Agonum mülleri</i> (HERBST)	3	-	-	32	40	109
<i>Amara aenea</i> (DEGEER)	3	1	1	32	5	18
<i>A. communis</i> (PANZER)	3	78	38	39	52	1
<i>A. eurynota</i> (PANZER)	4	-	-	1	-	-
<i>A. famillaris</i> (DUFTSCHMID)	3	3	8	50	30	2
<i>A. lunicollis</i> SCHIÖDTE	3	5	21	-	-	-
<i>A. ovata</i> (FABRICIUS)	3	-	2	-	-	-
<i>A. plebeja</i> (GYLLENHAL)	3	-	1	2	-	1
<i>A. similata</i> (GYLLENHAL)	3	-	-	-	2	3
<i>Anisodactylus binotatus</i> (FABRICIUS)	4	3	-	-	-	-
<i>Badister meridionalis</i> Pu EL	3	-	-	-	-	1
<i>Bembidion lunulatum</i> (FOURCROY)	2	-	-	8	-	-
<i>B. gilvipes</i> STURM	2	3	1	-	1	-
<i>B. guttula</i> (FABRICIUS)	2	-	4	4	1	-
<i>B. lampros</i> (HERBST)	2	-	-	81	34	3
<i>B. obtusum</i> SERVILLE	2	-	-	1	-	-
<i>B. properans</i> STEPHENS	2	-	-	12	277	661
<i>Carabus granulatus</i> LINNE	6	5	1	-	-	-
<i>C. nemoralis</i> MÜLLER	6	-	-	-	1	-
<i>Chalatus melanocephalus</i> (LINNE)	3	-	-	1	6	-
<i>Ch. fusciceps</i> (GOEZE)	3	1	-	10	-	11
<i>Clivina collaris</i> (HERBST)	2	11	1	8	2	9
<i>C. fossor</i> (LINNE)	3	5	38	72	90	116
<i>Dyschirius globosus</i> (HERBST)	2	3	12	25	15	1
<i>Harpalus affinis</i> (SCHRANK)	4	-	-	-	-	2
<i>H. latus</i> (LINNE)	4	-	-	1	-	-
<i>H. quadripunctatus</i> DEJEAN	4	-	-	-	1	-
<i>P. rufipes</i> (DE GEER)	4	-	-	-	-	2
<i>Lasiotrechus discus</i> (FABRICIUS)	3	-	-	-	-	1
<i>Lonicera pilicornis</i> (FABRICIUS)	4	-	4	95	26	7
<i>Microlestes minutulus</i> (GOEZE)	2	-	-	-	-	1
<i>Nebria brevicollis</i> (FABRICIUS)	4	-	14	331	380	14
<i>Patrobis artrorufus</i> (STROEM)	3	-	-	-	1	-
<i>Platynus dorsalis</i> (PONTOPPIDAN)	3	-	-	1	-	-
<i>Poecilus versicolor</i> (STRURM)	4	1043	1210	107	2875	524
<i>Poe. cupreus</i> (LINNE)	4	53	73	19	214	374
<i>Pterostichus anthracinus</i> (ILLIGER)	4	19	10	1	9	-
<i>Pt. diligens</i> (STURM)	2	-	-	1	-	-
<i>Pt. macer</i> (MARSHAM)	4	-	-	-	3	-
<i>Pt. melanarius</i> (ILLIGER)	5	7	14	81	730	523
<i>Pt. rhaeticus</i> HEER	3	3	2	2	-	-
<i>Pt. vernalis</i> (PANZER)	3	2	4	29	28	55
<i>Stomis pumicatus</i> (PANZER)	3	-	-	-	-	-
<i>Synuchus vivalis</i> (ILLIGER)	3	-	-	1	-	-
<i>Trechus quadristriatus</i> (SCHRANK)	2	-	-	16	14	13
<i>T. secalis</i> (PAYKULL)	2	-	-	-	1	-



Tabelle 15: Darstellung der Dominanzverhältnisse innerhalb der Carabidenzönose

Art	Flügel	Habitat	FK F1 F4 F7 F15
<i>Abax parallelepipedus</i> (PILLER & MITTERPACHER)	b	(h),e,W	- - - 0 -
<i>Agonum mülleri</i> (HERBST)	m	e,G,h	- - 0 0 0
<i>Amara aenea</i> (DEGEER)	m	(x)	0 0 0 0 0
<i>A. communis</i> (PANZER)	m	G,(F)	©00 0 0
<i>A. eurynota</i> (PANZER)	m	(x)	- - 0 - -
<i>A. ZainrZaris</i> (DUFTSCHMID)	m	F,G	0 0 0 - 0 0
<i>A. lunicollis</i> SCHIÖDTE	m	e,F,G	0 0 - - -
<i>A. ovata</i> (FABRICIUS)	m	(h),(w)	- 0 - - -
<i>A. plebeja</i> (GYLLENHAL)	m	e,U,h	- 0 0 - 0
<i>A. similata</i> (GYLLENHAL)	m	(h)	- - - 0 0
<i>Anisodactylus binotatus</i> (FABRICIUS)	m	e,G,F	0 - - - -
<i>Badister meridionalis</i> PUEL	m	h	- - - - 0
<i>Bembidion gilvipes</i> STURM	d	h	- - 0 0 -
<i>B. guttula</i> (FABRICIUS)	d	h,G	- - 0 0 0 -
<i>B. Tampros</i> (HERBST)	d	(x),e,G	- - 0 0 0
<i>B. lunulatum</i> (FOURCROY)	m	h	- - 0 - -
<i>B. obtusum</i> SERVILLE	d	(x)G	- - 0 - ©
<i>B. properans</i> STEPHENS	d	(x)e	- - - - ©
<i>Chalatus fusciceps</i> (GOEZE)	d	(x)e	- - 0 - 0
<i>Cb. melanocephalus</i> (LINNE)	d	(x)	- - 0 0 -
<i>Carabus granulatus</i> LINNE	d	e,G,(F)	0 0 - - -
<i>C. nemoralis</i> MÜLLER	b	e,W,(F)	- - - 0 -
<i>Cilivina coli ans</i> (HERBST)	m	h	0 0 0 0 0
<i>C. fossor</i> (LINNE)	d	F,G,h	0 0 © 0 0
<i>Dyschirius globosus</i> (HERBST)	d	W,h	0 0 0 - 0 0
<i>Harpalus arvensis</i> (SCHRANK)	m	(x)	- - - - 0
<i>H. latus</i> (LINNE)	m	(h)	- - 0 - -
<i>H. quatripunctatus</i> DEJEAN	m	(h)	- - - 0 -
<i>Pseudoophonus rufipes</i> (DE GEER)	m	e,W,F,G	- - - - 0
<i>Lasiotrechus discus</i> (FABRICIUS)	m	sko	- - - - 0
<i>Lonicera pilicornis</i> (FABRICIUS)	m	e,F,G	- 0 © 0 0
<i>Microlestes minutulus</i> (GOEZE)	m	(x)	- - - - 0
<i>Nebria brevicollis</i> (FABRICIUS)	m	e,W,G,F	- 0 0 0 0
<i>Patrobus artrorufus</i> (STROEM)	d	F,W	- - - 0 -
<i>Platynus dorsalis</i> (PONTOPPIDAN)	m	(x)	- - 0 - -
<i>Poecilus cupreus</i> (LINNE)	m	s,F,G,h	0 0 0 - 0 0
<i>Poe. versicolor</i> (STRURM)	m	e,F,G,h	0 0 © 0 0
<i>Pterostichus anthracinus</i> (ILLIGER)	d	G,U	0 0 0 0 -
<i>Pt. diligens</i> (STURM)	d	h	- - 0 - -
<i>Pt. macer</i> (MARSHAM)	b	(x)	- - - 0 -
<i>Pt. melanarius</i> (ILLIGER)	d	e	0 0 © - -
<i>Pt. rhaeticus</i> HEER	m	e,U,G,h	0 0 0 - -
<i>Pt. vemalis</i> (PANZER)	d	e,G,h	0 0 0 - 0
<i>Stornis pumicatus</i> (PANZER)	b	F,G	- - 0 - -
<i>Synuchus nivalis</i> (PANZER)	d	F,G	- - 0 - -
<i>Trechus quadristriatus</i> (SCHRANK)	m	(x)	- - - 0 0
<i>T. secalz's</i> (PAYKULL)	b	h,(w)	- - - 0 -

### Geschützte, seltene Arten

Unter den Carabiden befinden sich mit den Arten der Gattung *Carabus* Tiere, die nach der Bundesartenschutzverordnung (BArtSchV) geschützt sind. Für Hessen selbst liegt bislang keine Rote Liste der Laufkäfer vor. Aus diesem Grund wurde auf die entsprechenden Listen der benachbarten Bundesländer und der Bundesrepublik Deutschland (GEISER 1984) zurückgegriffen. Dabei ist die Liste von Baden-Württemberg (TRAUTNER 1992) von untergeordneter Bedeutung verglichen mit den Listen der Länder Thüringen (HARTMANN 1993) und Bayern (LORENZ 1992), da diese Länder Anteil am Naturraum Rhön haben.

*Amara lunicollis* und *Microlestes minutulus* gelten in Thüringen als gefährdet, sind aber in Hessen (MALTEN, mündl. Mitt.) nicht gefährdet. *Lasiotrechus discus* gilt in Thüringen ebenfalls als gefährdet. Auf allen zitierten Listen wird *Pterostichus macer* ebenfalls als gefährdet eingestuft. *Bembidion gilvipes* ist h ganz Baden-Württemberg und in einigen Regionen Bayerns gefährdet.

*Badister meridionalis* ist zwar auf keiner der genannten Roten Listen aufgeführt, stellt aber nach mündlicher Mitteilung von MALTEN für die hessische Rhön eine Rarität dar. Leider ist das Belegexemplar verschollen, so daß diese Meldung nicht überprüft werden kann. Der in Baden-Württemberg gefährdete *Pterostichus rhaeticus* ist äußerlich nicht von der häufigen Art *Pt. nigrita* zu unterscheiden. Die drei gefangenen Exemplare konnten aufgrund einer Genital-Präparation von MALTEN eindeutig bestimmt werden.

Die folgenden fünf Abbildungen (Abb. 27 - 31) zeigen die Dominanzstruktur auf Grundlage der häufigsten Arten auf den fünf untersuchten Flächen.

In der nachstehenden Tabelle (Tab. 16) sind die wichtigsten Kenngrößen der Laufkäfergemeinschaften sowie in Abbildung 32 JACCARD-Zahl und RENKONEN-Zahl für die fünf untersuchten Flächen dargestellt; das Ähnlichkeitsdendrogramm (Abb. 33) wurde auf der Basis einer Average-Cluster-Analyse mit den Dominanzidentitäten erstellt.

### Dominanzstruktur der Carabiden Fläche 'FK'

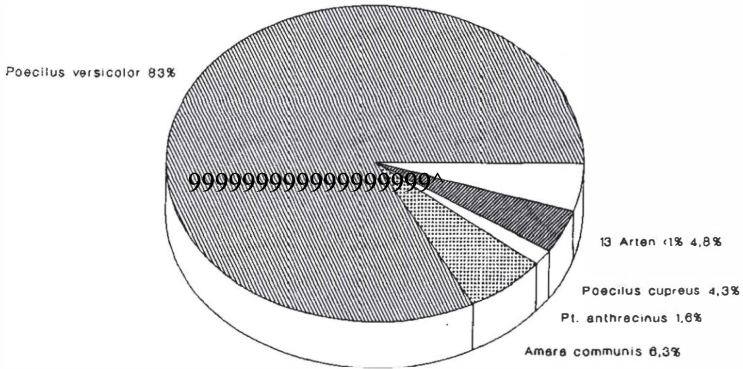


Abbildung 27: Dominanzstruktur der Laufkäfergemeinschaft der Fläche TK\*.

### Dominanzstruktur der Carabiden Fläche 'F1'

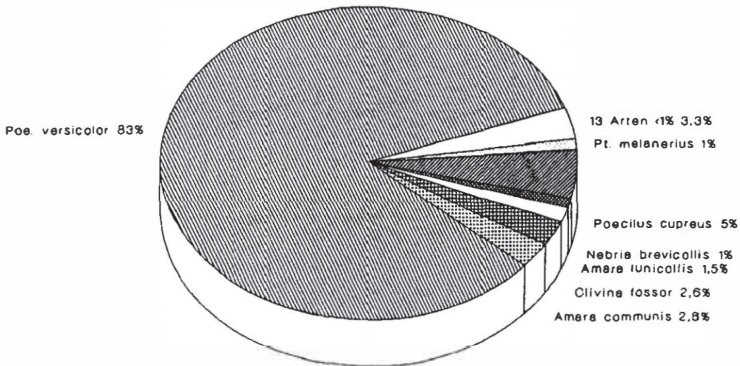


Abbildung 28: Dominanzstruktur der Laufkäfergemeinschaft der Fläche 'F1'

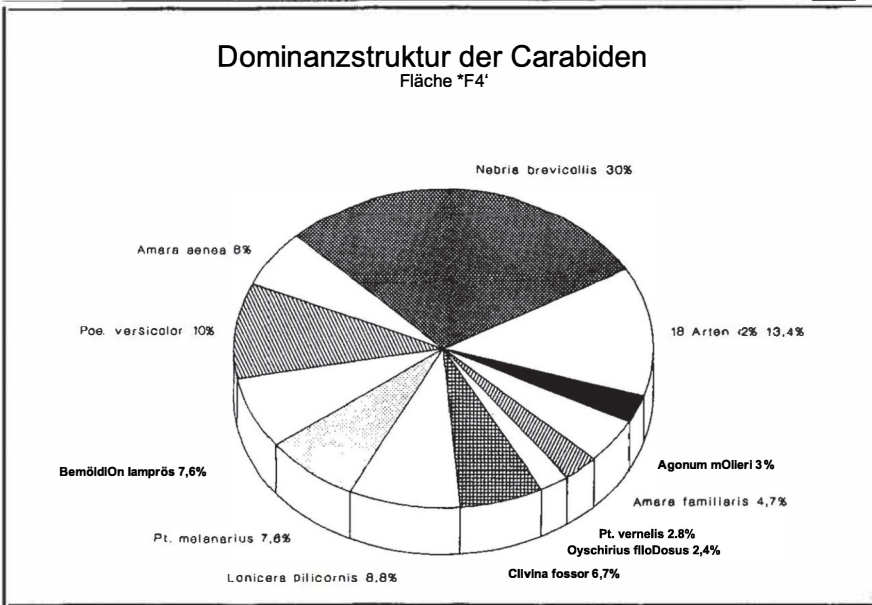


Abbildung 29: Dominanzstruktur der Laufkäfergemeinschaft der Fläche "F4".

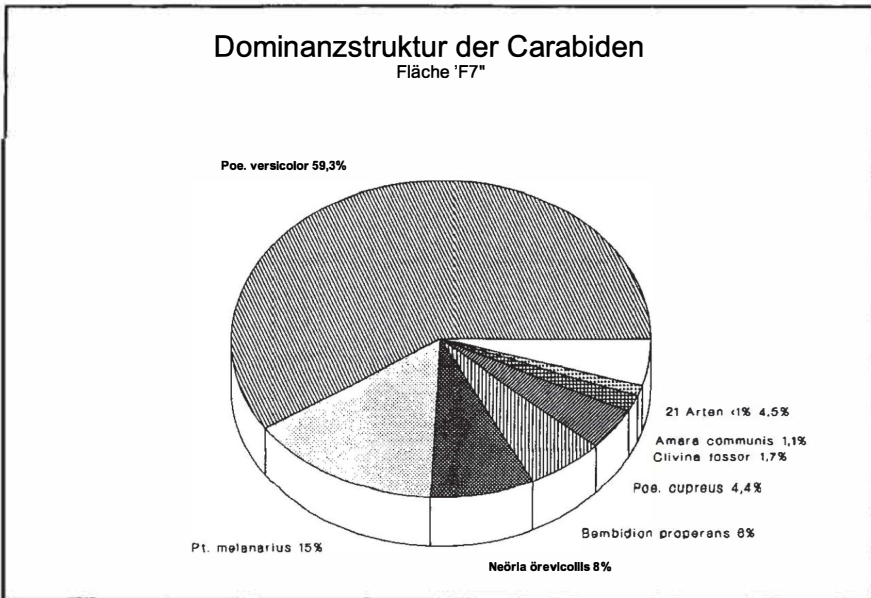


Abbildung 30: Dominanzstruktur der Laufkäfergemeinschaft der Fläche "F7".

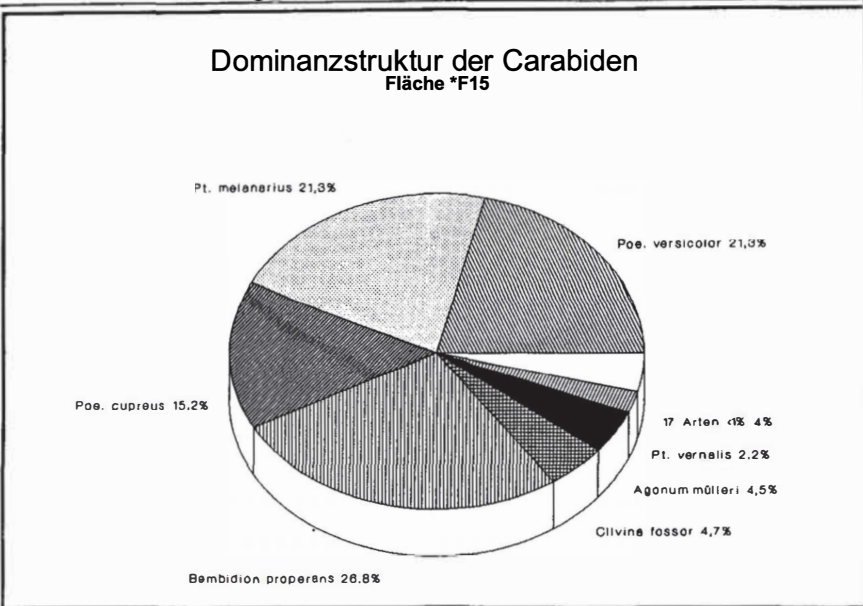


Abbildung 31: Dominanzstruktur der Laufkäfergemeinschaft der Fläche "F15".

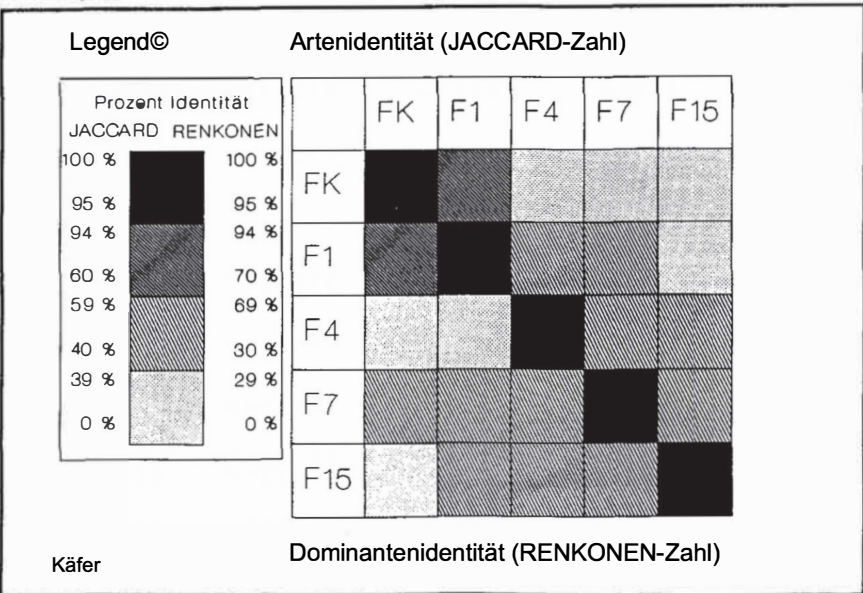
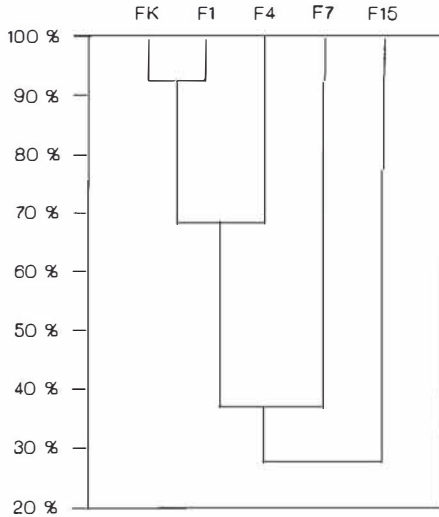


Abbildung 32: Artenidentität (JACCARD-Zahl) und Dominanzidentität (RENKONEN-Zahl) der Laufkäfergemeinschaften aller Untersuchungsflächen

### Ähnlichkeitsdendrogramm der Laufkäfergemeinschaften



Übereinstimmung in Prozent

#### **Aufgabe 33:**

Ähnlichkeitsdendrogramm auf der Basis einer Average-Cluster-Analyse mit den Dominanzidentitäten der Laufkäfergemeinschaften aller Untersuchungsflächen

**Tabelle 16:**

Die wichtigsten Kenngrößen und Indizes der Laufkäfergemeinschaften aller Untersuchungsflächen

Größe	FK	F1	F4	F7	F15
Artenzahl	17	20	30	27	24
Aktivitätsdichte	1256	1466	1676	4852	2463
Diversität	0,794	0,860	2,477	1,480	1,891
Evenness	0,280	0,287	0,728	0,444	0,595

### 4.3.3 Spinnen

Analog zur Darstellung der Ergebnisse der Laufkäferfänge werden die Befunde für die Spinnen dargestellt. Die Nomenklatur richtet sich nach PLATNIK (1993). Diesem Werk sind auch die Größenangaben entnommen.

#### Gaschützte. seltene Auen

Da für Hessen bislang keine Rote Liste der Spinnen vorliegt, konnten lediglich die Angaben der Listen für die Nachbarländer herangezogen werden. Keine der nachgewiesenen Spinnenarten wird von der Roten Liste der Bundesrepublik Deutschland (HARMS 1984) oder den Ländern Baden-Württemberg (HARMS 1986), Bayern (BLICK et al. 1992) und Thüringen (MALT & SANDER 1993) als gefährdet eingestuft.

In der nachfolgenden Liste (Tab. 18) sind Angaben zu den Dominanzverhältnissen innerhalb der Spinnenzönose mit Angaben über die ökologischen Typen, die Aktivitätstypen sowie die Habitate bzw. die besiedelten Strata zusammengestellt. Die Angaben sind PLATEN et al. (1991) entnommen. Die Symbole für die Dominanzklasse sind in Tabelle 10 (4.2) erläutert.

Nächste Seiten:

labsUö-IZ;	Artenliste (Seite 120) der Spinnenfänge mit Angaben über die Aktivitätsdichte der Arten auf den Untersuchungsflächen sowie eine Zuordnung nach den Größenklassen (GK) aus Tabelle 9.
Tabelle, lä	Dominanzverhältnisse (Seite 121) innerhalb der Spinnenzönose sowie Angaben zur Ökologie. Dabei bedeuten nach PLATEN et al. (1991) bei den Ökotypen eu = eurytop; h = hygrophil; x = xerophil; th = thermophil; w = euryöke Waldart; syn = synanthrop; sko = skotophil (in Höhlen, Kleintierbauten, Kellern etc.). Bei den Aktivitätstypen entspricht II = vom Frühling bis zum Spätherbst aktive, reife Tiere; IV = 2 Aktivitätsmaxima im Frühjahr und Herbst; V = 2 Aktivitätsmaxima im Sommer und im Winter; VI = nur die Männchen sind stenochron; VII = Aktivitätszeit Juni bis September; VIIa = Aktivitätszeit März bis Juni; VIIb = Aktivitätszeit September bis Oktober.

Tabelle 17: Artenliste der Spinnenfänge

Arten	GK	FK	F1	F4	F7	F15
<i>Aculepeira ceropegia</i> (WALCKENAER)	4	1	-	-	1	-
<i>Alopecosa cuneata</i> (CLERCK)	3	-	-	-	-	5
<i>A. pulverulenta</i> (CLERCK)	3	128	9	1	26	2
<i>Pardosa agrestis</i> (WESTRING)	3	-	1	-	-	-
<i>Pa. amenata</i> (CLERCK)	3	373	17	61	340	40
<i>Pa. lugubris</i> -Komplex	3	-	-	-	-	1
<i>Pa. palustris</i> (LINNAEUS)	3	2129	3542	888	2083	1441
<i>Pa. pullata</i> (CLERCK)	3	192	81	23	153	28
<i>Pi rata</i> ZaWans( BLACKWALL)	2	11	1	4	3	1
<i>Pi. piraticus</i> (CLERCK)	3	83	6	-	3	-
<i>Trochosa ruficola</i> (DEGEER)	4	13	5	19	-	53
<i>T. sinipalpis</i> (O.P.-CAMBRIDGE)	4	1	-	4	-	-
<i>T. terricola</i> THORELL	4	1	-	-	5	1
<i>Xerolycosa cf. nemoralis</i> (WESTRING)	3	-	-	-	1	-
<i>Pisaura mirabilis</i> (CLERCK)	4	-	-	-	1	-
<i>Drassyllus pusillus</i> (C.L. KOCH)	5	-	-	-	-	1
<i>Phrurolithus festivus</i> (C.L. KOCH)	2	-	-	-	-	1
<i>Coelotes terrestris</i> (WIDER)	3	-	-	-	3	1
<i>Cicurina c/cur</i> (FABRICIUS)	2	-	-	1	-	-
<i>Antistea elegans</i> (BLACKWALL)	2	-	-	-	1	-
<i>Tegenaria atrica</i> (C.L. KOCH)	2	-	-	-	2	1
<i>Zora cf., spinimana</i> (SUNDEVALL)	2	-	1	-	-	-
<i>Harpactea rubicunda</i> (C.L. KOCH)	4	-	-	-	-	1
<i>Ero furcata</i> (VILLERS)	2	-	1	-	-	-
<i>Araeoncus A?L/7777/S</i> (BLACK WALL)	1	1	-	1	-	5
<i>Bathyphantes gracilis</i> (BLACKWALL)	2	1	1	-	-	2
<i>B. parvulus</i> (VASTRING)	2	-	-	-	2	-
<i>Ceratinelia brevipes</i> (WESTRING)	1	1	-	-	-	-
<i>Dicymbium nigrum brevisetosum</i> LOCKET	2	68	38	6	3	-
<i>Erigone atra</i> (BLACKWALL)	2	145	269	607	289	438
<i>E. dentipalpis</i> (WIDER)	2	81	84	740	479	560
<i>Lephtyphantes insignis</i> O.P.-CAMBRIDGE	2	-	-	6	1	1
<i>L. tenuis</i> (BLACKWALL)	2	1	-	2	-	-
<i>Meioneta rurestris</i> (C.L. KOCH)	2	3	-	72	7	18
<i>Micrargus herbigradus</i> (BLACKWALL)	2	-	2	-	-	-
<i>M. subaequalis</i> (WESTRING)	2	-	1	-	-	-
<i>Microlinyphia pusilla</i> (SUNDEVALL)	2	2	1	-	1	-
<i>Oedothorax apicatus</i> (BLACKWALL)	2	23	33	194	153	137
<i>O. fuscus</i> (BLACKWALL)	2	30	405	644	1163	1167
<i>O. gibbosus</i> (BLACKWALL)	2	-	1	-	1	-
<i>O. retusus</i> (WESTRING)	2	15	5	19	30	10
<i>Porrhomma</i>						
<i>microphthalmum</i> (O.P.-CAMBRIDGE)	2	-	-	-	1	-
<i>Tiso vapans</i> (BLACKWALL)	2	1	9	2	10	1
<i>Walckenaeria</i>						
<i>atrotibialis</i> (O.P.-CAMBRIDGE)	2	-	-	-	-	1
<i>W.. nudipalpis</i> (WESTRING)	2	-	-	-	2	-
<i>W. vigilax</i> (BLACKWALL)	2	-	-	1	-	-
<i>Meta segmentata</i> (CLERCK)	3	-	-	-	1	-
<i>Pachygnatha cler/d</i> SUNDEVALL	3	1	2	2	3	3
<i>P. degeeri</i> SUNDEVALL	2	23	66	29	58	30
<i>Philodromus spec.</i>						
<i>Xysticus cristatus</i> (CLERCK)	3	2	8	6	17	2
<i>X. kochi</i> THORELL	3	1	2	-	-	1



Tabelle 18: Dominanzverhältnisse innerhalb der Spinnenzönose

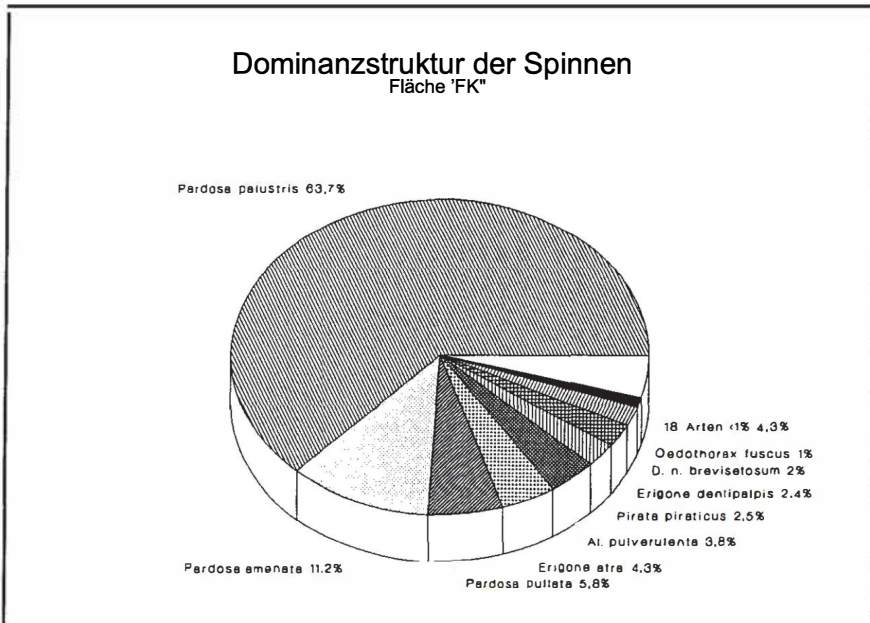
Arten	Ökotyp	Akt.	FK	F1	F4	F7	F15
<i>Aculepeira ceropegia</i> (WALCKENAER)	eu	VII	0	-	-	0	-
<i>Alopecosa cuneata</i> (CLERCK)	x	VIIa	-	-	-	-	0
<i>A. pulverulenta</i> (CLERCK)	eu	VII	0	0	0	0	0
<i>Pardosa agrestis</i> (WESTRING)	(X)	II	-	0	-	0	-
<i>Pa. amen ata</i> (CLERCK)	eu	VII	.	0	.	0	.
<i>Pa. lugubri</i> SKomplex			-	-	-	-	0
<i>Pa. palustris</i> (LINNAEUS)	eu	VII	.	•	.	•	•
<i>Pa. pullata</i> (CLERCK)	eu	VII	0	0	0	0	0
<i>Pirata latitans</i> (BLACKWALL)	h	VI	0	0	0	0	0
<i>Pi. piraticus</i> (CLERCK)	h	VII	0	0	-	0	-
<i>Trochosa ruficola</i> (DEGEER)	eu	IV	0	0	0	-	.
<i>T. sinipalpis</i> (O.P.-CAMBRIDGE)	h,(w)	IV	0	-	0	-	.
<i>T. terricola</i> THORELL	(x),(w)	IV	0	-	-	0	0
<i>Xerolycosa cf. nemoralis</i> (WESTRING)	(x),(w)	VII	-	-	-	0	0
<i>Pisaura mirabilis</i> (CLERCK)	eu	VI	-	-	-	0	-
<i>Drassyllus pusillus</i> (C.L. KOCH)	(x)	VII	-	-	-	-	0
<i>Phrurolithus festinus</i> (C.L. KOCH)	eu,th	VII	-	-	-	-	0
<i>Coelotes terrestris</i> (WIDER)	(h),w	VIIb	-	-	-	0	0
<i>Cicurina cicur</i> (FABRICIUS)	(X),(w)	VIII	-	-	0	-	-
<i>Antistea elegans</i> (BLACKWALL)	h	VI	-	-	-	0	-
<i>Tegenaria atrica</i> (C.L. KOCH)	sko.syn	VIIb	-	-	-	0	0
<i>Zora cf. spinimana</i> (SUNDEVALL)	eu	II	-	0	-	-	-
<i>Harpactea rubicunda</i> (C.L. KOCH)	(x),(w)	IV	-	-	-	-	0
<i>Ero furcata</i> (VILLERS)	(x),(w)	IV	-	0	-	-	-
<i>Araeoncus humilis</i> (BLACKWALL)	(x)	V	0	-	0	-	0
<i>Bathyphanes gracilis</i> (BLACKWALL)	eu	V	0	0	-	-	0
<i>B. parvulus</i> (WESTRING)	eu	VII	-	-	-	0	-
<i>Ceratinella brevipes</i> (WESTRING)	h	VII	0	-	-	-	-
<i>Dicymbium nigrum brevisetosum</i> LOCKET	eu	IV	.	•	0	0	.
<i>Erigone atra</i> (BLACKWALL)	eu	II	0	0	.	0	.
<i>E. dentipalpis</i> (WIDER)	eu	II	.	•	0	0	.
<i>Lepthyphantes insignis</i> O.P.-CAMBRIDGE	sko	?	-	-	0	0	0
<i>L. tenuis</i> (BLACKWALL)	(x)	VII	0	-	0	-	0
<i>Meioneta rurestris</i> (C.L. KOCH)	(x)	II	0	-	-	0	0
<i>Micrargus herbigradus</i> (BLACKWALL)	jxkw	V	-	0	-	-	-
<i>M. subaequalis</i> (WESTRING)	(xj)	VII	-	0	-	-	-
<i>Microlinyphia pusilla</i> (SUNDEVALL)	eu	VII	0	0	-	0	0
<i>Oedothorax apicatus</i> (BLACKWALL)	(X)	II	0	0	•	0	0
<i>O. fuscus</i> (BLACKWALL)	eu	VII	0	0	.	•	.
<i>O. gibbosus</i> (BLACKWALL)	h	VII	-	0	-	0	-
<i>O. retusus</i> (WESTRING)	eu	II	0	0	0	0	0
<i>Portiommia</i>							
<i>microphthalmum</i> (O.P.-CAMBRIDGE)	(X)	VII	-	-	-	0	-
<i>Tiso vagans</i> (BLACKWALL)	(h)	V	0	0	0	0	0
<i>Walckenaeria</i>							
<i>atrotibialis</i> (O.P.-CAMBRIDGE)	w	VII	-	-	-	-	0
<i>W. nudipalpis</i> (WESTRING)	h	III	-	-	-	0	-
<i>W. vigilax</i> (BLACKWALL)	h	VII	-	-	0	-	-
<i>Meta segmentata</i> (CLERCK)	(h),(w)	VIIb	-	-	-	0	-
<i>Pachygnatha clerki</i> SUNDEVALL	h	II	0	0	0	0	0
<i>P. degeer</i> /SUNDEVALL	eu	II	0	•	0	•	0
<i>Philodromus spec.</i>			-	-	0	-	-
<i>Xysticus cristatus</i> (CLERCK)	x	VI	0	0	0	0	0
<i>X. /COCC/7</i> THORELL	x	VII	0	0	-	-	0

Tabelle 19 stellt die wichtigsten Kenngrößen der Spinnenzönose analog der Vorgehensweise bei den Laufkäfern zusammen.

**Tabelle 19:** Die wichtigsten Kenngrößen und Indizes der Spinnengemeinschaften aller Untersuchungsflächen

Größe	FK	F1	F4	F7	F15
Artenzahl	27	26	24	31	29
Aktivitätsdichte	3341	4601	3342	4857	3964
Diversität	1,449	0,977	1,854	1,731	1,654
Evenness	0,440	0,300	0,591	0,504	0,491

Die folgenden fünf Abbildungen (Abb. 34 - 38) zeigen die Dominanzstruktur auf der Grundlage der häufigsten Arten auf den fünf untersuchten Flächen.



**Abbildung 34:** Dominanzstruktur der Spinnengemeinschaft der Fläche "FK".

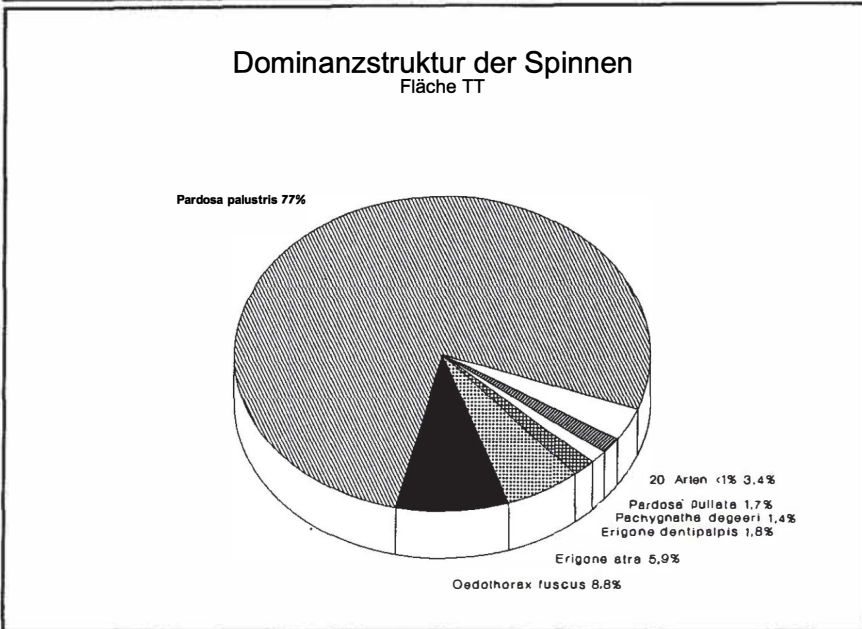


Abbildung 35: Dominanzstruktur der Spinnengemeinschaft der Fläche "F1".

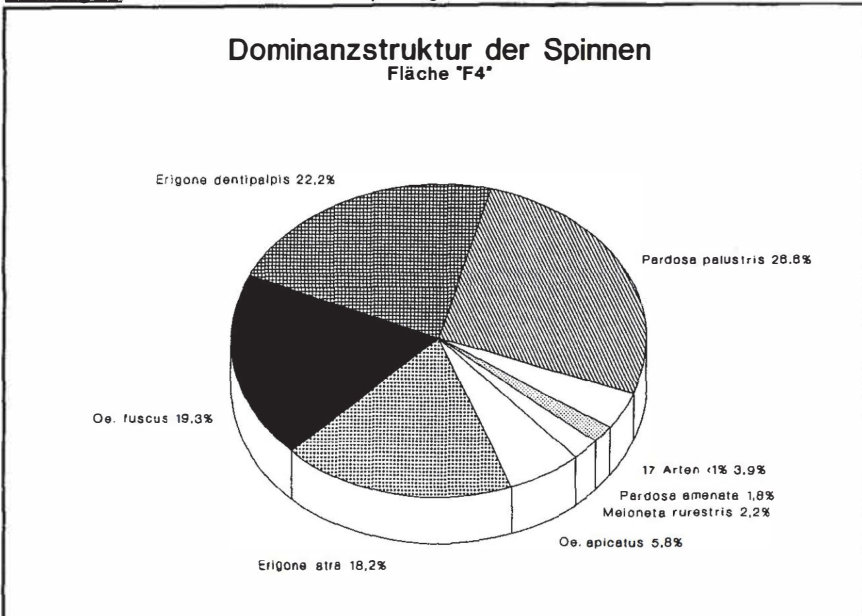


Abbildung 36: Dominanzstruktur der Spinnengemeinschaft der Fläche "F4".

### Dominanzstruktur der Spinnen Fläche 'F7'

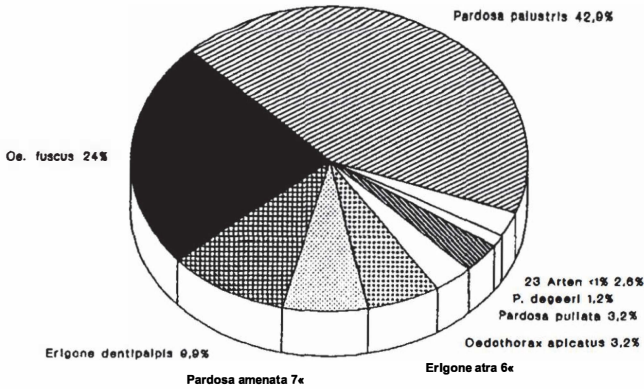


Abbildung 37 Dominanzstruktur der Spinnengemeinschaft der Fläche "F7".

### Dominanzstruktur der Spinnen Fläche 'F15'

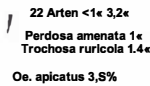


Abbildung 38: Dominanzstruktur der Spinnengemeinschaft der Fläche "F15".

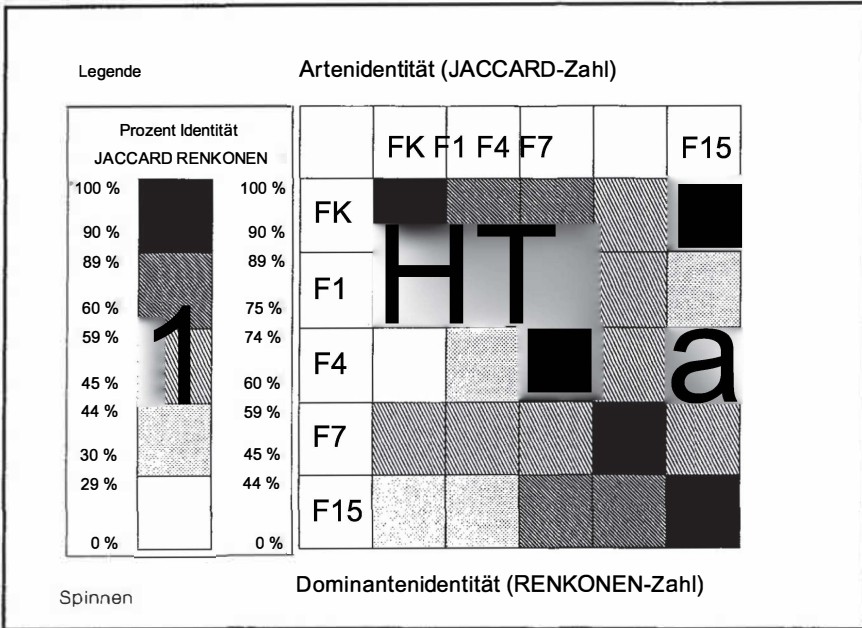


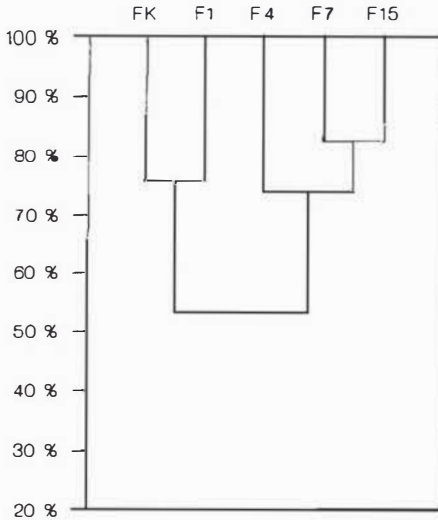
Abbildung 39- Artenidentität (JACCARD-Zahl) und Dominanzidentität (RENKONEN-Zahl) der Spinnengemeinschaften aller Untersuchungsflächen

In Abbildung 39 sind JACCARD-Zahl und RENKONEN-Zahl für die fünf untersuchten Flächen dargestellt; das Ähnlichkeitsdendrogramm (Abb. 40, Seite 123) wurde auf der Basis einer Average-Cluster-Analyse mit den Dominanzidentitäten erstellt.

#### 4.3.4 Sonstige

Neben den im Detail ausgewerteten Tiergruppen (Heuschrecken, Laufkäfer und Spinnen) wurden in den Barberfallen auch die Beifänge quantitativ erfaßt. Die Zahlen sind in der folgenden Tabelle (Tab. 20) aufgelistet.

Ähnlichkeitsdendrogramm der Spinnengemeinschaften



Übereinstimmung in Prozent

**Abbildung 40:**

Ähnlichkeitsdendrogramm auf der Basis einer Average-Cluster-Analyse mit den Dominanzidentitäten der Spinnengemeinschaften aller Untersuchungsflächen

**Tabelle 20-** Die Beifänge aus den Barberfallen

Tiergruppe/Art	FK	F1	F4	F7	F15
Erdkröte ( <i>Bufo bufo</i> )			1		3
Brauner Grasfrosch ( <i>Rana temporaria</i> )	7		2		
Erdmaus ( <i>Microtus agrestis</i> )	4		2	2	1
Sumpfspitzmaus ( <i>Neomys anomalus</i> )	1		2	1	
Weberknechte ( <i>Opilionida</i> )	2	2	28	7	29
Steinläufer ( <i>Lithobius</i> )		1	17	14	11
Schnurfüßer ( <i>Julidae</i> )	37	19	34	67	58

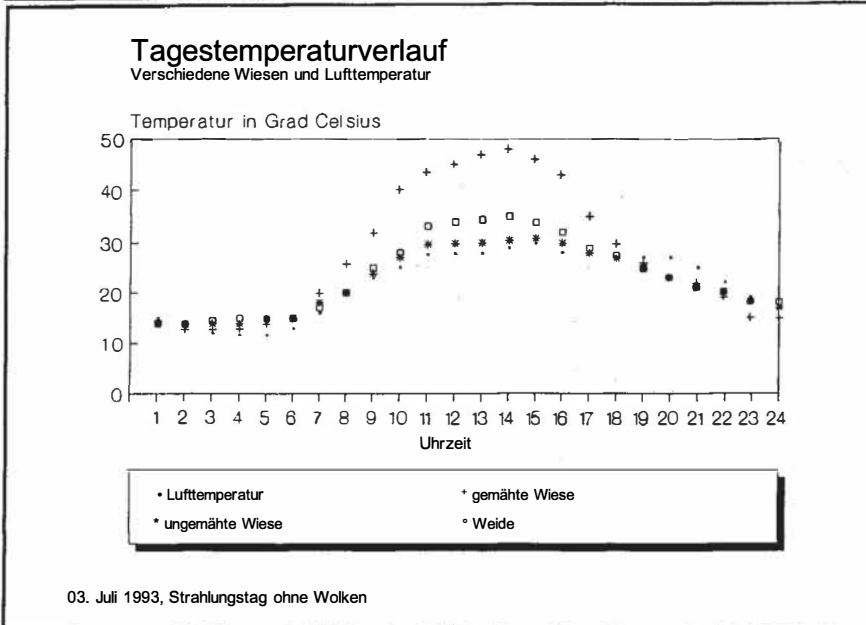
## 4.4 Diskussion

PLACHTER (1991) stuft den Einfluß einer Intensivierung der Schafbeweidung auf das Ökosystem Feuchtgrünland als gering ein. In einem Gradienten zwischen Feuchtgrünland auf der einen und Halbtrocken- bzw. Trockenrasen auf der anderen Seite sei die Gefährdung für die Trockenrasen am stärksten. Genau gegensätzlich schätzt er die Umwandlung von Wiesen in Viehweiden ein. Leider fehlen dort jeweils Angaben zu den Untersuchungen, auf die sich diese Überlegungen stützen, doch läßt die Angabe der Wirkungen - Vereinheitlichung der Vegetationsstruktur, Veränderung der Vegetation durch Eutrophierung und selektiven Fraß, Verminderung des Blütenangebots, Trittschäden, Zertreten der Gelege von Bodenbrütern - auf ein relativ grobes Untersuchungsraaster schließen. Die vorliegenden Ergebnisse der faunistischen Untersuchungen demonstrieren die tiefgreifenden Veränderungen zumindest der epigäischen Fauna von ehemaligen Mähwiesen und Mähwiesen mit Nachweide als eine Folge der Umnutzung in unterschiedlich intensiv genutzte Schafumtriebsweiden. Die Ergebnisse für die einzelnen untersuchten Tiergruppen werden getrennt diskutiert.

### 4.4.1 Heuschrecken

#### Abundanz

Aufgrund der geringen Artenzahl kommt den Ergebnissen der Heuschreckenuntersuchung nur untergeordnete Bedeutung zu. Auffallend ist die hohe Individuendichte auf der Kontrollfläche und die hohe Zahl der Subadulten auf "FT". Daß aus dieser hohen Zahl Subadulter nicht eine entsprechende Individuendichte Adulter resultiert, spricht für den negativen Einfluß der Beweidung auf die Überlebensrate bis zur Imaginalhäutung, da "F1" ja im ersten Jahr beweidet wurde und die gefundene Heuschreckengeneration noch aus der Zeit der Mähwiesennutzung stammt. Nachdem die Bedeutung des Mikroklimas für die Habitatqualität aus der Literatur einleitend belegt wurde, soll Abbildung 41 verdeutlichen, welche weitreichende Veränderung allein die unterschiedliche Nutzung hinsichtlich des Temperaturhaushaltes nach sich zieht. Der Temperaturverlauf der ungemähten Wiese liegt in der Einstrahlungsphase während des Tages unter den Werten der übrigen Flächen und ist in der Ausstrahlungsphase nachts gleich und höher als auf der Weide oder der gemähten Wiese.



**Abbildung 41:** Tagestemperaturverlauf im Bestand einer ungemähten Wiese, einer Wiese direkt nach dem Schnitt und einer Weide im Vergleich zur Lufttemperatur gemessen 2 m über dem Boden

Deutlich zeigt sich der ausgleichende Charakter der Pflanzendecke auf die Temperatur. Sowohl extrem hohe als auch extrem niedrige Temperaturen treten am deutlichsten auf der frisch gemähten Wiese auf.

#### Diversität und Evenness

Die niedrige Artenzahl schlägt sich vor allem in den Diversitätswerten und der Evenness nieder. Nach MÜHLENBERG (1989) ergeben sich für die meisten Artengemeinschaften Diversitätswerte zwischen 1,5 und 3,5. Im vorliegenden Fall liegt lediglich der Wert für die Fläche "F4" mit 1,5 innerhalb dieser Spanne. Gleichzeitig liegen die Evennesswerte sehr nahe am Maximalwert 1. Dies zeigt, daß die niedrige Diversität durch die geringe Artenzahl bedingt ist.

#### Arten- und Dominanzidentität

Die hohe Ähnlichkeit zwischen den Standorten wird von vornherein dadurch belegt, daß Identitätswerte kleiner als 40% nicht vorkommen. Während die Flächen



"FK" und "F1" erwartungsgemäß hohe Übereinstimmungen zeigen, sind die Identitäten zwischen "F7" und "F15" am anderen Ende einer Skala zunehmender Nutzungsintensität ausgesprochen niedrig. Dies fällt um so mehr auf, als zum Beispiel zwischen "F7" und "FK" recht hohe Identitäten gefunden wurden. Allerdings sollte angesichts des geringen Stichprobenumfangs die Aussagekraft der Werte nicht zu hoch eingeschätzt werden.

### Ähnlichkeitsanalyse

Das Ähnlichkeitsdendrogramm belegt die geringen Unterschiede zwischen den Standorten, denn selbst das Verschmelzungsniveau der am stärksten getrennten Standorte liegt schon bei 57%.

Parallel hierzu zeigt sich aber eine regelmäßige Abstufung der Ähnlichkeiten entlang des Gradienten der Nutzungsintensivierung von "FK" nach "F15" und eine maximale Ähnlichkeit zwischen "FK" und "F1", den Flächen, die bis vor einem Jahr noch nach dem gleichen Modus genutzt wurden.

### Allgemeines

Die gefundenen Arten haben einen deutlichen Schwerpunkt ihrer Verbreitung im feuchten Wirtschaftsgrünland mit einer teilweise ausgeprägten Toleranz gegenüber eutrophierten Standorten. Lediglich auf der Fläche "F4" treten mit *Chorthippus biguttulus* und eingeschränkt mit *Metrioptera roeseli* auch Arten auf, die eher trockenwarme Habitats charakterisieren.

Bemerkenswert ist das stetige Vorkommen von *Mecostethus grossus*, der Sumpfschrecke. Diese optisch wie akustisch auffällige Art besiedelt nach BELLMANN (1985) nasse Wiesen, Gewässerufer sowie Schwingrasen von Mooren und verschwindet schnell mit der Entwässerung ihrer Lebensräume. Dadurch sei sie ein guter Indikator für noch intakte Feuchtgebiete. Die einst weitverbreitete Art hat starke Bestandseinbußen erlitten und wird von HARZ (1984) als in ihrem Bestand gefährdet (Rote Liste 3) eingestuft. Das Vorkommen der Art im Untersuchungsgebiet - insbesondere auf "F15" - läßt Zweifel an diesen Aussagen aufkommen. MALTEN (mündl. Mitt.) berichtet von Funden der Sumpfschrecke in den vergangenen Jahren selbst auf Maisfeldern. Er führt dies auf die optimalen Vermehrungsbedingungen während der vergangenen warmen Sommer zurück. Bei der Sumpfschrecke können sowohl

die männlichen als auch die weiblichen Imagines sehr gut fliegen, was auf ein hohes Ausbreitungspotential schließen läßt. Vielleicht erklären sich die gegensätzlichen Befunde von BELLMANN und HARZ sowie MALTEN und der vorliegenden Arbeit aus der langfristigen Strategie der Art. Starke Populationseinbrüche könnten bei dem angesprochenen Lebensraum beispielsweise auch durch Hochwasser natürliche Ursachen haben. Diese Überlegungen sollen allerdings nicht den Schluß nahelegen, daß die großflächige Zerstörung des Feuchtgrünlandes in den vergangenen Jahren kein ernstzunehmendes Problem darstelle.

Nach BELLMANN (1985) sind *Chorthippus montanus*, *Mecostethus grossus* und die *Conocephalus*-Arten häufig vergesellschaftet. Dies wird für die beiden erstgenannten Arten durch die Ergebnisse unterstützt. Bei den standardisierten Heuschreckenfängen konnte allerdings keine der *Conocephalus*-Men nachgewiesen werden. Lediglich bei qualitativen Voruntersuchungen fand auf der Fläche "F4" sich ein Weibchen von *Conocephalus discolor*. Nach BELLMANN (1985) kommt diese Art in Süddeutschland etwa bis zur Mainlinie vor. Bei dem vorliegenden Nachweis handelt es sich somit um einen Beleg von der nördlichen Grenze des Verbreitungsgebietes.

#### 4.4.2 Laufkäfer

Im Gegensatz zu den Ergebnissen aus den Heuschreckenfängen läßt der Stichprobenumfang der Carabidenfänge ähnlich wie der der Spinnen (4.4.3) eine aussagekräftigere Interpretation der Funde zu. Insgesamt wurden über 8.300 Käfer aus 48 Arten zur Auswertung herangezogen.

#### Abundanz und Dominanz

Die niedrigste Artenzahl bei gleichzeitig niedrigster Aktivitätsdichte aller Flächen findet sich auf der Kontrollfläche "FK". Hinzu kommt, daß hier wie auch auf der Fläche "F1" eine Art, nämlich *Poecilus versicolor*, mit jeweils 83% aller Individuen superdominant ist. Die höchsten Artenzahlen erreichen die Flächen "F4" und "F7" mit 30 beziehungsweise 27 Arten. Mit einer Aktivitätsdichte von knapp 5.000 liegt dieser Wert für "F7" nochmals um 100% über dem Ergebnis von "F15" mit annähernd 2.500. Die Aktivitätsdichten der übrigen Flächen fallen dagegen deutlich ab und liegen allesamt weit unter 2.000.

Bei der Analyse der Dominanzstrukturdiagramme (Abb. 27-31) muß berücksichtigt werden, daß nur Arten mit einem Dominanzindex von 1% oder größer dargestellt wurden. Alle subrezedenten Arten wurden in einer Klasse zusammengefaßt. Dies gilt nicht für das Diagramm der Fläche "F4", bei dem alle Arten mit einem Dominanzindex  $<2\%$  zu einer gemeinsamen Klasse zusammengefaßt wurden. Aufgrund der sehr ausgeglichenen Dominanzverhältnisse war in diesem Fall die Darstellung bis  $<1\%$  nicht möglich.

Eine interessante Tendenz zeigt sich bei der Entwicklung der Dominanzindizes und Aktivitätsdichten in den Tabellen 14 und 15. Während *Poecilus versicolor* auf allen Flächen hohe Dominanzwerte hat, läßt sich bei einer Reihe von Arten eine positive oder eine negative Entwicklung im Gradienten der Nutzungsintensivierung feststellen. Deutliche Zunahmen zeigen *Agonum mülleri*, *Bembidion properans* sowie vor allem *Pterostichus melanarius*, *Pterostichus vernalis*, *Clivina fossor* und *Poecilus cupreus*. Ihren Verbreitungsschwerpunkt in der Mähwiese oder der bis vor kurzem als Mähwiese genutzten Fläche haben *Anisodactylus binotatus*, *Carabus granulatus* und *Pterostichus anthracinus*.

### Diversität und Evenness

Aufgrund der schon erwähnten Superdominanz einer Art (Abb. 27 und 28) liegen die Diversitätswerte für "FK" und "F1" unter 1. Die Evenness von jeweils 0,3 belegt, daß für diese niedrigen Werte nicht der Mangel an Arten Vielfalt, sondern die einseitige Verteilung der Individuen über die Arten verantwortlich ist. Eine ähnliche Tendenz zeigen die Werte für "F7". Die Aktivitätsdichte von *Poecilus versicolor* liegt hier sogar mehr als doppelt so hoch wie auf "FK" und "F1" (Tab. 14), aufgrund der gleichfalls höheren Werte anderer Arten ist der Dominanzindex dieser Art hier mit 59,3% wesentlich niedriger. Relativ hohe Diversitätswerte finden sich auf den Flächen "F4" und "F15", bei denen eine hohe Artenzahl mit einer relativ gleichmäßigen Verteilung der Individuen über die Arten auch zu Evennesswerten größer als 0,5 führen.

### Arten- und Dominanzidentität

Das Diagramm der Arten- und Dominanzidentität (Abb. 32) zeigt ähnlich wie bei den Heuschrecken die größten Übereinstimmungen zwischen den Flächen "FK" und "F1". Ferner ist die Ähnlichkeit zwischen ähnlich intensiv genutzten Flächen höher

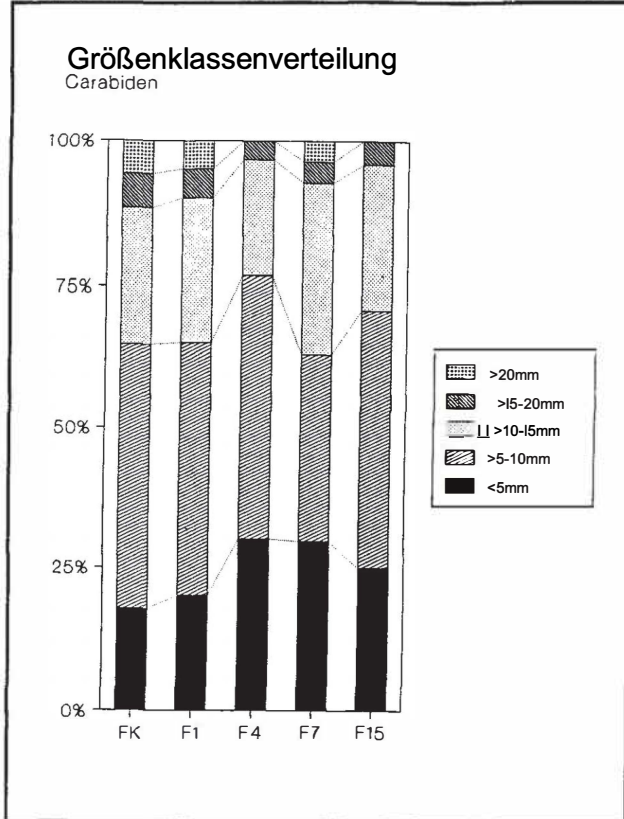
als zwischen Flächen, die in einem Gradienten der Nutzungsintensität einen größeren Abstand zueinander aufweisen. Dies gilt in besonderem Maß für die Artenidentität und abgeschwächt auch für die Dominanzidentität. Aus dem Rahmen fallen hier insbesondere die hohe Identität zwischen "FK" und "F7" (66%), die sich aus den hohen Aktivitätsdichten von *Poecilus versicolor* herleitet, und die relativ geringe Identität zwischen "F1" und "F4" von nur 21%, die sich durch den relativ niedrigen Dominanzindex der gleichen Art auf "F4" erklären läßt.

### Ähnlichkeitsanalyse

Besonders auffallend sind in dem Ähnlichkeitsdendrogramm (Abb. 33) das hohe Verschmelzungsniveau von 93% zwischen "FK" und "F1" sowie die regelmäßige Abstufung der Ähnlichkeiten bis hin zu "F15". Mit einem Verschmelzungsniveau von 27% ist die intensiv und über einen langen Zeitraum als Schafrotationsweide bewirtschaftete Fläche "F15" deutlich verschieden von den übrigen Flächen.

### Allgemeines

Ausgesprochen schwierig gestaltet sich der Versuch, die gefundenen Unterschiede zwischen dem Auftreten der einzelnen Arten auf den unterschiedlichen Flächen mit den ökologischen Ansprüchen der Arten in einen Bezug zu setzen. Nahelegend ist zum Beispiel die Vermutung, daß auf den intensiver genutzten Flächen größere Arten keine ausreichenden Versteckmöglichkeiten in der dauerhaft kurzgehaltenen Vegetation finden und deshalb im Nutzungsgradienten den kleineren Arten weichen, wie dies beispielsweise von MÜLLER und STEINWARZ (1988) als Auswirkung unterschiedlicher Schnittvarianten gefunden wurde. Abbildung 42 zeigt die Verteilung der Arten über die Größenklassen, die keine gleichgerichtete Verschiebung im Gradienten der Nutzungsdauer erkennen läßt. Zwar verschwindet *Carabus granulatus*, aber mit *Pterostichus melanarius* verhält sich ein ebenfalls großer Carabide genau gegenläufig. Der in den hessischen Mittelgebirgen regelmäßig mit *Bembidion lunulatum* vergesellschaftete *B. biguttatum* konnte auf keiner der Flächen nachgewiesen werden. Auch bei der Untersuchung von Biotopbindung sowie Flug- und Verbreitungsfähigkeit läßt sich keine Abhängigkeit finden, da fast alle der gefundenen Arten als Opportunisten der offenen Landschaft mit hoher Verbreitungsfähigkeit eingestuft werden können. Von den wenigen Differenzialarten läßt sich lediglich für *Lasiotrechus discus* als skotophile Art eine Bindung an die Weiden erklären.



**Abbildung 42:**

Verteilung der Laufkäfer über die Größenklassen auf den unterschiedlichen Untersuchungsflächen.

#### 4.4.3 Spinnen

Mit 17.300 Individuen aus 51 Arten stellen die Spinnen die bei weitem größte Gruppe der untersuchten Arthropoden dar.

#### Abundanz und Dominanz

Die Aktivitätsdichte der Spinnen auf den einzelnen Flächen stellt sich relativ ausgeglichen dar. Die Aktivitätsdichten bewegen sich zwischen 3.300 ("FK", "F4") und 4.800 ("F7"), wobei die niedrigste Zahl mit 24 Arten auf "F4" gefunden wurde; "F7" und "F15" zeigen mit 31 bzw. 29 Arten die vielfältigste Zusammensetzung der Spinnenzönosen. Bei "F7" fällt die hohe Artenzahl gleichzeitig mit der höchsten Abundanz der Arten zusammen. Dieser Zusammenhang gilt allerdings nur für diese Fläche.

Die Art mit dem höchsten Dominanzindex auf allen Flächen ist *Pardosa palustris*, die mit 26% ("F4") bis 77% ("F1") auf allen Flächen deutlich eudominant ist. Von allen anderen Arten erreichen lediglich *Erigone dentipalpis* ("F4") und *Oedothorax fuscus* ("F4", "F7" und "F15") Anteile von 20% und mehr. Insbesondere die letztgenannte Art zeigt in der Reihe der Flächen von "FK" mit 1% bis hin zu "F15" mit 29,4% eine stetige Zunahme ihres Anteils an der Spinnenzönose (Abb 34 bis 38 und Tab 17). Ähnliche Tendenzen zeigen *Erigone atra* und *Erigone dentipalpis*. Die vier genannten Arten sind allesamt klein (2-3 mm) und können als Habitatopportunisten (eurytop) bezeichnet werden, wobei von den *Erigone*-Men vom Frühling bis zum Spätherbst aktive, reife Tiere gefunden werden (Aktivitätsmaximum von Mai bis September) und *Oedothorax fuscus* sowie *Pardosa palustris* als stenochrone Arten eine Hauptaktivitätszeit zwischen Juni und September zeigen.

Neben dem zahlreichen Auftreten eurytoper Arten (Tab. 19) liegt ein deutlicher Schwerpunkt bei den hygrophilen und hygrobiotischen Arten, wie er für die untersuchten Feuchtwiesen nicht anders zu erwarten war. Interessanterweise finden sich aber auch einzelne xerophile Arten (*Alopecosa cuneata*, *Xysticus spec.*), die jedoch keinen Schwerpunkt auf einer der untersuchten Flächen bilden. Das Vorkommen einiger Arten mit einem Verbreitungsschwerpunkt im Wald läßt sich durch die Nähe der Untersuchungsflächen "F7" und "F15" zu den bewaldeten Talflanken erklären. Zwei Arten, nämlich *Tegenaria atrica* und *Lepthyphantes insignis*, kommen nur auf den beweideten Flächen vor. Dies erklärt sich aus der Bindung der Arten an Bauten und Ställe etc., so daß sie als synanthrop eingestuft werden. Vergleichbare Strukturen fehlen auf den Mähwiesen.

### Diversität und Evenness

Die Diversitätswerte liegen für alle Flächen vergleichsweise niedrig. Nach MÜHLENBERG (1989) liegen die Werte von realen Biozönosen zwischen 1,5 und 3,5. Die Flächen "FK" und "F1" liegen mit Werten von 1,45 und sogar 0,97 deutlich unterhalb dieses Bereichs, und auch die übrigen Flächen zeigen mit Werten zwischen 1,65 und 1,85 keine besonders hohe Diversität. Die Evenness als Maß für die erreichte Diversität bei gegebener Artenzahl im Verhältnis zur maximal möglichen Diversität belegt mit ebenfalls niedrigen Werten, daß die Eudominanz weniger Arten ausschlaggebend für die geringen Diversitätswerte ist. Lediglich Fläche "F4" erreicht mit  $E = 0,6$  trotz einer minimalen Artenzahl von 24 eine Evenness von mehr als 50%.

### Arten- und Dominanzidentität

Das Diagramm der Arten- und Dominanzidentitäten (Abb. 39) zeigt deutliche Übereinstimmungen beider Werte zwischen den Flächen "FK" und "FI". Ähnliches gilt für "F7" und "F15", wobei die Artenidentität mit 46% hier allerdings deutliche Unterschiede offenbart. Im Vergleich aller Flächen ergeben sich größere Übereinstimmungen bei den Artenidentitäten als bei den Dominanzidentitäten. Die Unterschiede sind erneut um so größer, je weiter die Flächen auf dem gedachten Nutzungsgradienten auseinanderliegen.

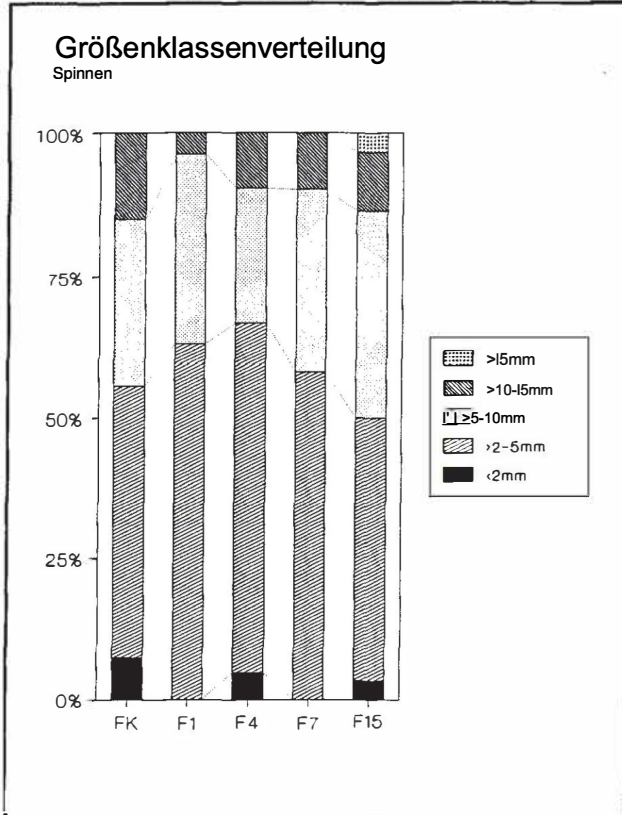
### Ähnlichkeitsanalyse

Das Ähnlichkeitsdendrogramm für die Spinnengemeinschaften (Abb. 40) zeigt eine wesentlich größere Übereinstimmung zwischen den einzelnen Flächen als das gleiche Dendrogramm für die Laufkäfer (Abb. 33). Um dies zu verdeutlichen, wurde in beiden Diagrammen für die Y-Achse die gleiche Skalierung gewählt. Das Verschmelzungsniveau liegt für alle Flächen bei 53%.

Interessanterweise ergibt sich für die Spinnen eine Gruppierung in die Flächen "F4", "F7" und "F15" sowie "FK" und "FI". Berücksichtigt man die erst kurz andauernde Nutzungsänderung von Mähwiese in Weide, so kann man hier von Wiesen- und Weidengemeinschaften sprechen, zumal das Verschmelzungsniveau innerhalb beider Gruppen mit 74 respektive 75 Prozent deutlich vom Verschmelzungsniveau beider Gruppen mit 53% abweicht.

### Allgemeines

Bei der Diskussion der Dominanzverhältnisse wurde schon versucht, das Auftreten oder Fehlen einzelner Arten in einen Zusammenhang mit deren ökologischen Ansprüchen und den Gegebenheiten auf den Wiesen zu setzen. Ähnlich der Überlegung bei den Carabiden wird nun das Vorkommen der Arten in Abhängigkeit von deren Körpergröße betrachtet (Abb. 43). Dabei ist zu berücksichtigen, daß für die Spinnen und Carabiden jeweils unterschiedliche Größenklasseneinteilungen gewählt wurden. Über die Hälfte aller Arten sind kleiner als 5 mm. In dieser Klasse finden sich auch die dominanten Arten wieder, so daß diese Verteilung nicht nur für die gefundenen Arten gilt, sondern auch bei einer Gewichtung der Arten mit ihrer Aktivitätsdichte ähnlich aussehen würde.



**Abbildung 33:**

Verteilung der Spinnen über die Größenklassen auf den unterschiedlichen Untersuchungsflächen.

Auf den Flächen "F7" und insbesondere "F15" wird ein verstärktes Auftreten von größeren Arten deutlich. Insbesondere auf "F15" finden sich sogar Arten mit einer Körpergröße von mehr als 15 mm. Dies widerspricht der unter 4.4.2 aufgestellten Annahme, daß größere Arten an eine höhere Vegetation gebunden sind, da sie nur dort Deckung vor Freßfeinden finden. Nun gilt die Aussage der durch die Beweidung dauerhaft niedriggehaltenen Vegetation auch für "F15" nur eingeschränkt. Durch die Überdüngung bilden sich Brennesselflecken mit mehreren Quadratmetern Grundfläche, die von den Schafen verschmäht werden. Vielleicht bieten diese Weideunkräuter Strukturen, an die die größeren Arten gebunden sind. Damit kann dieses Phänomen aber nur zum Teil erklärt werden, da durch regelmäßiges Ausmähen die Weideunkräuter nicht immer als Deckung zur Verfügung stehen.



#### 4.4.4 Sonstige

Bei den Wirbeltierbeifängen lassen die geringen Individuenzahlen keine sinnvolle Interpretation zu. Interessanterweise zeigen die Zahlen für Weberknechte, Steinläufer und Schnurfüßer alle die gleiche Tendenz einer deutlichen Zunahme zwischen "FK" und "F15". Für eine Erklärung dieses Trends aus den ökologischen Ansprüchen hätten die Individuen dieser Gruppen bis auf Artniveau bestimmt werden müssen, was nicht geschehen ist. Somit sind nur einige pauschale Überlegungen möglich. Die Zunahme kann keineswegs mit der veränderten Struktur der Pflanzenbestände erklärt werden, da insbesondere die Schnurfüßer ein deutliches Maximum während der Frühjahrsfangperiode zeigen. Gerade zu dieser Zeit ist aber auch auf den intensiven Umtriebsweiden der Pflanzenbestand relativ hoch (vgl. Kapitel 3). Es bleibt also nur die Vermutung, daß die zusätzlichen Kleinstrukturen, wie sie durch die Aktivität der Weidetiere entstehen, die Habitatvoraussetzungen für diese Tiere bilden.

### 4.5 Zusammenfassung der faunistischen Untersuchungen

Auf den Untersuchungsflächen wurden mittels Isolationsquadratfängen die Heuschreckenfauna und durch Barberfalienuntersuchungen die Laufkäfer- und Spinnenfauna erfaßt. Die höchste Individuendichte der Heuschrecken fand sich auf "FK" gefolgt von "F7". Aussagen zu Diversität und Evenness sowie Arten- und Dominanzidentität sind aufgrund der eingeschränkten Artenzahlen zwischen 3 und 6 pro Fläche nur unter Vorbehalt möglich. Durchweg geringe Diversitätswerte sind auf die Artenarmut zurückzuführen, da die Evenness aller Aufnahmen nahe bei 1 liegt. Für die Gemeinschaften von "FK" und "F1" zeigt sich eine große Übereinstimmung hinsichtlich der Arten- und Dominanzidentität. Eine hohe Anzahl Subadulter in den Barberfalien der Frühsommerfangperioden auf "F1" findet keinen Niederschlag in entsprechenden Abundanzen adulter Heuschrecken. Die Beweidung führt demnach zu erhöhten Mortalitätsraten der Larvalstadien. Das Ähnlichkeitsdendrogramm bestätigt die große Ähnlichkeit der Dominanzidentitäten von "FK" und "F1", die Verschmelzungsniveaus für die übrigen Flächen liegen jedoch auch zwischen 55 und 70%.

Artenzahl und Aktivitätsdichte der Laufkäfergemeinschaften weisen die Kontrollfläche als die sowohl arten- als auch individuenärmste Fläche aus. Darüber hinaus werden dort 83% aller Individuen von einer Art (*Poecilus versicolor*) gestellt. Die

höchste Diversität findet sich auf "F4"; auf "F7" und "F15" sind die Diversitätswerte niedriger, dafür aber die Abundanzen wesentlich höher. Mit 30 Arten ist "F4" am artreichsten, während die größte Aktivitätsdichte auf "F7" nachgewiesen werden konnte. Ähnlich den Heuschreckengemeinschaften zeigt sich eine hohe Übereinstimmung zwischen "FK" und "F1", die Laufkäferzönosen der intensiver beweideten Flächen unterscheiden sich in Arten- und Dominanzidentität deutlich von den Zönosen dieser Flächen.

Die Auswertung der Spinnenfänge unterstützt mit leichten Abweichungen die Ergebnisse aus der Analyse der Laufkäferfänge. "F7" ist die mit Abstand arten- und individuenreichste Fläche. Erneut findet sich die niedrigste Aktivitätsdichte auf "FK", wenngleich sich diese nur minimal von der auf "F4" unterscheidet. Deutlich zeigt das Ähnlichkeitsdendrogramm zwei Gruppen von Spinnengemeinschaften: die der Mähwiesen und die der Weiden.

Während die Kontrollfläche "FK" und die seit einem Jahr beweidete Fläche "F1" durch arme Laufkäfer- und Spinnengesellschaften gekennzeichnet sind, auf denen wenige Arten extrem hohe Dominanzwerte erreichen, profitieren die genannten Gruppen offensichtlich von der Schafbeweidung. Der Vorteil wird auf den Flächen deutlicher, die nicht perfekt als Rotationsweide genutzt werden. Diverse Störstellen und Kleinstrukturen schaffen ökologische Nischen, die von zusätzlichen Arten besetzt werden. Lediglich die Heuschrecken werden durch diese Nutzungsform benachteiligt.

## Kapitel 5:

### WIRTSCHAFTLICHE ASPEKTE DER SCHAFHALTUNG

In der Einleitung wurde mit wenigen Zahlen dokumentiert, daß sich die Schafhaltung im Untersuchungsgebiet der Gemeinde Eichenzell seit den 70-er Jahren nach und nach etabliert hat. Welche Faktoren begünstigten diese Entwicklung und innerhalb welcher wirtschaftlicher Rahmenbedingungen arbeiten die Schafhalter heute?

Um Antworten auf diese Fragen zu finden, soll zuerst geklärt werden, welche Einnahmen Schafhalter durch ihre Tiere erzielen können. Zu den Haupteinnahmequellen gehört der Verkaufserlös für das Fleisch. Je nach Rasse der gehaltenen Schafe kommen dann noch der Verkauf der Wolle und eventuell von Schafmilch hinzu. Neben diesen Faktoren, die sich relativ einfach aus Angebot und Nachfrage bestimmen lassen, wirken politische Entscheidungen in einer nicht zu unterschätzenden Stärke auf die Auskömmlichkeit der Schäfereien. Dabei spielen auf der einen Seite die Förderrichtlinien, Mengenpolitik und Prämienstruktur der Europäischen Gemeinschaft eine wichtige Rolle, auf der anderen Seite können zweckgebundene Zuschüsse aus Mitteln des Naturschutzes und der Landschaftspflege einen wesentlichen Beitrag zur Wirtschaftlichkeit eines Schafzuchtbetriebes leisten.

#### Erlöse aus Milch, Wolle und Fleisch

Milchschafe spielen mit 3% (Quelle #3) aller in Hessen gehaltener Schafe eine unbedeutende Rolle. Eine im Vergleich zur Schafmilchproduktion wichtigere Rolle spielt die Wollproduktion. Der weltweite Rückgang der Schafbestände steht in direktem Zusammenhang mit dem Zusammenbruch des Wollmarktes. Die Aussetzung der in Australien staatlich garantierten Preisstützung führte 1990 dazu, daß die dortige Schafhaltung, durch die ungefähr ein Drittel der Weltwollproduktion erfolgt, zum massiven Abbau der Bestände gezwungen wurde. Auf die Folgen dieses Bestandsabbaus auf die Fleischpreise wird noch eingegangen, doch wirkte diese Entwicklung in erster Linie auf den Wollmarkt. Tabelle 21 zeigt die Entwicklung des Wollmarktes in der Bundesrepublik.

Tabelle 21: Wollmarkt in der Bundesrepublik Deutschland 1986 bis 1992 (Quelle #4)

Jahr	Erzeugung geschätzt in Tonnen	Erfassung durch dt. Wollverwertung in Tonnen	0 Preis (inkl. Kleinmengen) in DM/kg
1986	4.000	2.924,2	2,08
1987	4.000	3.120,2	2,36
1988	5.000	3.377,0	2,55
1989	5.000	3.587,4	2,99
1990	5.000	3.253,5	1,22
1991	-	3.665,1	0,76
1992	-	3.828,0	0,98

Diese Zusammenstellung zeigt deutlich, daß kontinuierlich steigende Wollpreise bis zum Jahr 1990 den Schafzüchtern eine sichere Einnahmequelle darstellten. Trotz einer leichten Erholung des Preises, der 1992 wieder bei knapp 1,00 DM/kg lag, unterliegt dieser Preis nach wie vor den Einflüssen des Weltmarktes, auf dem angesichts voller Lager derzeit keine Preissteigerung in Sicht ist. Die Weltrohwoollbestände sind seit der Saison '88/'89 von 1,9 Mio. t auf 2,4 Mio t '91/'92 gestiegen (Quelle #5). Der stagnierende Absatz der Wolle als Textilfaser hat zu intensiven Bestrebungen geführt, neue Verwendungsmöglichkeiten für den Rohstoff Wolle zu finden. Intensiv wird beispielsweise die Verwendung von Wolle als Baustoff, insbesondere als Dämmmaterial, geprüft, nachdem sich mineralische Dämmwollen in der Verarbeitung als gesundheitsschädlich erwiesen haben. Durch den aktuellen Wollpreis sind allerdings kaum die Kosten für das Scheren zu decken; erst wenn durch neue Verwendungsmöglichkeiten der Wollpreis wieder steigen sollte, kann die Wollproduktion erneut zu einem Standbein und Einkommenszweig der Schafhaltung werden (VÖLL 1993).

Im Gegensatz zu den Wollpreisen stellt sich die Entwicklung am Fleischmarkt günstiger dar. Zwar ist der Jahresverbrauch mit 700 g pro Kopf (Quelle #6) verschwindend gering, doch zeichnet sich hier eine positive Entwicklung ab, die mit einem Imagewandel des Produktes in Zusammenhang steht. Während der kriegsbedingten Notzeiten galt Schaffleisch als "Arme-Leute-Essen", was auch im Sprachgebrauch seinen Niederschlag gefunden hat: auf Speisekarten von heute ist von "Lammpezialitäten" die Rede, während die Kriegsgeneration von "Hammelfleisch"

spricht. Die Imagepflege des Produktes Lammfleisch als naturnah und umweltschonend produziertes Nahrungsmittel führte dazu, daß die Verzehrsmengen im Gegensatz zu Schweine- und Rindfleisch konstant blieben. Negativ auf den deutschen Markt wirken sich die verstärkten Importe insbesondere im Zusammenhang mit dem Abbau der Wollschafbestände in Australien aus. Deshalb ist es ein verstärktes Bestreben der Vereinigung Deutscher Landesschafzuchtverbände (VÖLL 1993), die Aufmerksamkeit des Verbrauchers auf im eigenen Land erzeugte Produkte zu lenken. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund der Landschafts- und Biotoppflege durch Schafe von Bedeutung, da hier ein Zusammenhang zwischen dem Verzehr von Schaffleisch und der Förderung von Naturschutzmaßnahmen hergestellt wird.

#### Erlöse aus Landschaftspflege, Naturschutzmitteln und EG-Subventionen

Die Ausdehnung der mit Schafen zur Landschaftspflege beweideten Flächen nimmt seit 1990 zu (Quelle #3). Hierunter fallen für Gesamtdeutschland in erster Linie Deiche und Heiden, also für Hessen und die Rhön eher untypische Landschaftselemente. Trotzdem ist in Hessen die von Schafen beweidete Fläche überdurchschnittlich um 11,6% gestiegen. Wahrscheinlich handelt es sich hierbei um ausgedehnte Areale in der Rhön. Seit die Rhön im September 1991 als Biosphärenreservat ausgewiesen wurde (LICHT 1992), wird angestrebt, die Rhönschafhaltung wieder auf eine wirtschaftlich tragfähige Basis zu stellen. Neben intensiver Werbung und gemeinsamen Aktionen mit den regionalen Gastronomen hat der Trägerverein des Biosphärenreservates auch Schäfereien unterstützt, die brachgefallenen Hochflächen der Rhön wieder in Nutzung nehmen.

Abgesehen von direkten Landschaftspflegemaßnahmen bietet die Schäferei auch die Möglichkeit, über die Extensivierung der Flächennutzung direkt Naturschutzmittel zu erhalten. In einem abgestuften Verfahren werden in Hessen der Verzicht auf Kunstdünger und Herbizide sowie das zeitliche Zurückverlegen der ersten Nutzung entsprechend entschädigt. Bei der beschriebenen Nutzungsart führt der Verzicht auf Kunstdünger kaum zu Ertragseinbußen, und Teilflächen können beispielsweise zur Gewinnung von Winterfutter nach dem 15.6. oder 1.7. gemäht werden. Die Zuschüsse liegen dann heute zwischen 200,- DM und 1.000,- DM pro ha.

Neben diesen indirekten Einnahmequellen ist die Schafhaltung auf Subventionen seitens der EG angewiesen. Die Mutterschafprämie wurde 1992 auf 18,6 ECU (43,83 DM) festgelegt. Hinzu kommen unterschiedliche Prämien für die Erzeugung leichter und schwerer Lämmer. Da die Rhön zu den von der EU als benachteiligt anerkannten Gebieten zählt, erhalten die Schafhalter eine zusätzliche Sonderbeihilfe von 7 ECU (16,48 DM) bei der Erzeugung schwerer und 4,9 ECU (11,54) bei der Erzeugung leichter Lämmer. Angesichts dieser Zahlen wird deutlich, daß für die Wirtschaftlichkeit eines Schafzuchtbetriebes die EG-Fördergelder ausschlaggebend sind.

Kapitel 6:

SYNOPSIS

## 6.1 Zusammenfassende Diskussion der Kapitel 2 bis 4

Durch die Untersuchung physikalischer Bodenparameter konnten keine Unterschiede zwischen den Probeflächen nachgewiesen werden, die sich mit der zunehmenden Intensität und Dauer der Schafbeweidung in Zusammenhang hätten bringen lassen. Vielmehr müssen die Unterschiede in Dichte, Porosität etc. mit der feinen Differenzierung der Aueböden an verschiedenen Stellen der Aue oder beispielsweise unterschiedlicher Entfernung zum Bachbett in Verbindung gebracht werden. Sie sind Folgen der über wesentlich längere Zeiträume ablaufenden pedogenen Prozesse und nicht primär durch die Nutzung bedingt. Die vegetationskundlichen Untersuchungen spiegeln die unterschiedlichen Nutzungsintensitäten wesentlich besser wider, und auch die Artengemeinschaften von Heuschrecken, Laufkäfern und Spinnen reagieren auf diese eher kurzfristigen Prozesse in ihrem Habitat. Allerdings zeigt sich insbesondere bei den Ergebnissen der faunistischen Untersuchung, daß sich die Arbeitshypothese einer zunehmenden Arten- und Individuenverarmung im Gradienten zunehmender Nutzungsintensität nicht belegen läßt. Vielmehr zeigen die Flächen "F4" und "F7" die höchste Vielfalt. Hier sind unterschiedliche Erklärungen denkbar und in den einzelnen Kapiteln angesprochen.

Auf der einen Seite lassen sich beide Flächen als Übergangsstadien auffassen. Dies kann sowohl über die Nutzungsdauer von vier und sieben Jahren als auch über die Art der Nutzung als eine Kombination aus Schafbeweidung und Mähnutzung zur Heugewinnung belegt werden. Zum Arteninventar dieser Übergangsstadien zählen sowohl Vertreter der Mähwiese als auch Weidearten, so daß es kurzfristig zu einer höheren Vielfalt kommt. Ein grundsätzlich ähnlicher Effekt zeigt sich bei der Betrachtung von Ökosystemen in verschiedenen Sukzessionsstadien. Vorwald- oder Primärwaldstadien sind artenreicher als alte, reife Buchennwälder. Dieser weitverbreiteten Theorie stellt REICHHOLF (1993) eine ganz andere Überlegung gegenüber, in der er den Artenschwund ganz allgemein auf die flächendeckende Eutrophierung der Landschaft beispielsweise durch Trockendeposition zurückführt. Mangel fördert nach dieser Theorie Artenvielfalt. Nach PLACHTER (1991) sind 93% aller Pflanzenarten der

Roten Liste an stickstoffarme Standorte gebunden. Vor diesem Hintergrund läßt sich beispielsweise die Arten Vielfalt des tropischen Regenwaldes, eines sehr alten Ökosystems, erklären, in dem Nährstoffe sehr knapp und zu annähernd 100% in den Organismen gebunden sind.

Auf der Basis dieser Überlegung läßt sich zumindest die überraschende Artenarmut auf der Kontrollfläche "FK" und auf "F1" erklären. Allerdings steht der größeren Vielfalt auf "F4" und "F7" keine nachweisbare Ausmagerung entgegen. Wahrscheinlich ist für diese Artenzunahme die größere Inhomogenität der Fläche, verursacht durch den Schaftritt, verantwortlich. Wenn sich auch in der Fläche keine signifikanten Verdichtungsvorgänge nachweisen ließen, so entstehen doch zunehmend Inhomogenitäten. An bestimmten Stellen zertreten die Weidetiere die Pflanzendecke, so daß neue Standortbedingungen für die Ansiedelung anderer Arten als der schon vorhandenen entstehen. Außerdem werden durch die im Gegensatz zum Mähbalken selektive Nutzung der Pflanzen einzelne Pflanzenarten geschont, die dann ihrerseits die Biotopfaktoren bestimmter Tierarten verbessern.

Auf der anderen Seite muß angesichts der Resultate die Auswahl der Flächen und deren Einordnung in den postulierten Nutzungsgradienten in Frage gestellt werden. Unanfechtbar ist sicherlich die Einordnung bezüglich der Nutzungsdauer durch die Schäferei. Fraglich bleibt aber, ob dieser Nutzungsdauer auch eine entsprechende Nutzungsintensität entspricht. Um diesen Aspekt zu klären, müssen Überlegungen zur Definition des Begriffs Nutzungsintensität angestellt werden. Bestimmend für die Intensität der Nutzung sind Faktoren wie die Entnahmemenge an Energie, der Energieinput über Düngemittel etc. sowie die Frequenz der Nutzung. Zur Nutzungsfrequenz müssen nicht nur die Weidegänge, sondern sicherlich auch das anschließende Ausmähen gerechnet werden. Gerade "F7" wurde aber nicht nach jedem Weidegang ausgemäht, was seinen Grund unter anderem auch in der hoffernen Lage der Fläche hat. Aus diesem Grund konnten sich hier auch stärker als auf anderen Flächen Sonderstrukturen entwickeln, wie sie in Kapitel 3 beschrieben werden.

### Zur Flächenauswahl

Retrospektiv muß die Auswahl der Flächen zur Beantwortung der Fragestellung als zu detailliert beurteilt werden. Wahrscheinlich wäre eine Bewertung des Einflusses der Schäferei auf die Wiesenökosysteme leichter gewesen, wenn nur be-



weidete mit unbeweideten Flächen verglichen worden wären. Die Differenzierung in Flächen unterschiedlicher Beweidungsintensität hat nur wenig zusätzliche Informationen erbracht, wohingegen das Ergebnis der Kontrollfläche als nur einer Wiese zu wenig belastbar ist. Für weitere Arbeiten wäre es sicher empfehlenswert, beispielsweise drei beweideten Flächen drei Mähwiesen gegenüberzustellen, um auch Aussagen über die Variabilität des Arteninventars unterschiedlicher Mähwiesen im Untersuchungsgebiet zu gewinnen. Ein solcher Aufbau würde auch die statistische Auswertung der Daten wesentlich vereinfachen, da im Fall von nur zwei Gruppen mit nichtparametrischen Tests Ergebnisse abgesichert werden könnten. Im vorliegenden Fall hätten lediglich über ein parametrisches Testverfahren wie eine multivariate Varianzanalyse Nullhypothesen zu Unterschieden zwischen allen Flächen getestet werden können. Um allerdings die Voraussetzungen für die Anwendung eines parametrischen Testverfahrens zu erfüllen (Normalverteilung der Daten, Stichprobenumfang), müßte die Datenbasis jeder Fragestellung wesentlich breiter sein, so daß sich bei gegebenem maximalem Arbeitsaufwand der Umfang der untersuchbaren Aspekte zu weit einschränkt. Die Beschränkung der Fragestellung auf beweidete und gemähte Wiesen läßt später trotzdem eine differenzierte Betrachtung innerhalb einer der beiden Gruppen zu.

## 6.2 Überlegungen zur Methodik

Bei der Besprechung der Ergebnisse der faunistischen Untersuchungen wurden jeweils die Artenlisten für die einzelnen Flächen zugrunde gelegt. Diese Artenlisten bestehen aus der Summe aller Fänge über mehrere Leerungszeiträume und der Summe von mehr als einer Falle pro Fläche. Die Frage der Fallenzahl pro Fläche, die notwendig ist, um das gesamte Artenspektrum zu erfassen, wurde dort ebenfalls diskutiert. Bei der Beschickung der Untersuchungsflächen geht man in der Regel von einer zufälligen Verteilung der Fallenstandorte in einer homogenen Fläche aus. Unter diesen Voraussetzungen sollte man dann auch eine gleiche Fängigkeit der Fallen voraussetzen. Das bedeutet, daß die Anzahl der gefangenen Individuen und Arten vom Fallenstandort innerhalb der Fläche unabhängig sein sollten. Schon bei der oberflächlichen Auswertung beim Leeren der Fallen wurde deutlich, daß dies nicht der Fall ist. Vielmehr gibt es Fallen, in denen viele Tiere liegen, und solche, in denen wenige Tiere gefangen wurden.

Aus diesem Grund wurde die Frage untersucht, ob die Anzahl der gefangenen Spinnenarten in einem Zusammenhang mit der Zahl der gefangenen Käferarten pro

Fallenstandort steht. In Abbildung 44 ist die Anzahl der Spinnenarten gegen die Anzahl der Käferarten geplottet. Die Verteilung der Punkte legt die Vermutung nahe, daß eine positive Korrelation zwischen den beiden Wertengruppen vorliegt, die mittels einer Korrelationsanalyse untersucht werden soll.

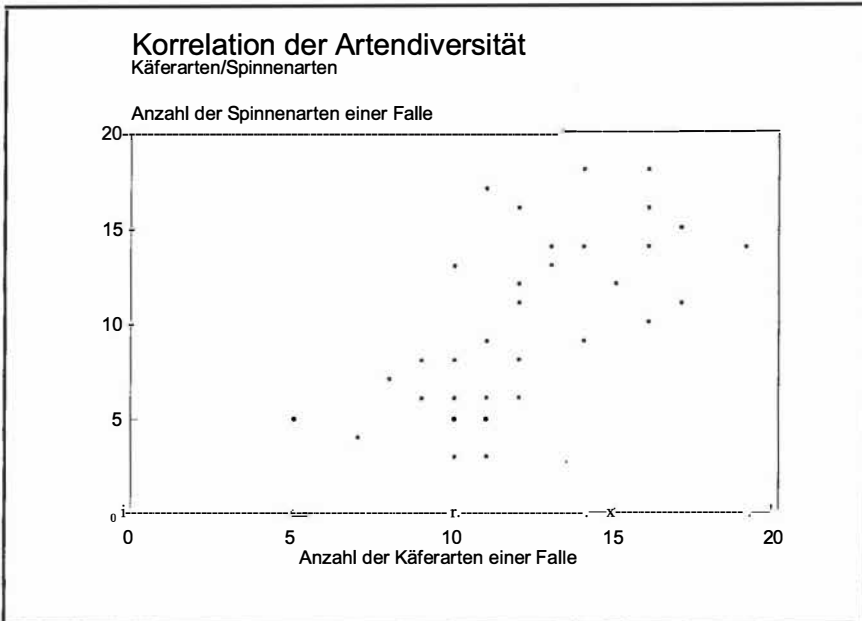


Abbildung 44- Plot der pro Falle erfaßten Käfer- und Spinnenarten.

Vor der Besprechung der Analyse soll kurz auf den Unterschied zwischen der vorliegenden Korrelationsanalyse und einer Regressionsanalyse verwiesen werden. Bei einer Regression liegt der Streuung der einen Variablen eine Abhängigkeit von der zweiten Variablen zugrunde. Dieser funktionale Zusammenhang kann durch eine mathematische Funktion, bei der einer Änderung der unabhängigen Variablen eine Änderung der abhängigen Variablen folgt, beschrieben werden (BASLER 1986, SOKAL & ROHLF 1981).

Im Gegensatz zu der Regression, bei der ein kausaler Zusammenhang zwischen den Variablen besteht, belegt die Korrelationsanalyse lediglich eine Korrelation der Variation zwischen zwei zufälligen Stichproben aus einer bivariaten Normalverteilung (BROWN & DOWNHOWER 1980). Diese Korrelation wird mit einem Korrelati-

onskoeffizienten beschrieben, der zwischen 0 und 1 liegt. Im vorliegenden Fall wurde PEARSON'S  $r$  als Korrelationskoeffizient gewählt. Für  $N = 36$  berechnet sich  $r = 0,6767$ . Damit kann bei einer Sicherheitswahrscheinlichkeit von 95% die Nullhypothese, daß keine Korrelation vorliegt, abgelehnt werden (ROHLF & SOKAL 1969).

Als Maß für die Korrelation kann das Quadrat des Korrelationskoeffizienten herangezogen werden. Es summiert den Teil der Variation der Variablen (Spinnenarten und Käferarten), der die Kovariation zwischen beiden ausmacht. Im vorliegenden Fall berechnet sich  $r^2 = 0,46$ . 46% der totalen Variation der Daten erklärt sich über den Zusammenhang zwischen beiden Variablen.

### 6.3 Bewertung aus der Sicht des Naturschutzes

Die vorliegende Arbeit wurde im Wirtschaftsgrünland der Fuldaaue durchgeführt, so daß von vornherein nicht erwartet werden konnte, eine Vielzahl seltener oder geschützter Tier- und Pflanzenarten nachzuweisen. Vielmehr stand im Mittelpunkt des Interesses, die Veränderungen zu dokumentieren, welche sich in der Folge einer wenig augenfälligen Nutzungsänderung in den Wiesen abspielen. Dabei waren keine schwerwiegenden Eingriffe wie der Umbruch von Wiesen in Ackerland oder die Dränierung von ehemaligen Feuchtwiesen zu beurteilen, sondern es ging um die Beurteilung von Vorgängen, die sich unter dem in Landschafts- und Naturschutzgebietsverordnungen weitverbreiteten Passus "ordnungsgemäße Landwirtschaft" einordnen lassen. PLACHTER (1991) beurteilt den starken Rückgang von Arten, die noch bis vor wenigen Jahren weit verbreitet oder dominant waren, funktional schwerwiegender als das Verschwinden der auch früher selteneren oder nur regional verbreiteten Rote-Liste-Arten.

Für den vorliegenden Fall stellt sich die Bilanz weniger drastisch dar, als zu Beginn der Arbeiten vermutet. Für die Vielfalt von Tier- und Pflanzenarten ist die Vielfalt der Nutzungen nebeneinander wesentlich ausschlaggebender als die Intensität der einzelnen Nutzung selbst. Einzelne Schafkoppeln im Fuldatal führen nicht zu einer Artenverarmung, sondern stellen im Gegenteil neue Strukturen dar, die sich auf das Vorkommen vieler Arten positiv auswirken. Dies deckt sich mit Ergebnissen, die LICHT (1993) bei der Beurteilung von unterschiedlichen Entwicklungen nach der Nutzungsaufgabe in Waldwiesentälern der Schwarzwaldvorberge gewonnen hat.

Vielfalt in den Biotopstrukturen zieht auch Artenvielfalt nach sich. Dabei spielt es keine Rolle, ob diese Vielfalt natürlich oder anthropogen entstand. So dienen beispielsweise die Holzpfähle der Schafkoppel Bussarden als Ansitzplätze zur Mäusejagd, im toten Holz der Pfähle entwickeln sich Käferlarven, Wespen nutzen das Holz der Pfähle als Nistmaterial, Solitärbiene finden Spalten und Gänge für die Aufzucht ihrer Jungen, und die Altgrasstreifen entlang des Zaunes erfüllen vielfältige Biotopfunktionen, die vorher auf der Mähwiese nicht vorhanden waren.

## Kapitel 7:

### ZUSAMMENFASSUNG

Über unterschiedlich lange Zeiträume mit unterschiedlicher Intensität als Schafrotationsweide genutzte ehemalige Mähwiesen wurden hinsichtlich

- physikalischer Bodenparameter als Indikatoren für Verdichtungsvorgänge,
- vegetationskundlicher Unterschiede in Folge der Schnitt- und Beweidungsregime sowie
- den Auswirkungen auf die Heuschrecken-, Laufkäfer- und Spinnengemeinschaften

untersucht.

Die allgemeine Beschreibung der Böden zeigt, daß sich die Flächen hinsichtlich ihrer Bodenbeschaffenheit und Nährstoffversorgung nur in engen Grenzen unterscheiden. Lediglich die Kontrollfläche hat einen deutlich erhöhten Feinsandanteil und weniger Ton als die Vergleichsflächen. Zusammenfassend werden die Böden als hydromorphe, allochthone Aueböden beschrieben. Porosität und Permeabilität korrelieren wesentlich stärker mit der Bodenart als - wie ursprünglich vermutet - mit der Intensität der Beweidung.

Bei der direkten Untersuchung einer bislang als Mähwiese genutzten Fläche vor und nach einer Weidesaison konnte eine erhöhte Verdichtung im Bereich der Mittelporen nachgewiesen werden, die Permeabilität wurde dadurch jedoch nicht nachweisbar beeinträchtigt. Frostlockerung und pedobiologische Aktivität außerhalb der Weidezeiten wirken diesem Prozeß entgegen, so daß sich über mehrere Jahre keine zunehmende Verdichtung auf den dauerhaft beweideten Flächen nachweisen läßt.

Allerdings führt die Beweidung zu speziellen Strukturen, wie sie auf reinen Mähwiesen nicht gefunden werden können. Aufgrund der räumlich differenzierten Nutzung der Fläche durch die Schafe entstehen Störstellen beispielsweise an der

Tränke oder dort, wo die Tiere Nacht für Nacht lagern. Diese Störstellen sind bald von Vegetation entblößt, stark durch den Kot und Urin der Tiere in ihrem Chemismus verändert und deutlich verdichtet.

Vegetationsaufnahmen nach BRAUN-BLIXQUET und die Auswertung nach den ökologischen Zeigerwerten belegen die Nutzungsintensivierung durch die Schafrotationsweide. Die Wiesen verarmen an Kenn- und Differentialarten der Glatthafergesellschaften, dafür finden sich mehr Ruderalisierungszeiger. Die Artenzahl nimmt kontinuierlich ab, und es erfolgt eine Verschiebung des Artenspektrums zu lichthungrigen Düngezeigern mit hohem Regenerationsvermögen. Hinzu kommt die Ausbreitung von Weideunkräutern vor allem auf Flächen, die nicht regelmäßig ausgemäht werden. Die Fläche "F7" stellt ein Übergangsstadium von der Wiese zur intensiven Rotationsweide dar, auf der sich vorübergehend eine erhöhte Vielfalt aus Arten der Wiese und Weideunkräutern eingestellt hat.

Eine gleichgerichtete Vegetationsveränderung nach der Umnutzung einer vormaligen zweischürigen Mähwiese in eine Schafrotationsweide belegt die Annahme, daß die Unterschiede in der Vegetation auf "FK", "F1", "F4", "F7" und "F15" nicht standortbedingt, sondern nutzungsbedingt sind. Dies könnte mittels einer Frequenzprozentanalyse auf "F1" vor und nach einer dreijährigen Schafbeweidung im Vergleich zu der Kontrollfläche "FK" belegt werden.

Die Heuschreckenfauna wurde mittels Isolationsquadratfängen untersucht, die Erfassung der Laufkäfer- und Spinnenfauna erfolgte mit Barberfallen.

Die höchste Individuendichte der Heuschrecken fand sich auf "FK" gefolgt von "F7". Aussagen zu Diversität und Evenness sowie Arten- und Dominanzidentität sind aufgrund der eingeschränkten Artenzahlen zwischen drei und sechs pro Fläche nur unter Vorbehalten möglich. Durchweg geringe Diversitätswerte sind auf die Artenarmut zurückzuführen, da die Evenness aller Aufnahmen nahe bei 1 liegt. Für die Gemeinschaften von "FK" und "F1" zeigt sich eine große Übereinstimmung hinsichtlich der Arten- und Dominanzidentität. Eine hohe Anzahl Subadulter in den Barberfallen der Fröhsommerfangperioden auf "F1" findet keinen Niederschlag in entsprechenden Abundanzen adulter Heuschrecken. Die Beweidung führt demnach zu erhöhten Mortalitätsraten der Larvalstadien. Das Ähnlichkeitsdendrogramm bestätigt die große Ähnlichkeit der Dominanzidentitäten von "FK" und "F1", die Verschmelzungsniveaus für die übrigen Flächen liegen jedoch auch zwischen 55 und 70%.

Artenzahl und Aktivitätsdichte der Laufkäfergemeinschaften weisen die Kontrollfläche als die sowohl arten- als auch individuenärmste Fläche aus. Darüber hinaus werden dort 83% aller Individuen von einer Art (*Poecilus versicolori*) gestellt. Die höchste Diversität findet sich auf "F4"; auf "F7" und "F15" sind die Diversitätswerte niedriger, dafür aber die Abundanzen wesentlich höher. Mit 30 Arten ist "F4" am artenreichsten, während die größte Aktivitätsdichte auf "F7" nachgewiesen werden konnte. Ähnlich den Heuschreckengemeinschaften zeigt sich eine hohe Übereinstimmung zwischen "FK" und "Fr, die Laufkäferzönosen der intensiver beweideten Flächen unterscheiden sich in Arten- und Dominanzidentität deutlich von den Zönosen dieser Flächen.

Die Auswertung der Spinnenfänge unterstützt mit leichten Abweichungen die Ergebnisse aus der Analyse der Laufkäferfänge. "F7" ist die mit Abstand arten- und individuenreichste Fläche. Erneut findet sich die niedrigste Aktivitätsdichte auf "FK", wenngleich sich diese nur minimal von der auf "F4" unterscheiden. Deutlich zeigt das Ähnlichkeitsdendrogramm zwei Gruppen von Spinnengemeinschaften: die der Mähwiesen und die der Weiden.

Während die Kontrollfläche "FK" und die seit einem Jahr beweidete Fläche "F1" durch arme Laufkäfer- und Spinnengesellschaften gekennzeichnet sind, auf denen wenige Arten extrem hohe Dominanzwerte erreichen, profitieren die genannten Gruppen offensichtlich von der Schafbeweidung. Der Vorteil wird auf den Flächen deutlicher, die nicht perfekt als Rotationsweide genutzt werden. Diverse Störstellen und Kleinstrukturen schaffen ökologische Nischen, die von zusätzlichen Arten besetzt werden. Lediglich die Heuschrecken werden durch diese Nutzungsform benachteiligt.





## Kapitel 8:

### VERZEICHNISSE

#### 8.1 Literatur

- ADIS, J. (1974): Bodenfallenfänge in einem Buchenwald und ihr Aussagewert. - unveröffentlichte Diplomarbeit, Göttingen.
- AID (1992): Biotope pflegen mit Schafen. (Hrsg.): AID. AID Veröffentlichung Nr. 1197, Bonn.
- BARBER, H. S. (1931): Traps for cave inhabiting insects. J. Elisha Mitchell Soc. (46), 259-266.
- BARNDT, D. (1976): Das Naturschutzgebiet Pfaueninsel in Berlin, Faunistik und Ökologie der Carabiden. Dissertation, Berlin.
- -, BRASE, M., GLAUCHE, M., GRUTTKE, H., KEGEL, B., PLATEN, R. & H. WINKELMANN (1991): Die Laufkäferfauna von Berlin (West) - mit Kennzeichnung und Auswertung der verschollenen und gefährdeten Arten (Rote Liste, 3. Fassung). - in: AUHAGEN, A., PUKTEN, R. & H. SUKOPP (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Pflanzen und Tiere in Berlin. - Landschaftsentwicklung und Umweltforschung S6: 243-275.
- BARKMAN, J.J., DOING, H. & S. SEGAL (1964): Kritische Bemerkungen und Vorschläge zur quantitativen Vegetationsanalyse. Acta botanica Neerl. **13**: 394-419.
- BArtSchV: siehe Verordnung zum Schutz ...
- BASLER, H. (1986): Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistischen Methodenlehre. - Physica Verlag, Heidelberg.
- BEHRES, H. (1987): Lehrbuch der Schafkrankheiten. 3. Auflage Paul Parey, Berlin und Hamburg.
- -, SCHEELJE, H. & R. WASSMUTH (1983): Lehrbuch der Schafzucht. 6. Auflage, Paul Parey Berlin und Hamburg.
- BELLMANN, H. (1985): Heuschrecken beobachten, bestimmen. - Neumann-Neudamm.

- (1985): Die Stimmen der heimischen Heuschrecken. Neumann- Neudamm.  
(Tonkassette).
- BERTSCH, K. (1947): Der Wald als Lebensraum. - 210 S., Ravensburg.
- BLAB, J. (1993): Grundlagen des Biotopschutzes für Tiere. - 4. Aufl. Schriftenreihe für  
Landespflege und Naturschutz, **24** 480 S., Bad Godesberg.
- BLAB, J. & O. KUDRNA (1982): Hilfsprogramm für Schmetterlinge, Kilda Verlag  
Greven, 135 Seiten.
- BLICK, T. & M. SCHEIDLER (1992): Rote Liste gefährdeter Spinnen (Araneae)  
Bayerns. - Schriftenreihe Bayerisches Landesamt für Umweltschutz 111: 56-66.
- BOGENRIEDER, A. (1989): Ökologische Untersuchungen im Grünland, in:  
MÜHLENBERG, M.: Freilandökologie, Quelle & Meyer.
- BOHN, U. (1981): Vegetationskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:200.000 -  
Potentielle natürliche Vegetation - Blatt CC 5518 Fulda, Schriftenreihe für  
Vegetationskunde, Heft 15, Bonn-Bad Godesberg.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. - 3. Auflage, (1. Auflage 1928)  
Wien, New York.
- BROWN, L. & J. F. DOWNHOWER (1980): Analysis in Behavioral Ecology - A Manual  
for Laboratory and Field. Sinauer Associates.
- BRIEMLE, G. & H. ELLENBERG (1994): Zur Mahdverträglichkeit von Grünlandpflanzen -  
Möglichkeiten der praktischen Anwendung von Zeigerwerten. Natur und  
Landschaft **69** 4.
- BÜCKING, H. (1911a): Erläuterungen zur geologischen Karte von Preußen und  
benachbarten Bundesstaaten - Hrsg.: KÖNIGLICH GEOLOGISCHE LANDESANSTALT,  
Lieferung 184 Blatt Weyhers, Gradabteilung 69, Nr. 33, Berlin.
- (1911b): Erläuterungen zur geologischen Karte von Preußen und benachbarten  
Bundesstaaten - Hrsg.: KÖNIGLICH GEOLOGISCHE LANDESANSTALT, Lieferung 184  
Blatt Fulda, Gradabteilung 69, Nr. 27, Berlin.
- (1912): Geologische Karte von Preußen, Blatt Weyhers; Breite 51o/50o Länge  
27o 28o, Lieferung 184, Hrsg.: KÖNIGLICHPREUBISCHEGEOLOGISCHE  
LANDESANSTALT, Berlin.

- BEHRE, G.F. (1989): Freilandökologische Methoden zur Erfassung der Entomofauna (Weiter- und Neuentwicklung von Geräten). - Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal, **42**.
- BERGMEIER, E. & B. NOWAK (1988): Rote Liste der Pflanzengesellschaften der Wiesen und Weiden Hessens. - Vogel und Umwelt 5: 23-33.
- BERNHARDT, K.G. & H. VOIGT (1983): Vergleichende synökologische Untersuchungen zu einem Transekt Wald - Waldrand - Acker - Hecke im Landschaftsplanungsgebiet Werse. - unveröffentlichte Diplomarbeit, Münster.
- BÖCKER, R., KOWARIKI. & R. BORNKAMM (1983): Untersuchungen zur Anwendung der Zeigerwerte nach ELLENBERG. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, Band XI.
- BONESS, M. (1953): Die Fauna der Wiesen unter besonderer Berücksichtigung der Mahd. - z. Morph. Ökol. Tiere **42**: 255-277.
- BRIEMLE, G. (1992): Methodik der quantitativen Vegetationsaufnahme im Grünland. - Naturschutz und Landschaftsplanung 1/92, 31-34.
- DEDIE, K & H. BOSTEDT (1985): Schafkrankheiten. Eugen Ulmer, Stuttgart.
- DEN BOER, P.J. (1970): On the Significance of Dispersion Power for Populations of Carabid Beetles. - Oecologia (4), 1-28.
- - (1977): Dispersal power and survival. - -Miscell. Papers, L.H. Wageningen **14**, 190 Seiten.
- DIAMOND, S.(1970): Clays and Clay Minerals 18, 7-23
- DIERSCHKE, H. & Y. SONG (1982): Vegetationsgliederung und kleinräumige Horizontalstruktur eines submontanen Kalkbuchenwaldes. In: DIERSCHKE (Hrsg.): "Struktur und Dynamik von Wäldern". Berichte des internationalen Symposiums des internationalen Vereins für Vegetationskunde, Rinteln 1981, 513-539, Cramer Vaduz.
- DIN 19683, Blatt 2: Bodenuntersuchungsverfahren im landwirtschaftlichen Wasserbau
- DURWEN, K.-J. (1982): Zur Nutzung von Zeigerwerten und artspezifischen Merkmalen der Gefäßpflanzen Mitteleuropas für Zwecke der Landschaftsökologie und -planung mit Hilfe der EDV - Voraussetzungen, Instrumentarien, Methoden und Möglichkeiten. - Arbeitsberichte am Lehrstuhl für Landschaftsökologie in Münster 5: 138 Seiten und Anhang.

- (1983): Bioindikation im Dienste des Umweltschutzes. - Beiträge zur Landespflege in Rheinland-Pfalz 9: 133-160, Oppenheim.
- ELLENBERG, H. (1986): Die Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. - Ulmer, Stuttgart.
- (1991): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. 3. Aufl. - Scripta Geobotanica IX, 1-122, Göttingen.
- ERHARD, A. (1985): Wiesen und Brachland als Lebensraum für Schmetterlinge. Eine Feldstudie im Tavetsch (GR). - Denkschrift der Schweizer Naturforschungsgesellschaft, 98, 154 S, Birkhäuser, Basel.
- FISCHER, A. (1985): Feinanalytische Sukzessionsuntersuchungen in Grünlandbrachen - Methode und Methodenvergleich. In: SCHREIBER, K-F. (Hrsg.): Sukzession auf Grünlandbrachen. Vorträge eines Symposiums der Arbeitsgruppe "Sukzessionsforschung auf Dauerflächen" in der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde (IW) in Stuttgart Hohenheim 1984. Paderborn: Ferdinand Schönigh, 213-222 (Münstersche Geographische Arbeiten 20).
- - H. (1950): Die klimatische Gliederung Schwabens aufgrund der Heuschreckenverbreitung. - Ber. naturf. Ges. Augsburg 3, 65-95.
- FOERSTER, E. (1983): Pflanzengesellschaften des Grünlandes in Nordrhein-Westfalen. - Schriftenreihe der Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung NRW, Bd 8, 71 s.
- FRANZ, H. (1931): Über die Bedeutung des Mikroklimas für die Faunenzusammensetzung auf kleinem Raum. - Z. Morph. Ökol. Tiere 22, 587-628.
- (1933): Auswirkungen des Mikroklimas auf die Verbreitung mitteleuropäischer xerophiler Orthopteren. - Zoogeogr. 1, 551-565.
- FREUDE, H. (1976): Carabidae. - in: FREUDE, H., HARDE, K.W. & G.A. LOHSE: Die Käfer Mitteleuropas, Bd. 2, Krefeld.
- GEILER, H. (1957/58): Zur Ökologie und Phaenologie der auf mitteldeutschen Feldern lebenden Carabiden. - Wiss. Z. art-Marx. Univ. Leipzig, Mat. Nat. R. (9), 35-61.
- GEISER, R. und Mitarbeiter (1984): Rote Liste der Käfer (Coleoptera). In: BLAB J., NOWAK, E., TRAUTMANN, W. & H. SUKOPP (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland. 4. Auflage. - Naturschutz aktuell 1: 75-114, Greven.

- GERKEN, B. (1981): Zum Einfluß periodischer Überflutungen auf bodenlebende Coleopteren in Auwäldern am südlichen Oberrhein. - Mitt. DGaafE. (3), 130-134.
- GREIN, G. & G. IHSEN (1980): Heuschreckenschlüssel. - DJN, Hamburg.
- HARING, F. (1984): Schafzucht. 7. Auflage Eugen Ulmer, Stuttgart.
- HARMS, K.H. (1984); Rote Liste der Spinnen (Araneae). In: BLAB J., NOWAK, E.» TRAUTMANN, W. & H. SUKOPP (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland. 4. Auflage. - Naturschutz aktuell 1: 122-1255, Greven.
- - (1986): Rote Liste der Spinnen Baden-Württembergs. Verbesserte und erweiterte Fassung (Stand 1.2.1985) in: LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG, INSTITUT FÜR ÖKOLOGIE UND NATURSCHUTZ (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in Baden-Württemberg. Arbeitsblätter für Naturschutz (5):65-68, Karlsruhe.
- HARTGE K. H. (1971): Die physikalische Untersuchung von Böden. - Encke Verlag, Stuttgart.
- HARTMANN, M. (1993): Rote Liste der Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae) Thüringens. - Naturschutzreport 5: 78-86.
- HARZ, K. (1957): Die Gradflügler Mitteleuropas. - Jena.
- - (1984): Rote Liste der Gradflügler (Orthoptera s.lat.). - In: BLAB J., NOWAK, E., TRAUTMANN, W. & H. SUKOPP (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland. 4. Auflage. - Naturschutz aktuell 1: 122-1255, Greven.
- HERRMANN, R. (1955): Die Untersuchung von Böden. Handbuch der landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (Methodenbuch), Bd. 1, Neumann-Verlag, Radebeul und Berlin.
- HESSISCHES STATISTISCHES LANDESAMT Hrsg. (1969): Beiträge zur Statistik Hessens. Betriebsgrößenstruktur in der Landwirtschaft, Bodennutzung und Viehhaltung in den hessischen Gemeinden 1967/68. Nr. 32 Neue Folge. Wiesbaden.
- - (1967): Beiträge zur Statistik Hessens. Betriebsgrößenstruktur in der Landwirtschaft, Bodennutzung und Viehhaltung in den hessischen Gemeinden 1964/65. Nr. 23 Neue Folge. Wiesbaden.
- - (ohne Jahresangabe): Hessische Gemeindestatistik 1960/61. Heft 4: Betriebsstruktur der Landwirtschaft. Wiesbaden.

- (1952): Hessische Gemeindestatistik 1950 Heft 4 - Landwirtschaftliche Bodennutzung - Viehbestand. Beiträge zur Statistik Hessens Nr 48. Wiesbaden.
- HEYDEMANN, B. (1955): Die Carabiden der Kulturfelder als ökologische Indikatoren. Berichte der Wanderversammlung deutscher Entomologen 7: 172-185
- (1956a): Die Biotopstruktur als Raumwiderstand und Raumfülle für die Tierwelt. - Verh. D. Z. G. Hamburg, 332-347.
- (1956b): Über die Bedeutung der Formalinfalle für die zoologische Landesforschung. - Faun. Mitt. Norddeutschland (6), 19-24.
- (1964): Die Carabiden der Kulturbiotop von Binnenland und Nordseeküste - ein ökologischer Vergleich. (Coleoptera, Carabidae). - Zoologischer Anzeiger 172: 49-86.
- HEYDEMANN, B. & J. MÜLLER-KARCH (1980): Biologischer Atlas Schleswig-Holstein. - Wachholtz Verlag, Neumünster, 263 Seiten.
- HOLLIDAY, N. J. & E. A. C. HAGLEY (1978): Occurrence and activity of ground beetles in a pest management of apple orchard.- Canad. Ent. **110**, 113-119.
- HORN, R. (1985): Die Bedeutung der Trittvdrichtung durch Tiere auf physikalische Eigenschaften alpiner Böden. - Zeitschrift für Kulturtechnik und Flurbereinigung 26, 42-51, Paul Parey, Berlin und Hamburg.
- JACOBS, W. (1953): Verhaltensbiologische Studien an Feldheuschrecken. - Z. Tierpsych., Beih. 1, 1-228.
- JAKOVLEV, V. (1956): Wasserdampfabgabe der Acridiiden und Mikroklima ihrer Biotop. - Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft, Hamburg, 136-142
- (1959): Mikroklimatische Untersuchungen im Acridiidenbiotop. - Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere, **48**, 89-101
- & F. KRÜGER (1953): Vergleichende Untersuchungen zur Physiologie der Transpiration der Orthopteren. - Zool. Jb. Physiologie, **64**, 391-428.
- KALTENBACH, A. (1963): Milieufeuchtigkeit, Standortsbeziehungen und ökologische Valenz bei Orthopteren im pannonischen Raum Österreichs. - SB Österr. Akad. Wiss. math.-nat. Kl. 172, 97-110.
- KLAPP, E. (1930): Zum Ausbau der Graslandsbestandsaufnahme zu landwirtschaftlich-wissenschaftlichen Zwecken. Pflanzenbau **6**, 197-210.

- (1965): Grünlandvegetation und Standort. - Paul Parey, Berlin Hamburg.
- (1971): Wiesen und Weiden. - 4. Auflage. Paul Parey, Berlin Hamburg.
- KLAPP, E. & A. STÄHLIN (1936): Standorte, Pflanzengesellschaften und Leistung des Grünandes. Eugen Ulmer, Stuttgart.
- KLAUSNITZER, B. & K. RICHTER (1983): Presence of an urban Gradient demonstrated for carabid associations. *Oecologia* (Berlin) **59**, 79-82..
- KNAPP, R. (1983): Möglichkeiten quantitativer Präzisierung bei Bestands-Analysen von Pflanzengesellschaften. *Tuexenia* 3: 477-483.
- (1984): Sample (releve) and plot-less sampling. - In: KNAPP, R. (Hrsg.): *Handbook of Vegetation Science*, Vol. 4, The Hague, Boston, Lancaster: 101-119.
- KÖHN, M. (1928): *Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde*, **A 11**, 50.
- KOSTYRA, S. (1994): Zur Vermeidung von Kleinsäugerfängen in Barberfallen. *Natur und Landschaft* **69**, 7/8.
- KOVARIK, L & W. SEIDLING (1989): Zeigerwertberechnung nach Ellenberg - Zu Problemen und Einschränkungen einer sinnvollen Methode. - *Landschaft und Stadt* **21**: 132-143.
- KÜHNELT, W., (1960): Verbreitung und Lebensweise der Orthopteren der Pyrenäen. - *Zool. Beitr. N. F.* (5), 557-580.
- LAMMERS, E. (1984): *Koppelschafhaltung*. 2. Auflage, DGL-Verlag, Frankfurt am Main.
- LEITINGER-MIKOLETZKY, E. (1940): Die Tiersukzessionen auf Fichtankahlschlägen. - *Zool. Jb. System.* **73**, 467-504.
- LICHT, T. (1992): Das Biosphärenreservat Rhön, Ziele des Schutzgebietstyps und Aufgaben seiner Umsetzung. *Naturschutz und Landschaftsplanung* **2/92**.
- (1993): Verinselung von Waldwiesentälern für Heuschrecken und Laufkäfer durch Fichtenriegel. *Natur und Landschaft* **68** 3.
- LINDROTH, C.H. (1945): Die Fennoskandischen Carabidae I. - *Göteborgs kgl. Vetensk. Handl.* **4** (1).

- (1949): Die Fennoskandischen Carabidae III. - Göteborgs kgl. Vetensk. Handl. **4** (3).
- LOHMEYER W. (1970): Über einige Vorkommen naturnaher Restbestände des Stellario-Carpinetum und des Stellario-Alnetum glutinosae im westlichen Randgebiet des Bergischen Landes. Schriftenreihe für Vegetationskunde, 5: 67-74, Bonn.
- LONDO, G. (1975): Dezimalskala für die vegetationskundliche Aufnahme von Dauerquadraten. In: SCHMIDT, W. (Hrsg.): "Sukzessionsforschung", Berichte des internationalen Symposiums des internationalen Vereins für Vegetationskunde, Rinteln 1973, 613-617, Cramer Vaduz.
- LORENZ, W. (1992): Rote Liste gefährdeter Laufkäfer (Carabidae) Bayerns. - Schriftenreihe Bayerisches Landesamt für Umweltschutz 111: 100-109.
- LÜDI, W. (1955): Beitrag zur Kenntnis der Vegetationsverhältnisse im Schweizer Alpenvorland während der Bronzezeit. - In: GUYAN, W.U. et. al.: Das Pfahlbauproblem. - Monographien zur Ur- und Frühgeschichte der Schweiz **11**: 91-109.
- MAGGURAN, A. E. (1988): Ecological Diversity and Its Measurement. - Croom Helm, Sydney, London, 179.
- MALT, S. & F. W. SANDER (1993): Rote Liste der Webspinnen (Araneae) Thüringens. 1. Fassung, Stand 1992. - Naturschutzreport 5: 41-48.
- MARCHAND, H. (1953): Die Bedeutung der Heuschrecken und Schnabelkerfe als Indikatoren verschiedener Graslandtypen. - Beitr. Entomol. (3), 116-162.
- MEISEL, K. (1977): Auswirkungen landwirtschaftlicher Intensivierungsmaßnahmen auf die Acker- und Grünlandvegetation und die Bedeutung landwirtschaftlicher Problemgebiete für den Arten- und Biotopschutz. - Jahrbuch Naturschutz und Landschaftspflege **27**: 63-74.
- MÜHLENBERG, M. (1989): Freilandökologie. Quelle & Meyer, Heidelberg.
- MÜLLER, G. (1972): Faunistisch-ökologische Untersuchungen der Coleopterenfauna der küstennahen Kulturlandschaft bei Greifswald. II/III Die Wirkung der Herbizide UVON-kombi und Elbanil auf die Epigäische Fauna von Kulturflächen. - Pedobiologia **12**, 169-211.
- MÜLLER, H. & D. STEINWARZ (1988): Auswirkung unterschiedlicher Schnittvarianten auf die Arthropodenzönose einer urbanen Grünfläche.- Natur und Landschaft, **63**, 7/8.



- MUELLER-DOMBOIS, D. & H. ELLENBERG (1974): Aims and Methods in Vegetation Ecology. - New York.
- NAGEL, P. (1978): Käfergesellschaften als Indikatoren für den Belastungsgrad trockenwarmer Standorte des Saar-Mosel-Raumes. - Jb. Naturwissen. Ver. Wuppertal **31**, 145-148.
- NOWAK, B. (1990): Glatthafer- und Goldhaferwiesen (*Arrhenathalia elatoris*) in: NOWAK, B. (Hrsg.): Beiträge zur Kenntnis hessischer Pflanzengesellschaften. Botanische Vereinigung für Naturschutz in Hessen (BVNH), Frankfurt.
- OBERDÖRFER, E. (1957): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Pflanzensoziologie (J\$na) **10**: 564.
- - (1983): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. - Ulmer, Stuttgart.
- - (1993): Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil III Wirtschaftswiesen und Unkrautgesellschaften. Hrsg.: ERICH OBERDÖRFER, bearb. THEO MÜLLER und ERICH OBERDÖRFER, 3. Aufl. Gustav Fischer Stuttgart.
- OSCHMANN, M. (1969): Faunistisch-ökologische Untersuchungen an Orthopteren im Raum von Gotha. - Hercynia **6** (2), 115-168.
- - (1973): Untersuchungen zur Biotopbindung von Orthopteren. - Faunist. Abh. staatl. Mus. Tierkunde Dresden **4**, 177-206.
- PLACHTER, H. (1985): Faunistisch-ökologische Untersuchungen auf Standorten des Unteren Brombachtals (Bayern) und ihre Bewertung aus der Sicht des Naturschutzes. - Ber. ANL **9**, 45-92.
- - (1991): Naturschutz. - UTB Gustav Fischer Verlag.
- PIATEN, R., MORITZ, M. & B. v. BROEN unter Mitarbeit von BOTHMANN, I., BRUHN, K. & U. SIMON (1991): Liste der Webspinnen und Weberknechtarten (Arach.: Araneida, Opilionida) des Berliner Raumes und ihre Auswertung für Naturschutzzwecke (Rote Liste). - in: AUHAGEN, A. PLATEN, R. & H. SUKOPP (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Pflanzen und Tiere in Berlin. - Landschaftsentwicklung und Umweltforschung **S6**: 169-205.
- PLATNIK, N. I. (1993): Advances in Spider Taxonomy 1988.1991. - N.Y. Ent. Soc. & Amer. Mus. Nat. Hist., 846 pp, New York.
- PROUTEAU, C. & J. C. ROBERT (1973): Contribution à l'étude écofaunistique d'un plateau calcaire dans le Jura français. Les Acridiens. - Ann. Sei. Univ. Besancon **10**, 71-91.

- RABELER, W. (1954): Die Tiergesellschaften eines nitrophilen Kriechrasens in Nordwestdeutschland. - Mitt. Florist.-Soz. Arbeitsgem., N. F. 4, 166-172.
- (1955): Zur Ökologie und Systematik von Heuschreckenbeständen in nordwestdeutschen Pflanzenbeständen. - Mitt. Florist.-Soz. Arbeitsgem., N. F. 5, 184-192.
- RECK, H. (1992): Spezieller Artenschutz und Biotopschutz: Zielarten als Naturschutzstrategie und ihre Bedeutung als Indikatoren bei der Beurteilung der Gefährdung von Biotopen. - Schriftenreihe für Landschaftsplanung und Naturschutz Nr. 36.
- REICHHOLF, J. H. (1993): Das Comeback der Biber - ökologische Überraschungen. C.H. Beck, 232 Seiten.
- REFSETH, D. (1980): Ecological analysis of Carabidcommunities potential use in biological Classification for nature Conservation. - Biol. Conser. 17, 131-141.
- REICHEL, G. & O. WILMANN (1973): Vegetationsgeographie, Westermann, Braunschweig.
- REISE, K. (1970): Etwas zur Ökologie der Heuschrecken im Mumauer Moos. - DJN-Jb 7, 47-102.
- RENKONEN, O. (1938): Terrestrische Käferwelt Finnischer Bruchmoore. - Ann. Zool. Soc. 6, (1), 1-229.
- RENNER, K. (1980): Faunistisch-ökologische Untersuchungen der Käferfauna pflanzensoziologisch unterschiedlicher Biotope im Evessel-Bruch bei Bielefeld-Sennestadt. - Ber. Naturwiss. Ver. Bielefeld, SH. (2), 146-176.
- RICHARDS, L. A. (1949); Soil Science 68, 95.
- RIEHM, H. & B. ULRICH (1954): Landwirtschaftliche Forschung. 6 95.
- RÖBER, H. (1949): Insekten als Indikatoren des Mikroklimas. - Naturw. Rundschau 2, 469-499.
- (1951): Die Dermapteren und Orthopteren Westfalens in ökologischer Betrachtung. - Abh. Landesmus. Naturk. Westf. Münster 14, 3-60.
- RÖLL, WERNER (1969): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 126 Fulda. - In: Die Naturräumliche Gliederung Deutschlands, Hrsg.: BUNDESFORSCHUNGSANSTALT FÜR LANDESKUNDE UND RAUMORDNUNG, INSTITUT FÜR LANDESKUNDE, Bad Godesberg.

- ROHLF, F. J. & R.R. SOKAL (1969): *Statistical Tables*, Freeman, New York.
- ROST-SIEBERT, K. (1986): Feststellung von Veränderungen der Bodenvegetation und im chemischen Oberbodenzustand während der letzten Jahrzehnte. - UBA-Texte 18:246-256. Berlin.
- SÄNGER, K. (1977): Über die Beziehung zwischen Heuschrecken und der Raumstruktur ihrer Habitate. - *Zoologisches Jahrbuch für Systematik* Band 104: 403-488.
- SCHIEFFER, F. & P. SCHACHTSCHABEL (1976): *Lehrbuch der Bodenkunde*. - 9. Aufl. Enke, Stuttgart.
- SCHLICHTING, E. & H.-P. BLUME (1966): *Bodenkundliches Praktikum*, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- SCHMIDT, G. H. (1961): Wasserhaushalt und Insektenleben. - *Naturw. Rundschau* 14, 420-427.
- - & A. SCHLAGBAUER (1965): Die Orthopterenfauna und Pflanzengesellschaften der Kahlschläge des Arbergebietes im Bayerischen Wald, mit einem Beitrag zum Problem der Makropterie. - *Z. Morph. Ökol. Tiere* 54, 643-668.
- - & J. BÜHL (1970): Biotopmäßige Verteilung der Orthopteren Gemeinschaften in der Umgebung eines französischen Alpensees (Lac du Bourget). - *Zool. Beitr. N. F.* 16, 1-72.
- SCHROEDER, D. (1973) in: SCHLICHTIG, E. & U. SCHWERTMANN (Hrsg.): *Pseudogley und Gley*. Verl. Chemie, Weinheim.
- SCHWENZER, B. (1968): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 140 Schweinfurt. - In: *Die Naturräumliche Gliederung Deutschlands*, Hrsg.: BUNDESFORSCHUNGSANSTALT FÜR LANDESKUNDE UND RAUMORDNUNG, INSTITUT FÜR LANDESKUNDE, Bad Godesberg.
- SHANNON, C. E. & W. WEAVER (1963): *The mathematical theory of communication*. - Univ. Illinois Press, Urbana.
- SNEATH, P. H. A. & R. R. SOKAL (1973): *Numeric taxonomy, The principles and practice of numerical Classification*. Freeman, San Fransisco.
- SOERENSEN, T. (1948): A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analysis of the Vegetation on Danish commons. - *Kong. Dansk. vidensk Selsk. biol. Skr.* 5.

- SOKAL, R. R. & F. J. ROHLF (1981): *Biometry - The principles and Practices of Statistics in Biological Research*. Freeman, New York
- SPATZ, G. PLETL, L. & A. MANGSTL (1979): Programm OEKSYN zur ökologischen und synsystematischen Auswertung von Pflanzenbestandsaufnahmen. - *Scripta Geobotanica* **9**: 29-38.
- SPEIDEL, B. (1972): Das Wirtschaftsgrünland der Rhön. Vegetation, Ökologie und landwirtschaftlicher Wert (mit einer Vegetationskarte). - *Berichte der naturwissenschaftlichen Gesellschaft Bayreuth* **14**: 201-240.
- SPERBER, H. & . VAN ACKEN (1993): Pflegenotstand im Naturschutz - *Naturschutz und Landschaftsplanung* **25** (3).
- STRESEMANN, E. (1986): *Exkursionsfauna, Band Wirbellose*. - VEB Volk und Wissen, Berlin.
- STÜSSI, b. (1970): Vegetationsbeobachtung in Dauerbeobachtung.- Ergebnisse wissenschaftlicher Untersuchungen in Schweizer Nationalparks 61.
- STUBE, A. & F. TIETZE (1982): Strukturänderung der Carabidengesellschaften entlang einer Trasse immissionsbeeinflusster Kiefernbestände in der Dübener Heide. - *Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg. - Wiss. Ber. 1980/82 (P12); Bioindikation*, 27-33.
- SUKOPP, H. (1969): Der Einfluß des Menschen auf die Vegetation. - *Vegetatio* **17**: 360-371.
- SUSTEK, Z. (1983): Zeitkorrelierte Veränderungen der alpha-Diversität verschiedener Carabiden-Zönosen in Mitteleuropa. - *Biologia (Bratislava)* **38**, 959-970.
- THOME, J. P., DE BOUGE . H. & M. LOUVET (1987): Carnivorous insects as bioindicators of environmental contamination: Organochlorine insecticide residues related to insect distribution in terrestrial ecosystems. - *Int. J. Environ. Anal. Chem.* **30**, 219-232.
- TISCHLER, W. (1949): *Grundzüge der terrestrischen Tierökologie*. Braunschweig.
- TRAUTNER, J. (1992): Rote Liste der in Baden-Württemberg gefährdeten Laufkäfer (Col., Carabidae s.l.). - *Ökologie und Naturschutz* **4**, Verlag Margraf, Weikersheim, 72 S.
- TRETZEL, E. (1955): Technik und Bedeutung des Fallenfangs für ökologische Untersuchungen. - *Zoöl. Anz.* (155), 276-287.

- Verordnung zum Schutz wildlebender Tier- und Pflanzenarten  
(Bundesartenschutzverordnung - BArtSchV). In der Neufassung vom 18.  
September 1989 - Bundesgesetzblatt Teil I, 1989: 1677, berichtigt am 8.  
November 1989 - Bundesgesetzblatt Teil I, 1989: 2011, Bonn.
- VERBÜCHELN, G. (1987): Die Mähwiesen und Flutrasen der westfälischen Bucht und  
des Nordsauerlandes. - Abhandlungen des Westfälischen Museums für  
Naturkunde 49 (2), 1-88, Münster.
- VEREINIGUNG DEUTSCHER LANDESSCHAFZUCHTVERBÄNDE Hrsg. (1989): Landschafts-  
und Biotoppflege mit Schafen. Bonn.
- (1988): Schafe aktuell in Landwirtschaft und Landschaftspflege. 6. Auflage,  
Deutscher Agrar-Verlag, Bonn.
- VÖLL, S. (1993): Schafhaltung in der Bundesrepublik Deutschland. Jahresbericht der  
Vereinigung Deutscher Schafzuchtverbände. Bonn.
- WALTER, H. & S.-W. BRECKLE (1983): Ökologie der Erde I: Ökologische Grundlagen  
in globaler Sicht. - Fischer, Stuttgart.
- WITTIG, R., BALLACH, H.-J. & J. BRANDT (1985): Increase of number of acid  
indicators in the herb layer of the Millet Grass-Beech Forest of the Westphalian  
Bight.- *Angewandte Botanik* **59**: 219-232.
- ZUCCHI, H. (1988): Wiese. Plädoyer für einen bedrohten Lebensraum. -  
Ravensburger Buch-Verlag Otto Maier, 127 S., Ravensburg.

## 8.2 Abbildungen

- Abbildung 1: Entwicklung der Viehbestände in der Großgemeinde Eichenzell (1992: Quelle #1; 1990 -1973: Quelle #2; 1968: HESSISCHES STATISTISCHES LANDESAMT 1969; 1965: HESSISCHES STATISTISCHES LANDESAMT 1967; 1961: HESSISCHES STATISTISCHES LANDESAMT ohne Jahresangabe; 1950: HESSISCHES STATISTISCHES LANDESAMT 1952)
- Abbildung 2: Mittelwerte und Standardabweichung der Glührestbestimmung aus 15 Parallelmessungen der Böden aller fünf Untersuchungsflächen sowie einer Störstelle (Lägerflur "FL") der Fläche "Ff.
- Abbildung 3: C-Gehalte bestimmt durch die nasse Veraschung an Mischproben. Glühverlust berechnet als 100% minus Glührest.
- Abbildung 4: Massenprozentage der einzelnen Korngrößenfraktionen und Humusanteil der Böden auf den Untersuchungsflächen.
- Abbildung 5: Versuchsaufbau zur Bestimmung der pF-Werte durch stufenweises Entwässern der wassergesättigten Probe.
- Abbildung 6: Die Wassergehalts-pF-Kurven aller Untersuchungsflächen für pF=0 bis pF=2,48.
- Abbildung 7: Die durchschnittlichen Feinporenanteile aller Untersuchungsflächen.
- Abbildung 8: Die Schüttdichten aller Untersuchungsflächen.
- Abbildung 9: Gegenüberstellung der durchschnittlichen Wassergehalts-pF-Kurven von "FK" im Frühjahr und Herbst, die Streuung der Meßwerte und die Sicherheitswahrscheinlichkeit für die Verschiedenheit zweier Mittelwerte.
- Abbildung 10: Gegenüberstellung der durchschnittlichen Wassergehalts-pF-Kurven von "F1" im Frühjahr und Herbst, die Streuung der Meßwerte und die Sicherheitswahrscheinlichkeit für die Verschiedenheit zweier Mittelwerte.
- Abbildung 11: Gegenüberstellung der durchschnittlichen Wassergehalts-pF-Kurven von "F1" und "FL", die Streuung der Meßwerte und die Sicherheitswahrscheinlichkeit für die Verschiedenheit zweier Mittelwerte.
- Abbildung 12: Permeameter zur Kf-Bestimmung
- Abbildung 13: Ringhalter, in dem die Probe in das Wasserbecken eingetaucht wird.
- Abbildung 14: Die durchschnittlichen Permeabilitätskoeffizienten der untersuchten Flächen, die Streuung der Meßwerte und die Sicherheitswahrscheinlichkeit für die Verschiedenheit zweier Mittelwerte.
- Abbildung 15: Gegenüberstellung der durchschnittlichen Permeabilitätskoeffizienten von "FK" und "F1" im Frühjahr und Herbst mit der Streuung der Meßwerte.
- Abbildung 16: Die durchschnittlichen Permeabilitätskoeffizienten und deren Streuung auf "F1" und einer Störstelle dieser Weidefläche.
- Abbildung 17: Doppelringinfiltrometer
- Abbildung 18: Gegenüberstellung der Infiltrationsraten auf "F1": Vergleich zweier Störstellen mit der übrigen Fläche.
- Abbildung 19: Mittlere Feuchtezahl
- Abbildung 20: Mittlere Lichtzahl

- Abbildung 21: Mittlere Stickstoffzahl
- Abbildung 22: Mittlere Artenzahl
- Abbildung 23: Mittlere Reaktionszahl
- Abbildung 24: Mittlere Mahdverträglichkeitszahl
- Abbildung 25: Artenidentität (JACCARD-Zahl) und Dominanzidentität (RENKONEN-Zahl) der Heuschreckengemeinschaften aller Untersuchungsflächen
- Abbildung 26: Ähnlichkeitsdendrogramm auf der Basis einer Average-Cluster-Analyse mit den Dominanzidentitäten der Heuschreckengemeinschaften aller Untersuchungsflächen
- Abbildung 27: Dominanzstruktur der Laufkäfergemeinschaft der Fläche "FK".
- Abbildung 28: Dominanzstruktur der Laufkäfergemeinschaft der Fläche "F1".
- Abbildung 29: Dominanzstruktur der Laufkäfergemeinschaft der Fläche "F4".
- Abbildung 30: Dominanzstruktur der Laufkäfergemeinschaft der Fläche "F7".
- Abbildung 31: Dominanzstruktur der Laufkäfergemeinschaft der Fläche "F15".
- Abbildung 32: Artenidentität (JACCARD-Zahl) und Dominanzidentität (RENKONEN-Zahl) der Laufkäfergemeinschaften aller Untersuchungsflächen
- Abbildung 33: Ähnlichkeitsdendrogramm auf der Basis einer Average-Cluster-Analyse mit den Dominanzidentitäten der Laufkäfergemeinschaften aller Untersuchungsflächen
- Abbildung 34: Dominanzstruktur der Spinnengemeinschaft der Fläche "FK".
- Abbildung 35: Dominanzstruktur der Spinnengemeinschaft der Fläche "F1".
- Abbildung 36: Dominanzstruktur der Spinnengemeinschaft der Fläche "F4".
- Abbildung 37: Dominanzstruktur der Spinnengemeinschaft der Fläche "F7".
- Abbildung 38: Dominanzstruktur der Spinnengemeinschaft der Fläche "F15".
- Abbildung 39: Artenidentität (JACCARD-Zahl) und Dominanzidentität (RENKONEN-Zahl) der Spinnengemeinschaften aller Untersuchungsflächen
- Abbildung 40: Ähnlichkeitsdendrogramm auf der Basis einer Average-Cluster-Analyse mit den Dominanzidentitäten der Spinnengemeinschaften aller Untersuchungsflächen
- Abbildung 41: Tagestemperaturverlauf im Bestand einer ungemähten Wiese, einer Wiese direkt nach dem Schnitt und einer Weide im Vergleich zur Lufttemperatur gemessen 2 m über dem Boden
- Abbildung 42: Verteilung der Laufkäfer über die Größenklassen auf den unterschiedlichen Untersuchungsflächen.
- Abbildung 43: Verteilung der Spinnen über die Größenklassen auf den unterschiedlichen Untersuchungsflächen.
- Abbildung 44: Plot der pro Falle erfaßten Käfer- und Spinnenarten.

### 8.3 Tabellen

- Tabelle 1: Bezeichnung der Korngrößenfraktionen mit den entsprechenden Teilchendurchmessern in Mikrometern.
- Tabelle 2: Fallzeit der Korngrößenfraktionen
- Tabelle 3: Stickstoffversorgung und pH- Wert des Bodens der Untersuchungsflächen. Die Stickstoffmengen sind in mg pro kg Boden angegeben.
- Tabelle 4: pF-Werte, Druck, Porendurchmesser und Porengrößenbereich nach SCHLICHTING (1966), in dem die Messungen durchgeführt wurden.
- Tabelle 5: Sicherheitswahrscheinlichkeiten für die Ablehnung der Nullhypothese gleicher Mittelwerte bei einseitiger Fragestellung (Mann-Whitney-U-Test, N=15). In den rechts der Diagonalen stehenden Feldern sind jeweils von oben nach unten die Werte für  $pF=0$ ,  $pF=1,18$ ,  $pF=1,8$ ,  $pF=2,3$  und  $pF=2,48$  angegeben, links der Diagonalen findet sich das Testergebnis für die Permeabilitätskoeffizientenbestimmung  $K_f$  (2,3), die Bestimmung der Schüttdichte und den Anteil der Feinporen  $pF > 2,48$ . (n.s. steht für nicht signifikant oder  $p > 0,1$ )<sub>2</sub>
- Tabelle 6: Je vier Aufnahmen nach BRAUN-BLANQUET von jeder der Untersuchungsflächen
- Tabelle 7: Ergebnisse der Frequenzbestimmung
- Tabelle 8: Aufnahmen nach BRAUN-BI-ANQUETVOR Sonderstrukturen
- Tabelle 9: Einteilung der Größenklassen für Spinnen und Laufkäfer
- Tabelle 10: Bildung von Dominanzklassen
- Tabelle 11: Absolute Individuenzahlen und relative Häufigkeit der Heuschrecken aus 32 Isolationsquadraten
- Tabelle 12: Absolute auf gleiche Stichprobengröße bereinigte Individuenzahlen und relative Dichte der Heuschrecken aus den Barberfalienuntersuchungen.
- Tabelle 13: Diversität und Evenness der Heuschreckengemeinschaften aller Untersuchungsflächen
- Tabelle 14: Artenliste der Carabidenfänge mit Angaben über die Aktivitätsdichte der Arten auf allen Untersuchungsflächen sowie deren Körpergröße (BARNDT ET AL.).
- Tabelle 15: Angaben zu den Dominanzverhältnissen innerhalb der Carabidenzönose mit Angaben über die Flugfähigkeit sowie die Habitatpräferenz der einzelnen Arten (BARNDT ET AL. 1991).
- Tabelle 16: Die wichtigsten Kenngrößen und Indizes der Laufkäfergemeinschaften aller Untersuchungsflächen
- Tabelle 17: Artenliste der Spinnenfänge mit Angaben über die Aktivitätsdichte der Arten auf den Untersuchungsflächen sowie eine Zuordnung nach den Größenklassen (GK) aus Tabelle 9.



- Tabelle 18: Dominanzverhältnisse innerhalb der Spinnenzönose sowie Angaben zur Ökologie. Dabei bedeuten nach PISTEN ET AL. (1991) bei den Ökotypen eu = eurytop; h = hygrophil; x = xerophil; th = thermophil; w = euryöke Waldart; syn = synanthrop; sko = skotophil (in Höhlen, Kleintierbauten, Kellern etc.). Bei den Aktivitätstypen steht II = vom Frühling bis zum Spätherbst aktive, reife Tiere; IV = 2 Aktivitätsmaxima im Frühjahr und Herbst; V = 2 Aktivitätsmaxima im Sommer und im Winter; VI = nur die Männchen sind stenochron; VII = Aktivitätszeit Juni bis September; Vila = Aktivitätszeit März bis Juni; Vilb = Aktivitätszeit September bis Oktober.
- Tabelle 19: Die wichtigsten Kenngrößen und Indizes der Spinnengemeinschaften aller Untersuchungsflächen
- Tabelle 20: Die Beifänge aus den Barberfallen
- Tabelle 21: Wollmarkt in der Bundesrepublik Deutschland 1986 bis 1992 (Quelle #4)

## 8.4 Karten

- Karte 1: Die Lage der Untersuchungsflächen im Arbeitsgebiet.
- Karte 2: Die Lage des Arbeitsgebietes innerhalb der Bundesrepublik Deutschland
- Karte 3: Die naturräumliche Gliederung des Arbeitsgebietes nach RÖLL (1969) und SCHWENZER (1968).
- Karte 4: Ausschnitt aus der geologischen Karte des Untersuchungsgebietes nach BÜCKING (1912).

## 8.5 Quellen

- Quelle #1: H EPAS-Fachdatei des Hessischen Statistischen Landesamtes
- Quelle #2: Statistische Berichte des Hessischen Statistischen Landesamtes: Viehbestände am 3. Dezember 1990, 1984, 1980, 1975, 1973 in den hessischen Gemeinden. Unveröffentlicht.
- Quelle #3: Erhebung der Vereinigung Deutscher Landesschafzuchtverbände. Schafzucht in der Bundesrepublik Deutschland 1992/93, Seite 33
- Quelle #4: ZMP-Bilanz Vieh und Fleisch 1992
- Quelle #5: Vereinigung des Wollhandels e.V. Bremen
- Quelle #6: BML, Bundesmarktverband für Vieh und Fleisch



## WÜRZBURGER GEOGRAPHISCHE ARBEITEN

Die Hefte 1 bis 48, 52, 57, 62, 66, 67 und 71 sind vergriffen.

- Heft 49 Natur- und Wirtschaftsgeographische Forschungen in Afrika. Berichte aus dem Institut für Geographie der Universität Würzburg. Hrsg. v. H. Hagedom und H.-G. Wagner. VII und 328 Seiten mit zahlreichen Abbildungen, Karten und Tabellen, 6 Karten in Kartentasche. Würzburg 1979. Preis 21,- DM. Subskriptionspreis 15,- DM.
- Heft 50 *Lade*, Udo: Quartärmorphologische und -geologische Untersuchungen in der Bremervörder-Wesermünder Geest. 175 Seiten mit 39 Abbildungen, 6 Fotos und 2 Karten. Würzburg 1980. Preis 18,- DM. Subskriptionspreis 12,- DM.
- Heft 51 *Schulz*, Erhard: Zur Vegetation der östlichen, zentralen Sahara und zu ihrer Entwicklung im Holozän. IX und 194 Seiten, 33 Figuren, 51 und 69 Fotos und 12 Tabellen. Würzburg 1980. Preis 22,- DM. Subskriptionspreis 15,- DM.
- Heft 53 Geographische Probleme in Trockenräumen der Erde. Hrsg. v. K. Gießner und H.-G. Wagner. IX und 352 Seiten mit zahlreichen Abbildungen, Karten und Tabellen, 3 Karten in Kartentasche. Würzburg 1981. Preis 28,- DM. Subskriptionspreis 22,- DM.
- Heft 54 *Kirstein*, Werner: Häufigkeiten von Korrelationen zwischen Sonnenaktivität und Klimaelementen. 154 Seiten mit zahlreichen Abbildungen. Würzburg 1981. Preis 15,- DM. Subskriptionspreis 10,- DM.
- Heft 55 *Hofmann*, Alfred: Industrie in peripheren Grenzräumen, unter besonderer Berücksichtigung der industriellen Zweigbetriebe, dargestellt am Beispiel der Räume Coburg/Kronach und Cham. 280 Seiten mit 10 Abbildungen, 24 Tabellen, 24 Karten im Text, 25 Fotos im Anhang. Würzburg 1982. Preis 25,- DM. Subskriptionspreis 18,- DM.
- Heft 56 Festschrift für Jürgen Hövermann. Hrsg. v. H. Hagedom und D. Busche. 187 Seiten mit zahlreichen Abbildungen, Tabellen und Karten. Würzburg 1982. Preis 30,- DM. Subskriptionspreis 23,- DM.
- Heft 58 *Müller*, Karl: Untersuchungen über den Einfluß der Zusatzberechnung im Weinbau auf Muschelkalkböden in Franken. 184 Seiten mit vielen Abbildungen und Tabellen. Preis 15,- DM. Subskriptionspreis 10,- DM.
- Heft 59 *Schuhmacher*, Reinhold: Zur Gesteins- und Mineralverwitterung am Nordostrand des Jazmurian-Beckens/SE-Iran - Eine Untersuchung zur exogenen Dynamik in Trockengebieten vornehmlich auf der Basis von Dünnschliffanalysen. 87 Seiten mit 8 Figuren, 4 Tabellen, 31 Fotos und 2 Karten. Würzburg 1983. Preis 25,- DM. Subskriptionspreis 17,- DM.
- Heft 60 Genetische Ansätze in der Kulturlandschaftsforschung. Festschrift für Helmut Jäger. Hrsg. v. W. Pinkwart. 434 Seiten mit zahlreichen Figuren, Tabellen und Fotos. Würzburg 1983. Preis 65,- DM. Subskriptionspreis 50,- DM.
- Heft 61 *Oettinger*, Peter: Die Verflechtung von Fremdenverkehr und Weinbau in Mainfranken. 220 Seiten mit vielen Figuren. Würzburg 1984. Preis 35,- DM. Subskriptionspreis 25,- DM.
- Heft 63 *Jacobbeit*, Jucundus: Die Analyse großräumiger Strömungsverhältnisse als Grundlage von Niederschlagsdifferenzierungen im Mittelmeerraum. 296 Seiten mit zahlreichen Figuren und Tabellen. Würzburg 1985. Preis 30,- DM. Subskriptionspreis 22,- DM.
- Heft 64 *Sarvati*, Mohammad Reza: Geomorphologische Untersuchungen in der Region Kashmar NE/Iran, 232 Seiten mit zahlreichen Figuren und Tabellen, Karten in Beilage. Würzburg 1986. Preis 30,- DM. Subskriptionspreis 22,- DM.
- Heft 65 *Baumhauer*, Roland: Zur jungquartären Seenentwicklung im Bereich der Stufe von Bilma (NE-Niger), 244 Seiten mit 22 Fotos, zahlreiche Figuren. Würzburg 1986. Preis 30,- DM. Subskriptionspreis 22,- DM.
- Heft 68 Würzburg - Stadtgeographische Forschungen. Hrsg. v. H.-G. Wagner und W. Pinkwart, 273 Seiten mit zahlreichen Abbildungen, Karten und Tabellen. Würzburg 1987. Preis 30,- DM. Subskriptionspreis 22,- DM.

- Heft 69 Geowissenschaftliche Untersuchungen in Afrika. Hrsg. v. H. Hagedorn und R. Baumhauer, 391 Seiten mit zahlreichen Abbildungen, Karten, Tabellen und Fotos. Würzburg 1988. Preis 30,- DM. Subskriptionspreis 22,- DM.
- Heft 70 Probleme städtischer Verdichtungsräume in den Mittelmeerländern. Hrsg. v. U. Ante und H.-G. Wagner, ca. 220 Seiten mit zahlreichen Figuren, Würzburg 1988.
- Heft 72 *Kurz*, Rainer Werner: Untersuchungen zur ältest- bis mittelpleistozänen Terrassen- und Sedimententwicklung im Mittelmaintal, 230 Seiten mit 39 Figuren, 1 Tabelle und 8 Karten. Würzburg 1988. Preis 32,- DM. Subskriptionspreis 24,- DM.
- Heft 73 Sowjetunion - Ein Land im Umbau. Beobachtungen und Materialien (Herbst 1988). Hrsg. v. D. Böhn und E. Cheauré. 218 Seiten mit zahlreichen Tabellen und Abbildungen. Würzburg 1989. Preis 32,- DM. Subskriptionspreis 24,- DM.
- Heft 74 *Saurer*, Helmut: Rasterorientierte Informationssysteme in der Geographie. Konzepte und Erfahrungen bei der Realisierung eines GIS für die Waldschadensforschung, mit Abbildungen. Würzburg 1989. Preis 16,- DM. Subskriptionspreis 12,- DM.
- Heft 75 *Sponholz*, Barbara: Karsterscheinungen in nichtkarbonatischen Gesteinen der östlichen Republik Niger. 265 Seiten mit 61 Figuren, 2 Tabellen und 20 Abbildungen. Würzburg 1989. Preis 32,- DM. Subskriptionspreis 24,- DM.
- Heft 76 *Schmitt*, Bernd M.: Das Kommunale Informations-System - ein geographisches Informationssystem auf der Basis von Personal-Computern. 262 Seiten mit zahlreichen Figuren und Abbildungen. Würzburg 1990. Preis 32,- DM. Subskriptionspreis 24,- DM.
- Heft 77 *Müller*, Johannes: Funktionen von Hecken und deren Flächenbedarf vor dem Hintergrund der landschaftsökologischen und -ästhetischen Defizite auf den Mainfränkischen Gäuflächen. 320 Seiten mit zahlreichen Figuren, Abbildungen und 4 Karten. Würzburg 1990. Preis 32,- DM. Subskriptionspreis 24,- DM.
- Heft 78 *Heß*, Thomas: Räumliche Probleme der Abfallwirtschaft aus geotechnischer Sicht. 340 Seiten mit zahlreichen Figuren und Tabellen. Würzburg 1990. Preis 32,- DM. Subskriptionspreis 24,- DM.
- Heft 79 *Dech*, Stefan Werner: Monitoring des Meereises in der Ostgrönlandsee im Mai 1988 mit Methoden der Fernerkundung unter besonderer Berücksichtigung der rechnergestützten Extraktion der Meereisbewegung aus NOAA-AVHRR-Satellitendaten. 280 Seiten mit 75 Bildern und 19 Tabellen. Würzburg 1990. Preis 32,- DM. Subskriptionspreis 24,- DM.
- Heft 80 *Glaser*, R. und *Walsh*, R.: Historical Climatology in Different Climatic Zones - Historische Klimatologie in verschiedenen Klimazonen. 256 Seiten mit zahlreichen Figuren und Abbildungen. Würzburg 1991. Preis 32,- DM. Subskriptionspreis 24,- DM.
- Heft 81 *Kirstein*, Werner: Geographische Verteilungsmuster der rezenten Klimavariabilität - Aspekte zur Klimageographie der Nordhemisphäre mit multivariater Methodik. 368 Seiten mit zahlreichen Figuren. Würzburg 1992. Preis 40,- DM. Subskriptionspreis 30,- DM.
- Heft 82 *Hahn*, Hans-Ulrich: Die morphogenetische Wirksamkeit historischer Niederschläge. Die Besselbergäcker und die Grünbachau - ein Beispiel aus dem Taubereinzugsgebiet. 244 Seiten mit zahlreichen Figuren, Tabellen und Fotos. Würzburg 1992. Preis 32,- DM. Subskriptionspreis 24,- DM.
- Heft 83 *Stengel*, Ingrid: Zur äolischen Morphodynamik von Dünen und Sandoberflächen. 370 Seiten mit 112 Figuren, 13 Tabellen und 59 Fotos. Würzburg 1992. Preis 45,- DM. Subskriptionspreis 36,- DM.
- Heft 84 *Hagedorn*, H. u. *Baumhauer* R. (Hrsg.): Geowissenschaftliche Untersuchungen in Afrika - II -. 432 Seiten mit zahlreichen Figuren und Abbildungen. Würzburg 1992. Preis 48,- DM. Subskriptionspreis 36,- DM.
- Heft 85 *Schliephake*, Konrad (Hrsg.): Kleinräumliche Planung im Europa der Regionen. 360 Seiten, zahlreiche Figuren, Tabellen und Karten. Würzburg 1992. Preis 44,- DM. Subskriptionspreis 39,- DM.

- Heft 86 *Friedmann, Herbert*: Untersuchungen zur Entwicklung der zentralen Wasserversorgung in Unterfranken. 252 Seiten mit zahlreichen Figuren, Abbildungen und Karten. (Preis 40,- DM, Subskriptionspreis 28,-DM). Würzburg 1993
- Heft 87 *Glaser, R. und Sponholz, B.* (Herausgeber): Geowissenschaftliche Beiträge zu Forschung, Lehre und Praxis - Festschrift für Horst Hagedorn - XVI + 594 Seiten mit zahlreichen Figuren und Abbildungen (Preis 65,- DM, Subskriptionspreis 45,- DM). Würzburg 1993
- Heft 88 *Schliephake, K.* (Hrsg.): Beiträge zur Landeskunde Südthüringens (im Druck).
- Heft 89 *Schenk, W. u. Schliephake K.* (Hrsg.): Mensch und Umwelt in Franken. Festschrift für Alfred Herold. 377 Seiten mit zahlreichen Tabellen und Abbildungen (Preis 48,- DM, Subskriptionspreis 36,- DM). Würzburg 1994.
- Heft 90 *Blättler, Regine*: Rezente fluviale Morphodynamik im Stubaital/Tirol. 300 Seiten, zahlreiche Fotos, Abbildungen, Tabellen und Karten. Würzburg 1995. Preis 40,- DM. Subskriptionspreis 30,-DM.
- Heft 91 *Licht, Thomas*: Böden, Flora und Fauna von Schafkoppeln. Zahlreiche Tabellen, Grafiken und Abbildungen. Würzburg 1996. Preis 28,- DM, Subskriptionspreis 20,- DM.