

# Dissertationsschrift

zur Erlangung des akademischen Grades  
Doktor der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.)

Angefertigt am Fachbereich Umweltwissen-  
schaften der Universität Lüneburg



Abbildung 1: *Carabus coriaceus* L.

Thema: Die Carabiden-Fauna auf unterschied-  
lich intensiv bewirtschafteten Obstan-  
bauflächen im Alten Land bei  
Hamburg.

Vorgelegt von: Dipl.-Biol. Olaf Anderßon

Erstgutachter: Prof. Dr. T. Aßmann

Zweitgutachter: Prof. Dr. W. Härdtle

Tag der Promotion: 04. Oktober 2005



»Die Baumzucht verschafft denjenigen, die sich damit bemühen, einen angenehmen Teil ihrer Nahrung. Sie gereicht zur Zierde eines Landes, zur Reinigung der Luft, zum Schutz und Schatten und hat überhaupt in vielen anderen Dingen ihren trefflichen Nutzen, zur Nothdurft, Lust und Bequemlichkeit des Lebens für Menschen und Thiere.«

Johann Kaspar Schiller

Schöpfer der herzoglichen Baumschule auf der Solitude aus „Betrachtungen über landwirtschaftliche Dinge im Herzogtum Württemberg 1767/68“.

## Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	1
2. Der Untersuchungsraum.....	4
2.1. Naturraumlage und Geomorphologie.....	4
2.2. Zur Geschichte und Entwicklung des Alten Landes .....	5
2.2.1. Die Geschichte des Obstbaus im Alten Land.....	5
2.3. Klima.....	6
2.3.1. Das Wetter im Untersuchungszeitraum.....	8
2.4. Die Geschichte der Landwirtschaft.....	11
2.4.1. Der konventionelle Anbau.....	13
2.4.2. Der integrierte Anbau.....	13
2.4.3. Der ökologische Anbau.....	14
2.4.3.1. Der ökologische Anbau nach NATURLAND-Richtlinien.....	15
2.4.3.2. Der biologisch-dynamische Anbau nach Demeter-Richtlinien.....	17
2.5. Die Untersuchungsflächen.....	18
2.5.1. Die Probenfläche A (integriert).....	19
2.5.2. Die Probenfläche B (ökologisch).....	20
2.5.3. Fläche C (ökologisch).....	20
2.5.4. Fläche D (ökologisch).....	20
2.5.5. Fläche E (ökologisch).....	21
2.6. Vegetationsaufbau.....	21
3. Material und Methode.....	23
3.1. Die Datenaufnahme.....	23
3.1.1. Die Barberfalle.....	23
3.1.2. Das Fangprinzip.....	23
3.1.3. Fallenparameter und Installation .....	23
3.1.4. Fangzeiten, Leerungen und weitere Bearbeitung.....	24
3.1.5. Methodenkritik.....	26
3.2. Determination, Nomenklatur, Präparation.....	26
3.3. Analyse der Daten.....	27
3.3.1. Dominanzklassifizierung.....	27
3.3.2. Diversität.....	28

3.3.2.1. SHANNON-WIENER-Index.....	28
3.3.2.2. SIMPSON-Index.....	29
3.3.2.3. Eveness.....	30
3.3.3. Chi-Quadrat-Mehrfelder-Test.....	30
3.3.4. Artenidentität nach JACCARD und SØRENSEN.....	31
3.3.5. Dominanzidentität .....	31
3.3.6. Rarefaction-Methode.....	33
3.3.6.1. HURLBERT-Kurve zur Abschätzung der $\alpha$ -Diversität.....	33
3.3.6.2. SHINOZAKI-Kurve zur Abschätzung der $\beta$ -Diversität.....	34
4. Ergebnisse.....	35
4.1. Das Artenspektrum.....	35
4.1.1. Laufkäfer (Carabidae).....	35
4.1.2. Die Untersuchungsflächen.....	39
4.1.2.1. Fläche A.....	39
4.1.2.2. Fläche B.....	40
4.1.2.3. Fläche C.....	40
4.1.2.4. Fläche D.....	41
4.1.2.5. Fläche E.....	41
4.2. Schwerpunktorkommen der Arten und ihre Phänologie.....	42
4.2.1. <i>Pterostichus melanarius</i> (ILL., 1798).....	44
4.2.2. <i>Nebria brevicollis</i> (F., 1792).....	45
4.2.3. <i>Patrobus atrorufus</i> (STRÖM, 1768).....	46
4.2.4. <i>Notiophilus biguttatus</i> (F., 1797).....	47
4.2.5. <i>Clivina fossor</i> (L., 1758).....	48
4.2.6. <i>Pterostichus strenuus</i> (PANZ., 1797).....	49
4.2.7. <i>Loricera pilicornis</i> (F., 1775).....	50
4.2.8. <i>Bembidion properans</i> (STEPH., 1828).....	51
4.2.9. <i>Pterostichus niger</i> (SCHALL., 1783).....	52
4.2.10. <i>Asaphidion flavipes</i> (L., 1761).....	53
4.2.11. <i>Trechus quadristriatus</i> (SCHRK., 1781).....	54
4.2.12. <i>Amara similata</i> (GYLL., 1810).....	55
4.2.13. <i>Harpalus rufipes</i> (DEG. 1774).....	56
4.2.14. <i>Amara familiaris</i> (DUFT., 1812).....	57
4.2.15. <i>Trechus obtusus</i> (ER., 1837).....	58

4.3. Flügeldimorphismus bei <i>Trechus obtusus</i> (ER., 1837).....	59
4.4. Aktivitätsabundanzen.....	60
4.4.1. Dominanzklassifizierung.....	60
4.4.2. Diversität.....	62
4.4.2.1. SHANNON-WIENER-Index und Eveness.....	62
4.4.2.2. SIMPSON-Index.....	63
4.4.3. Artidentität, Dominanzidentität und Ähnlichkeitsindex.....	64
4.4.4. Rarefaction-Methode.....	66
4.4.4.1. HURLBERT-Kurven zur Abschätzung der $\alpha$ -Diversität.....	66
4.4.4.2. SHINOZAKI-Kurven zur Abschätzung der $\beta$ -Diversität.....	68
5. Diskussion.....	70
5.1. Intensivierung in der Landwirtschaft.....	70
5.2. Intensivierung des Obstanbaus.....	71
5.3. „Wiedereinführung“ des ökologischen Obstanbaus.....	72
5.4. Auswirkungen der landwirtschaftlichen Intensivierung auf die Laufkäfer.....	73
5.4.1. Toxine.....	74
5.4.2. Mechanische Einwirkungen.....	76
5.4.3. Nahrungsspektrum der Laufkäfer.....	77
5.4.4. Strukturen und abiotische Faktoren.....	79
5.5. Auswirkungen des „Bio-Obstanbaus“ auf die Laufkäferzönosen .....	81
5.5.1. Gründe für das Ausbleiben einer „Erholung“ in der Laufkäferzönose.....	81
5.5.1.1. Die Größe der ökologisch bewirtschafteten Flächen.....	81
5.5.1.2. Die nach der Umstellung vorherrschende Bewirtschaftung.....	83
5.5.1.3. Die Möglichkeiten der Neubesiedelung.....	84
5.6. Schlussfolgerungen und Ausblick.....	86
6. Zusammenfassung.....	88
7. Literaturverzeichnis.....	91
8. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis.....	101
9. Lebenslauf.....	104
10. Danksagung.....	105
11. Anhang.....	106



## 1. Einleitung

Seit dem Neolithikum (in Mitteleuropa etwa ab 5.500 v. Chr.) wird die Landschaft in Mitteleuropa durch den Menschen maßgeblich geprägt. Diese Menschheits Epoche – auch als Jungsteinzeit bezeichnet – kennzeichnet den Übergang von Jäger- und Sammlerkulturen zu den sesshaften Ackerbauern und Viehzüchtern. Die Landschaft veränderte sich tiefgreifend und nachhaltig von großen durchgängigen Waldregionen zu einer vielfältigen Agrarlandschaft mit lückenhaften Waldinseln in heutiger Zeit. Diese Wandlung der Landschaft hatte zur Folge, dass viele neue Tier- und Pflanzenarten gute Lebensbedingungen fanden und so die Biodiversität anstieg und ihren vermuteten Höhepunkt Anfang des 19. Jahrhunderts erreichte. Es setzte eine vermehrte „Industrialisierung“ der landwirtschaftlichen Produktion ein, und die Einflussnahme des Menschen auf die Natur erreichte nicht nur in Mitteleuropa ihren Höhepunkt (WEINITSCHKE, 1987; SCHUBERT, 1991). Ein immer weiter wachsender Flächenverbrauch durch den Menschen und damit die Zerstörung von naturbelassenen Habitaten und die Fragmentierung der Kulturlandschaft zeichnet das 20. Jahrhundert aus mit der Folge eines globalen Artenrückgangs (KAULE, 1991). In den intensiv genutzten Landschaften gibt es kaum noch eine Lebensgemeinschaft, die nicht direkt oder indirekt vom Menschen beeinflusst wird. Die anthropogenen Belastungen führen zu mehr oder weniger starken Schädigungen der biologischen Systeme, mit der Folge des Aussterbens von vielen Tier- und Pflanzenarten, die in der Kulturlandschaft gute Lebensbedingungen gefunden hatten (SCHUBERT, 1991). Um dieser Entwicklung entgegenzuwirken, werden seit vielen Jahren Untersuchungen durchgeführt, um einen Ausweg aus dem Konflikt zwischen ökonomischer Notwendigkeit und nötigem Naturschutz zu finden. Es wird nach Handlungsempfehlungen gesucht, die in der Landwirtschaft tragfähig und für den Arten- und Biotopschutz wichtig sind (KAULE, 1991).

Da es weitgehend unmöglich ist, das Beziehungsgefüge von Ökosystemen als Ganzes zu untersuchen, bedarf es bestimmter Indikatoren, die komplexe Sachverhalte oder Zustände beschreiben können. Diese Indikatoren können direkt gemessen werden, und anhand dieser Daten lassen sich Aussagen über Faktoren machen, die das System beeinflussen oder vom Ökosystem beeinflusst werden (HEYDEMANN, 1955). Biologische Systeme, gleich ob Organismen, Populationen oder Lebensgemeinschaften, haben sich im Verlauf ihrer Stammesgeschichte an einen Komplex von Standortfaktoren angepasst. Innerhalb der Biosphäre kommen sie in einem Bereich vor, in dem sie die ihnen zuzugänglichen Lebensbedingungen finden, sich ernähren und fortpflanzen können. Aus dieser physiologischen Toleranz und der ökologischen Potenz des Organismus resultiert sein Zeigerwert. Ist die Anpassung eines Organismus an bestimmte Umweltfaktoren sehr stark, so ist sein Wert als Zeigerorganismus besonders hoch einzustufen und man spricht von einem Bioindikator. Bioindikatoren sind also Organismen oder Organismengemeinschaften, deren Lebensfunktionen sich mit bestimmten Umweltfaktoren so eng korrelieren lassen, daß sie als Zeiger dafür verwendet werden können. Jeder Population oder Lebensgemeinschaft kommt demzufolge eine zeitabhängige Anzeige der einwirkenden

Umweltfaktoren zu, seien diese nun natürlich, anthropogen modifiziert oder rein anthropogenen Ursprungs (SCHUBERT, 1991; GOULET, 2003).

Eine in der Vergangenheit häufig untersuchte Organismengruppe sind die Laufkäfer (Carabidae, Coleoptera). So hat LINDROTH (1949) in seinen Arbeiten gezeigt, dass Laufkäfer in ihrer Verbreitung und Verteilung besonders von abiotischen Faktoren, insbesondere von Temperatur und Feuchtigkeit, abhängen. Die Laufkäfer zählen zu einer der besterforschten Arthropodengruppen überhaupt. In den meisten carabidologischen Fachbeiträgen wird auf die gute Erfassbarkeit, den hohen Kenntnisstand zu den ökologischen Ansprüchen und der Verbreitung einzelner Arten hingewiesen und die resultierende Eignung als Bioindikatoren ausdrücklich erwähnt (MÜLLER-MOTZFELD, 1989). In vielen agro-ökologischen Untersuchungen werden die Laufkäfer seitdem als Standortindikatoren untersucht, da sie auf ackerbaulich genutzten Flächen, die extreme Lebensräume darstellen, einen Großteil der epigäischen Arthropodenfauna stellen und oft beachtliche Arten- und Individuenzahlen erreichen (TISCHLER, 1958; THIELE, 1977; BLUMENTHAL, 1981; RZEHA, 1987; GOULET, 2003). Auch in der vorliegenden Arbeit werden die Laufkäfer als Bioindikatoren herangezogen.

Seit in den 1970er Jahren erkannt wurde, dass der Einsatz von „Pestiziden“ und die Fragmentierung der Landschaft den Rückgang der Arten maßgeblich verursacht haben, verstärken sich die Bemühungen, diesen Rückgang zu stoppen. In zahlreichen Publikationen der Vergangenheit wurde darauf hingewiesen, dass durch die Extensivierung der landwirtschaftlichen Produktion die Diversität der Pflanzen- und Tierwelt zum Teil deutlich gefördert werden kann (DRITSCHLO & WANNER, 1980; PAWLIZKI, 1984; KOKTA, 1989, EPSTEIN et al., 2001). Aus diesen Gründen begann die Hansestadt Hamburg Anfang der 1990er Jahre die ökologische Landwirtschaft und damit eine geringere Intensität in der Bewirtschaftung zu fördern. Parallel wurden – im Zusammenhang mit der Universität Hamburg – wissenschaftliche Begleituntersuchungen auf den umgestellten Flächen durchgeführt, um eine Überprüfung der eingeleiteten Förderprogramme zu ermöglichen. Zu diesem Zweck gründete sich 1992 eine „Projektgruppe Ökologischer Obstbau“ am Zoologischen Institut und Museum der Universität Hamburg, die Untersuchungen auf den umgestellten Betrieben durchführte (GERTZ & ANDERSSON, 1992; ANDERSSON, 1993). Die vorliegende Arbeit wurde in diesem Projekt begonnen und später an der Universität Lüneburg vollendet.

Die untersuchten Flächen lagen im „Alte Land“ südwestlich von Hamburg. Dieses Gebiet bildet eines der größten zusammenhängenden Obstanbaugebiete Europas und ist darüber hinaus mit den klimatischen und geographischen Gegebenheiten eine besondere Region für den Obstanbau. Hier werden auf ca. 9.000 Hektar Obst angebaut (KÖHLER & RIEDIGER, 1970; TIEMANN, 2004). Dabei unterscheiden sich die Obstanbauflächen erheblich voneinander. Neben alten Hochstammanlagen, die in höchstem Maße schutzwürdige Lebensräume darstellen, befinden sich Niederstammanlagen mit Kleinstbäumen von knapp zweieinhalb Metern Höhe, die häufig biologisch extrem verarmte Nutzflächen darstellen.



Die für den Artenschutz besonders bedeutsamen Streuobstwiesen sind aus wirtschaftlicher Sicht uninteressant und im Norddeutschen Raum selten zu finden (KAULE, 1991).

Bei einem Simultanvergleich von unterschiedlich bewirtschafteten landwirtschaftlichen Flächen konnte RZEHAKE (1987) zeigen, dass „biologisch“ bewirtschaftete Flächen aufgrund ihrer günstigeren abiotischen Verhältnisse, der weniger intensiven Bewirtschaftung und den fehlenden Spritzmitteln als Refugium für Arten dienen können, die in der Intensiv-Landwirtschaft keine ihnen zusagenden Lebensbedingungen mehr finden. Ob dieses auch für die ökologischen Obstanbauflächen im Alten Land zutreffend ist, soll in der vorliegenden Arbeit näher untersucht werden. Aus dieser Fragestellung resultiert die folgende Arbeitshypothese:

*Nach einer Umstellung der landwirtschaftlichen Produktion im Obstbau, von der konventionellen bzw. integrierten auf eine ökologische Wirtschaftsweise und somit dem Wegfall von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln, setzt eine „Erholung“ der Natur im Allgemeinen und der Laufkäferzönosen im Speziellen ein.*

Die Untersuchungen dieser Arbeit wurden in den Jahren 1993 bis 1995 auf ausgewählten Obstanbauflächen im hamburgischen und niedersächsischen Teil des Alten Landes durchgeführt. Als Probenflächen für die Erhebung der Daten, wurden Apfelanlagen in Hamburg-Nincop, in Hove und in Steinkirchen ausgewählt (siehe Abbildung 2). Untersucht wurden vier Flächen auf ökologisch bewirtschafteten Höfen und als Vergleich eine auf einem integriert bewirtschafteten Obsthof. Die epigäische Fauna wurden mit Hilfe von Bodenfallen (nach BARBER, 1931) gefangen und die Laufkäfer bis auf Artniveau bestimmt.

## 2. Der Untersuchungsraum<sup>1</sup>

Die Untersuchungen wurden auf Obstanbauflächen im Alten Land durchgeführt, das südlich der Elbe und südwestlich von Hamburg liegt. Es erstreckt sich zwischen Hamburg und Stade auf einer Länge von ca. 30 km und einer Breite zwischen Elbe und Geestrücken von 3 bis 6 km (Abbildung 2).



Abbildung 2: Karte des Alten Landes Maßstab 1:100.000 (Niedersächsisches Landesverwaltungsamt – Landesvermessung – 1991)

Das Alte Land wird im Norden durch die Elbe begrenzt, im Osten durch Moorburg und die Süderelbe, im Süden durch den Hinterdeich, der das Marschland zu den Geestmooren sichert und im Westen durch die Schwinne und den Geestrücken bei Stade.

### 2.1. Naturraumlage und Geomorphologie

Nach dem Abschmelzen des Eises der Weichsel-Eiszeit (um 120.000 bis 10.000 Jahre vor heute) entstanden in den Urstromtälern - die jetzt weniger Wasser führten - Talsandterrassen. Diese sind noch heute am Rande der Geest zu finden. Auf diesen Talsanden wurden die ersten Siedlungen vor ca. 10.000 Jahren errichtet. Die Elbehochwässer traten über die Ufer des Hauptstrombettes, und während dieser täglichen Gezeitenüberflutungen der Elbe setzte eine Sedimentation ein, die zur Entstehung der Flußmarsch führte. Zusätzlich konnten sich durch den Anstieg des Grundwasserspiegels in den

<sup>1</sup> Die Informationen in diesem Kapitel entstammen, soweit nicht anders gekennzeichnet, KÖHLER & RIEDIGER (1970).

Elbeniederungen Sümpfe und Moore bilden. Das Aufkommen von Sumpfvvegetation verstärkte den Aufschlickungsprozess, und es entstand ein 0,5 bis 2 m mächtiger Kleiboden (Marsch).

Der Naturraum der Flußmarsch besteht aus dem stromnahen Hochland, dem Sietland und den Geestrandmooren, die aus Schilftorf gebildet werden (TAMKE, 1984). Die natürliche Vegetation in dieser Stromtalaue, würde großflächig durch einen Auenwald gebildet werden. Die Böden sind bei höherem Sandanteil gut ackerfähig, die Flächen im niedrig gelegenen Sietland, die sich durch einen hohen Tongehalt auszeichnen und wasserundurchlässig und luftarm sind, werden als Grünland genutzt (MARTENS et al., 1986).

## **2.2. Zur Geschichte und Entwicklung des Alten Landes**

Die erste Besiedlung des Alten Landes vollzog sich wahrscheinlich schon in der Bronze- und der älteren Eisenzeit. Im 4. bis 5. Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung kamen dann elbgermanische Siedler in diese Region. Die Langobarden schwedischer Abstammung siedelten neben den Chauken – einem Seefahrervolk – an der Untereibe. Im 2. Jahrhundert stießen die Sachsen von Norden über die Elbe vor und verdrängten die Langobarden. Die Sachsen siedelten auf dem Marschen-Hochland und lebten von Viehzucht und ein wenig Ackerbau (Hafer, Feldbohnen). Nach zunehmender Besiedlung wurden auch die angrenzenden Sumpfwildnisse zu neuem Land gewonnen. Die Siedlungen wurden immer wieder von Sturmfluten heimgesucht, so dass ab dem 4. Jahrhundert mit dem Wurtenbau (Aufschüttungen, auf denen die Häuser errichtet wurden) begonnen wurde. Die Wurten waren mit Dämmen verbunden, und durch Eingrenzung der Wiesen und Felder entstanden Ringdeichsiedlungen, die sich am Saum des Elbufers entlang zogen. Das auf diese Weise spärlich eingedeichte Land wurde „Altes Land“ genannt und gegen das später neu gewonnene Land sprachlich abgegrenzt.

Politisch gehörte das Alte Land vom 12. bis in das 17. Jh. zum Erzbistum Bremen. 1120 holten die Bremer Bischöfe Holländer ins Land, die große Fertigkeiten im Deichbau und in der Entwässerungstechnik mitbrachten. Nachdem das Erzstift Bremen zum weltlichen Herzogtum umgewandelt wurde, fiel das Alte Land an Schweden. Die sächsischen und holländischen Bauern in den Elbmarschen mussten hohe Steuern und Abgaben entrichten und ein Söldnerheer unterhalten, konnten sich aber weitgehend ihre Selbstverwaltung bewahren. Durch die Wirren des Mittelalters wechselte die politische Zugehörigkeit des Alten Landes mehrmals und reichte von Dänemark über das Königreich Hannover bis zu dem Kaiserreich Frankreich.

### **2.2.1. Die Geschichte des Obstbaus im Alten Land**

Bereits im 14. Jh. kam es zum ersten Anbau von Obst. Unterbrochen durch einige Krisen wie Sturmfluten, Kriege und Seuchen, entwickelte sich der Obstanbau – durch Stader Mönche als Spezialkultur eingeführt – aus bescheidenen Anfängen in sechs Jahrhunderten zur dominierenden Anbauform und erreichte Mitte des 20. Jahrhunderts mit 17.500 ha (bis 1965) seinen Höhepunkt (THIEMANN, 2004). Diese Spezialkultur, in der bis dahin von dem Feld-Gras-System (Getreide, tierische Produkte,

lebendes Vieh) beherrschten Landwirtschaft, wurde durch die Anregung der Klöster zunächst im Hofbereich angepflanzt. Der Verkauf des Obstes war auch ein willkommener Nebenverdienst der Fischer, Handwerker und Kaufleute und hatte bald eine wirtschaftliche Bedeutung für das Erzbistum Bremen. Die Absatzmärkte lagen direkt am Rande des Alten Landes. Es waren die Provinzstädte und Märkte Stade, Buxtehude und Horneburg, sowie die Hansestadt Hamburg, die leicht über die Elbe mit dem Schiff erreicht werden konnte. Später wurde dann England (mit Baumobst für die dortige Marmeladen- und Alkoholfabrikation) und Berlin über den Hamburger Hafen beliefert. Es entstanden die ersten Hoch-Zeiten für den Altenländer Obstanbau, die während der Kontinentalsperre gegen England unter Napoleon III. am Anfang des 19. Jh. ein jähes Ende nahmen. Nach Aufhebung der Kontinentalsperre blühte der Handel mit England erneut auf.

Mit der Entwicklung und industriellen Produktion chemischer Dünge- und Pflanzenschutzmittel am Anfang dieses Jahrhunderts, wurde auch eine Intensivierung des Obstanbaus möglich. Seit 1989 wurden dann, durch Bemühungen des örtlichen Obstbauversuchsrings (OVR), die meisten Betriebe auf eine integrierte Bewirtschaftungsweise umgestellt. Von den im Alten Land bewirtschafteten ca. 9.000 ha Baumobst (auf ca. 1.200 Betrieben) wurden 1994 93% integriert bewirtschaftet (712 Betriebe mit 7.794 ha) und 6% konventionell. Nur 6 Betriebe (ca. 1%) im Beratungsgebiet des OVR wurden ökologisch bewirtschaftet. Die ersten Betriebe stellten ihre Bewirtschaftung bereits in den sechziger Jahren auf den ökologischen Landbau (Demeter) um (TIEMANN mdl. Mitt.). Mittlerweile ist die Zahl der ökologisch bewirtschafteten Betriebe auf 15 im Einzugsgebiet des OVR angewachsen (GERTZ mdl. Mitt.).

### **2.3. Klima**

Das Alte Land ist nur 75 Kilometer (Luftlinie) von der Elbmündung entfernt und liegt somit im ozeanischen Klimabereich. Es herrschen Westwetterlagen vor, die durch ihre feuchten, mäßig warmen Luftmassen ein ausgeglichenes Klima bewirken. Die mittleren Tagestemperaturen liegen im Januar bei 0,5 °C und im Juli bei 17 °C, gemessen in einen 64jährigen Zeitabschnitt von 1937 bis 2000. Die Niederschlagsmengen liegen in Jork bei 737 mm pro Jahr im 64jährigen Mittel. In den ersten Monaten des Jahres kommt es immer wieder zu Kälteeinbrüchen durch kontinentale Klimalagen mit kalten trockenen Ostwinden. Dann kann es bis Ende März zu Frösten bis -28 °C kommen, welche große Schäden an Knospen und am Kambium der Obstbäume anrichten können. Im Jahresmittel kommt es zu 76 Frost- und 19 Eistagen bei jedoch überwiegend milden Wintern, die sich durch die nahe Meer- und Elblage und die frostmildernde Wirkung der Entwässerungsgräben erklären lassen (vergl. Tabelle 1). Der Frühling trifft in diesem Gebiet später ein als in anderen Obstanbaugebieten (z.B. am Bodensee) und es kommt immer wieder zu späten Strahlungsfrösten, die nach dem Einströmen ausreichend kühler, trockener Luftmassen durch Wärmeverlust des Bodens entstehen. Bei Windstille und klarem Himmel strahlt der feuchte Marschkleiboden nachts einen großen Teil seiner gespeicherten

Wärme aus, kühlt erheblich ab und wirkt seinerseits temperaturmindernd auf die benachbarten Luftschichten, dadurch werden besonders die unteren Baumpartien geschädigt. Diese Strahlungsfröste sind nach dem 1. Mai jedoch selten. Die Luftfeuchtigkeit liegt durch die Verdunstung des reichlich vorhandenen Bodenwassers und einer großen Verdunstungsfläche der Obstbäume im Mittel bei 80-85%.

Tabelle 1: Monatswerte der langfristigen Witterungsdaten der Station Jork 1937 bis 2000 (64 Jahre).

Monat	Temperatur in ° C			Nieder- schlag Summe mm	Sonnenschein Dauer Std.	Anzahl der Tage			
	mittlere Tagest.	mittleres Minimum	mittleres Maximum			Regen	Sommer	Frost	Eis
Januar	0,5	-2,1	2,9	60	43	19	-	17	7
Februar	1,0	-2,1	4,0	42	62	16	-	16	5
März	3,9	0,5	7,8	51	105	15	-	12	1
April	7,9	3,2	12,7	46	160	14	0	5	-
Mai	12,4	6,9	17,9	59	213	14	2	0	-
Juni	15,5	9,8	20,8	69	209	15	6	-	-
Juli	17,0	11,9	22,1	78	206	16	8	-	-
August	16,7	11,7	22,2	74	198	16	7	-	-
September	13,4	8,9	18,4	67	141	16	1	0	-
Oktober	9,1	5,3	13,4	59	97	16	0	3	-
November	4,9	2,1	7,5	64	48	18	-	8	1
Dezember	2,0	-0,6	4,1	68	30	18	-	15	5
Januar bis Dezember	<b>8,7</b>	<b>4,6</b>	<b>12,8</b>	<b>737</b>	<b>1.512</b>	<b>193</b>	-	<b>76</b>	<b>19</b>

### 2.3.1. Das Wetter im Untersuchungszeitraum

Das Jahr 1993 war mit seinen 8,9 °C mittlere Jahresdurchschnittstemperatur ein „normales“ Jahr. Die Durchschnittstemperatur im Juli lag bei 16,1 °C und war damit um 0,9 °C wärmer als das langjährige Mittel. Der Januar war mit 2,8 °C um 2,3 °C wärmer als das langjährige Mittel. Die Niederschlagsmengen liegen mit 871 mm leicht über dem langjährigen Mittelwert (737 mm/Jahr).

Tabelle 2: Wetterdaten für das Jahr 1993 (Quelle: OVR, Jork)

Klimadaten	Monate												Jahreswerte
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	
Temperatur Maximum (°C)	5,9	3,5	9,7	16,9	21,4	21,5	21,7	21,1	17,1	12,5	3,4	7,3	13,5
mittl. Lufttemperatur (°C)	2,8	1,1	4,3	10,9	15,2	15,6	16,1	15,3	12,5	8,2	1,1	3,4	8,9
Temperatur Minimum (°C)	-0,3	-1,3	-0,2	5,4	9,2	9,9	11,3	10,4	8,9	4,6	-1,0	1,3	4,9
Erdtemperatur Min. (°C)	-1,8	-1,8	-1,8	3,4	6,7	8,2	10,0	9,1	7,8	3,2	-1,8	0,3	3,5
Niederschlag (mm)	102	34	12	30	59	57	136	87	132	74	21	127	871
Sonnenscheindauer (h/Tag)	2,1	1,6	4,7	6,6	7,2	6,5	4,7	5,1	3,9	3,1	1,5	0,2	3,9

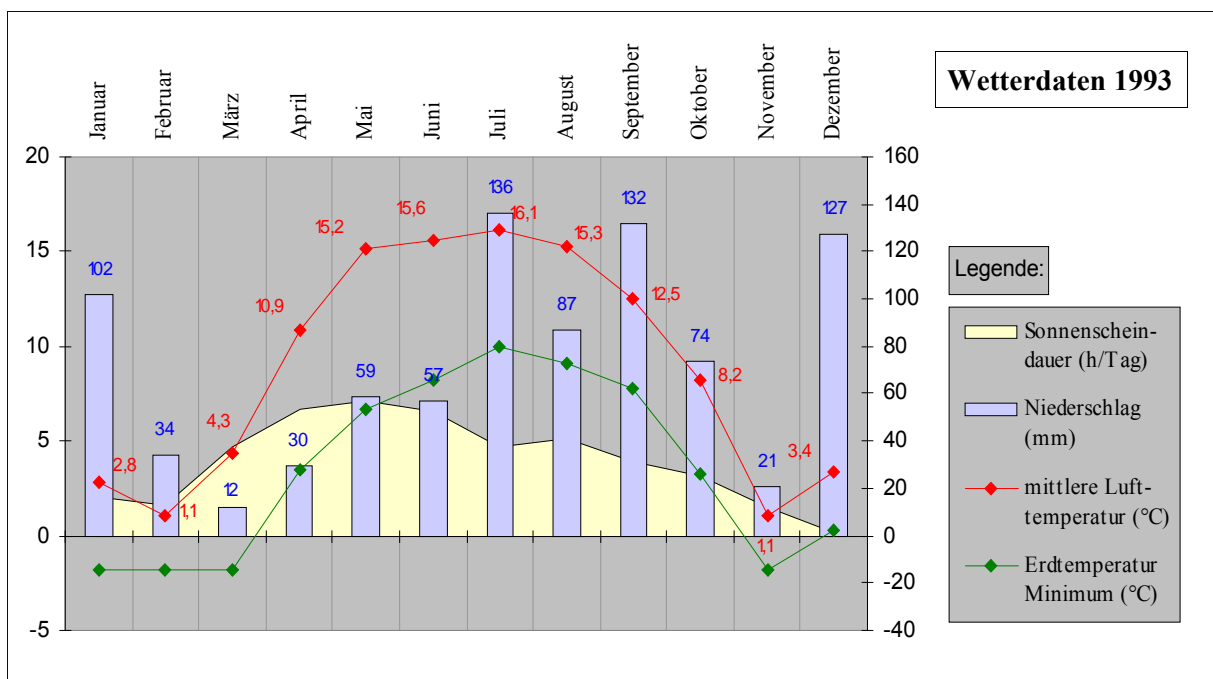


Abbildung 3: Diagramm der Wetterdaten aus dem Jahr 1993 (Quelle: OVR, Jork)

Die mittlere Lufttemperatur lag 1994 um 1,1 °C über der des Jahres 1993. Die Niederschlagsmenge fiel um 60 mm geringer aus als im Vorjahr.

Tabelle 3: Wetterdaten für das Jahr 1994 (Quelle: OVR, Jork)

Klimadaten	Monate												Jahreswerte
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	
Temperatur Maximum (°C)	5,8	2,6	9,4	14,6	19,1	21,4	29,6	24,0	18,0	12,8	10,4	6,4	14,5
mittl. Lufttemperatur (°C)	3,9	-0,8	5,7	9,2	13,0	15,4	22,5	17,8	13,4	7,8	7,4	4,1	10,0
Temperatur Minimum (°C)	1,9	-3,9	2,5	4,7	7,7	9,6	15,6	12,3	9,8	3,7	4,5	1,5	5,8
Erdtemperatur Min. (°C)	0,8	-5,0	1,4	3,5	5,9	8,2	13,9	10,8	8,1	2,3	3,2	0,1	4,4
Niederschlag (mm)	95,7	23,2	115	32,8	62,9	58,3	24,2	93,8	83,4	56,1	58,9	107	811
Sonnenscheindauer (h/Tag)	1,0	2,6	2,8	4,8	6,4	7,1	10,5	6,8	3,3	3,8	1,9	1,4	4,4

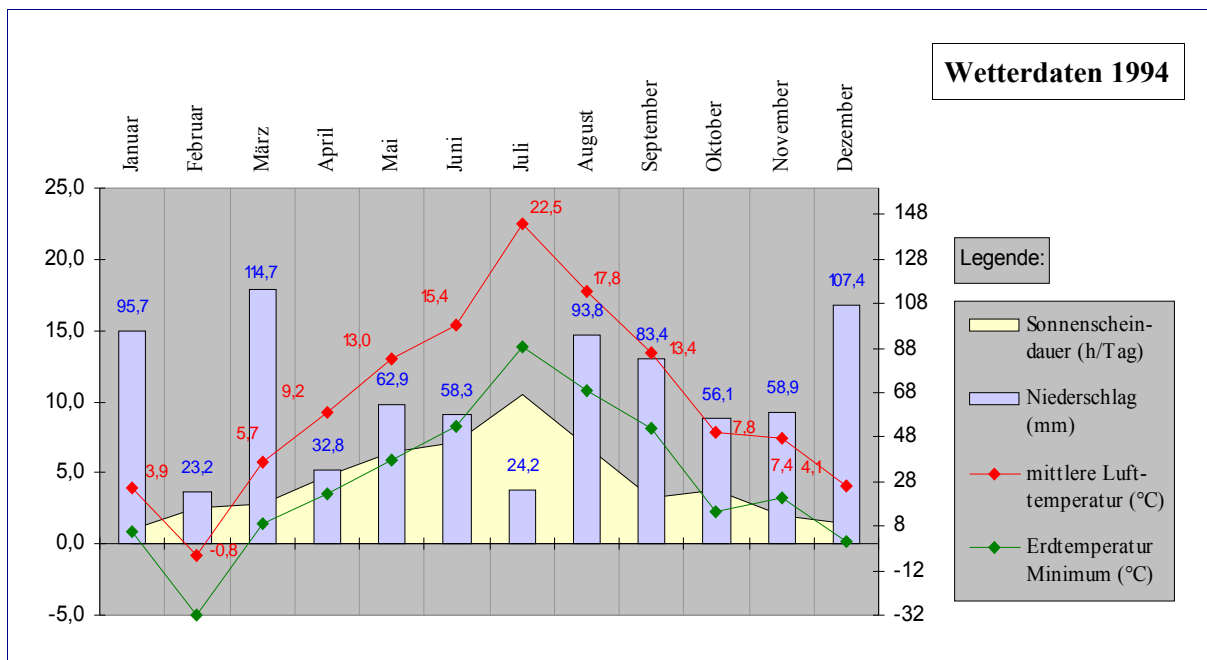


Abbildung 4: Diagramm der Wetterdaten aus dem Jahr 1994 (Quelle: OVR, Jork)

Die Niederschlagsmengen im Jahr 1995 lagen im Bereich des langjährigen Mittels, wobei das Frühjahr feuchter und der Herbst trockener als im Durchschnitt eingetreten sind.

Tabelle 4: Wetterdaten für das Jahr 1995 (Quelle: OVR, Jork)

Klimadaten	Monate												Jahreswerte
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	
Temperatur Maximum (°C)	4,0	8,0	8,3	13,9	18,0	20,6	27,0	27,5	18,4	17,1	7,1	-0,2	14,2
mittl. Lufttemperatur (°C)	1,3	4,9	3,8	8,7	12,0	15,0	21,0	19,8	13,6	11,9	4,0	-2,4	9,4
Temperatur Minimum (°C)	-1,1	2,0	-0,2	4,2	6,0	9,5	14,0	12,8	9,2	6,7	0,9	-5,0	4,9
Erdtemperatur Min. (°C)	-2,2	0,5	-1,5	8,5	4,8	7,7	12,0	10,4	7,4	5,7	-1,2	-6,5	3,8
Niederschlag (mm)	109,3	87,6	94,3	42,9	53,0	56,1	52,0	36,3	115,7	14,9	39,3	20,9	722,0
Sonnenscheindauer (h/Tag)	1,9	1,8	4,5	6,0	6,9	6,5	9,4	9,6	3,4	3,7	2,2	1,6	4,8

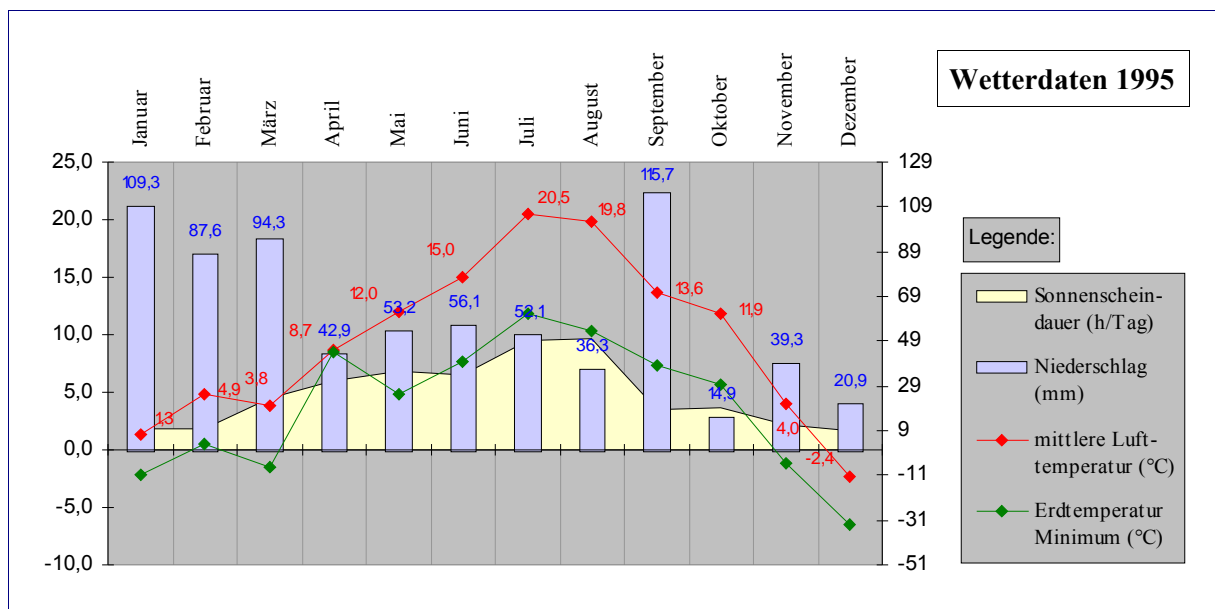


Abbildung 5: Diagramm der Wetterdaten aus dem Jahr 1995 (Quelle: OVR, Jork)



#### **2.4. Die Geschichte der Landwirtschaft**

Mit Beginn dieses Jahrhunderts begann in der Landwirtschaft eine immer stärkere Industrialisierung und Technisierung. Der Einsatz von löslichen Mineraldüngern, möglich durch die Forschungen Liebig's und verstärkt durch die Entwicklung des Haber-Bosch-Verfahrens zur Ammoniak-Synthese, leitete eine neue Ära in der Pflanzenproduktion ein. Diese Entwicklung begann bereits Mitte des 19. Jahrhunderts. 1840 erschien das Werk über die Anwendung der Chemie in der Landwirtschaft von Justus von Liebig, mit der Folge, dass die Landwirtschaft die biologische Bindung verlor, Biozide und Herbizide ersetzen systemimmanente Kontrollen und ackerbauliches Können. Fortan verzichtete man weitgehend auf den Fruchtfolgeanbau. Mineraldünger ersetzen das Eigenpotential des Betriebes, die Fruchtbarkeit zu erhalten und zu erneuern. Das Ergebnis waren schwerwiegende Veränderungen im Boden. Aus ökonomischen und arbeitswirtschaftlichen Überlegungen wurden die Betriebe zur Spezialisierung und Vergrößerung gedrängt (KOEPEL et al., 1996). Zu der ertragsmaximierenden Düngung kam die Züchtung ertragreicher Kultursorten, ermöglicht durch die Wiederentdeckung der Mendelschen Gesetze um 1900. Die neuen Sorten ermöglichten den Anbau als Monokultur und die zumeist geringe Resistenz, erforderte einen hohen Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (JASSER, 1982). Es setzte eine Industrialisierung in der Landwirtschaft ein, begünstigt durch einen internationalen Transport und Handel mit Massengütern einschließlich der Futter- und Nahrungsmittel. Dies begünstigte den Aufbau eines internationalen Ernährungssystems mit industriell gefertigten Betriebsmitteln, Agrochemikalien und neuen Zuchtsorten, die eine Abhängigkeit der bäuerlichen Betriebe bewirkte (KOEPEL et al., 1996).

1963 begann eine weitreichende Umweltdebatte. Ausgelöst wurde diese durch das Erscheinen des Buches "Der stumme Frühling" von Rachel Carlson. Die Autorin belegte darin, daß freilebende Arten, wie z.B. Fische, aber auch Haustiere und Menschen DDT und andere hochpersistente chlorierte Kohlenwasserstoffe gespeichert hatten. Die meisten Tiere konnten diese Substanzen nur über ihre Nahrung aufgenommen haben. Sie wies damit als erste daraufhin, daß sich die giftigen Substanzen über die Nahrungskette anreichern können und damit für die am Ende der Kette stehenden Lebewesen die größten Giftportionen bereitstellen (CARLSON & AUER, 1963). Anfang der 1970er Jahre forderten die Verbraucher mit Nachdruck rückstandsfreie Nahrungsmittel (KOEPEL et al., 1996). Dies und die vermehrte Resistenzbildung einiger Schadorganismen, führte zu der Entwicklung der integrierten Produktion. Die Grundidee war die Produktion von Lebensmitteln mit optimaler innerer und äußerer Qualität die möglichst umweltschonend erzeugt wurden. 1989 wurden dann im Alten Land Rahmenrichtlinien für den integrierten Obstanbau erarbeitet und das Markenzeichen ELBEOBST wurde zur Steigerung des Absatzes eingeführt (SCHULZ, 1993).

Der ökologische Anbau entstand als Antwort auf die Probleme des konventionellen Landbaus wie Artendenzimierung von Flora und Fauna, Vergiftung von Luft, Boden, Oberflächen- und Grundwasser, Entstehung neuer Pflanzen- und Tierkrankheiten, Verschlechterung der Nahrungsmittelqualität durch

Giffrückstände, weniger Mengen an wertgebenden Inhaltsstoffen und geringere Vielfalt. Bereits 1924 entstand eine „Biobewegung“ innerhalb der Anthroposophen. 1927 entstand dann aus dieser Bewegung der DEMETER-Verband. Ab den 1960er bis in die 1980er Jahre hinein entstanden dann weitere ökologisch orientierte Anbauverbände, die frei waren von anthroposophischen Ideologien und Dogmen (KOEPP et al., 1996).

1972 gründete sich in Versailles die IFOAM (**I**nternational **F**ederation **O**f **A**griculture **M**ovements) ein internationaler Zusammenschluß von ökologischen Landbauverbänden, deren Hauptaufgabe die Koordinierung und Entwicklung des weltweiten Netzes der ökologischen Landbaubewegungen ist. Die IFOAM, internationaler Dachverband des ökologischen Landbaus, genießt einen Beraterstatus bei der UNO und ist weltweit zuständig für die Festlegung und Überarbeitung der Basisrichtlinien (MUNZERT & HÜFFMEIER, 1998).

1988 schlossen sich die unterschiedlichen ökologischen Verbände des europäischen Landbaus in der Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Landbau (AGÖL) zusammen. Die AGÖL, die Mitglied bei der IFOAM ist, berücksichtigt in ihren Richtlinien den Zusammenhang zwischen landwirtschaftlicher Erzeugung, gesunder Ernährung und Erhalt der Kulturlandschaft. Zu den Aufgaben der AGÖL gehören u. a. Öffentlichkeits- und Lobbyarbeit für den ökologischen Landbau, die Erarbeitung von Rahmenrichtlinien für die Erzeugung und Verarbeitung und die internationale Zusammenarbeit mit Organisationen des ökologischen Landbaus (MUNZERT & HÜFFMEIER, 1998).

Einen weiteren Abschnitt in der Geschichte des ökologischen Landbaus markiert die EG-Verordnung 2092/91 des Rates vom 24. Juni 1991. Vor dieser Verordnung war der Zusatz „ökologisch“ oder „biologisch“ bei der Vermarktung kein geschützter Begriff und jeder konnte diesen Begriff frei verwenden. Um dem Verbraucher, auf dem bis dahin unübersichtlichen Markt der Bioprodukte, Klarheit zu verschaffen, wurde nun durch die EG-Verordnung verbindlich geregelt, daß nur noch diejenigen Produkte als Bio- oder Öko-Produkte gekennzeichnet werden dürfen, die nach den einheitlichen Richtlinien des Anhangs dieser Verordnung produziert wurden (MUNZERT & HÜFFMEIER, 1998).

Im Mai 2001 wurde vom deutschen Verbraucherschutzministerium ein staatliches Siegel für Erzeugnisse der Öko-Landwirtschaft beschlossen. Das von Ministerin Renate Künast initiierte und von einer großen Allianz aus Handel, Verbänden und Politik vereinbarte Bio-Siegel für Produkte des ökologischen Landbaus wurde am 05. September 2001 der Öffentlichkeit vorgestellt. Mit dem Siegel können alle Erzeugnisse gekennzeichnet werden, die entsprechend der EG-Öko-Verordnung produziert (mindestens 95 Prozent Öko-Bestandteile) und kontrolliert werden. Die Verwendung ist freiwillig. Die Anbieter müssen nicht auf eigene Markennamen oder Öko-Zeichen verzichten (KÜNAST, 2001).

Aus dieser geschichtlichen Entwicklung resultierend, unterscheidet man heute in der Landwirtschaft die drei grundlegenden Anbauformen:

1. Den konventionellen Anbau
2. Den integrierten Anbau
3. Den ökologischen Anbau

Der ökologische Anbau wird wiederum unterteilt in die individuellen Methoden der ökologischen Verbände unter deren Richtlinien die Betriebe wirtschaften (MUNZERT & HÜFFMEIER, 1998).

### **2.4.1. Der konventionelle Anbau**

Mit dem Begriff des konventionellen Landbaus grenzt man heute sprachlich einen Bereich der Landwirtschaft ab, der keinen Richtlinien unterworfen ist. Ihm gegenüber stehen der integrierte und der ökologische Landbau. Dabei versteht man unter konventionellem Anbau eine landwirtschaftliche Produktionsweise, die alle von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) in Berlin und Braunschweig - für die jeweilige Kultur - zugelassenen Mittel prinzipiell zur Anwendung bringen kann und in der eine hohe Intensivierung und Mechanisierung stattfindet. Dabei werden zu bestimmten Zeitpunkten, ohne eine Kontrolle der Notwendigkeit (ohne ein Schadschwellenprinzip), „breit“ wirkende Mittel ausgebracht und es wird keine Rücksicht auf langfristige Folgen eines ungehinderten Pestizid- und Düngemiteleinsatzes genommen (SCHULZ, 1993). Der konventionelle Anbau wurde 1994 im Alten Land noch auf 6% der Betriebe praktiziert (TIEMANN mdl. Mitt.).

### **2.4.2. Der integrierte Anbau**

WINTER (1992) beschreibt den integrierten Anbau als ein Bemühen des Anbauers alle verfügbaren fachlichen Erkenntnisse zu nutzen, um regelmäßige Ernten vollwertigen Tafelobstes durch überlegten Einsatz jener Maßnahmen und Mittel zu erzielen, die im Sinne der menschlichen Gesundheit, des Pflanzenbaues, des Umweltschutzes und der Wirtschaft langfristig die günstigsten sind. Es geht im einzelnen um die Erhaltung und Steigerung der Bodenfruchtbarkeit durch sorgsame Bodenpflege und um die Stärkung der Widerstandsfähigkeit von Obstgewächsen gegen Schadorganismen. Ein weiteres Ziel ist die Ausnutzung natürlicher Begrenzungsfaktoren für Krankheiten und Schädlinge. Bei dem „notwendigen“ aber sparsamen Einsatz von Pflanzenschutzmitteln werden Präparate verwendet, welche die Nützlinge schonen und zugleich Boden, Wasser und Luft möglichst wenig belasten.

Im integrierten Anbau sind ca. 50 verschiedene Mittel erlaubt. Diese Mittel unterteilen sich in fünf Kategorien, je nach der Wirkung auf bestimmte Organismengruppen (Tabelle 5).

Tabelle 5: Die wichtigsten im integrierten Anbau erlaubten chemisch-synthetischen Mittel (Quelle: ARBEITSGEMEINSCHAFT INTEGRIERTER OBSTANBAU AN DER NIEDERELBE, 1992).

Pestizid (Organismen- gruppe)	Insektizide	Fungizide	Herbizide	Akarizide	sonstige
	(gegen Insekten)	(gegen Pilze)	(gegen Pflanzen)	(gegen Milben)	
Präparate	DIMILIN	Kupfer-Präparate	ROUND UP	Mineralöl-Präparate	Zinkphosphid-Giftgetreide (gegen Wühlmäuse)
Präparate	RUBITOX	Schwefel-Präparate	BASTA	ORDOVAL	
Präparate	GRANUPOM	DITHANE	KERB 50 W	TELMION	
Präparate	INSEGAR	DELAN	DIURON-Präparate	APOLLO	AMIDTHIN (zur Regulierung des Fruchtbehangs)
Präparate	NEUDOSAN	EUPAREN	FUSILADE		
Präparate		OMNEX PLUS	SWING		

Neben den Insektiziden und den Fungiziden seien hier die Herbizide besonders hervorgehoben. Die Herbizide werden im integrierten Anbau eingesetzt, um die Vegetation unter den Apfelbäumen chemisch zu entfernen. Eine Unkrautbekämpfung ist bei den angebauten Niederstammbäumen nötig, da sie eine schwach wachsende Unterlage<sup>2</sup> haben, die keine Nährstoffkonkurrenz an den Wurzeln verträgt (SCHULZ, 1993). Darüber hinaus würde eine Untervegetation eine Brücke für Insekten darstellen, die über die Gräser in die tief hängenden Äste (ca. 30 cm über dem Boden) der Bäume gelangen können, was bei der Nordischen Apfelwanze (*Plesiocoris rugicollis*) zu starken Schäden führen kann (AUGUSTIN mdl. Mitt.).

1989 wurde der integrierte Anbau im Bereich des OVR im Alten Land eingeführt. Zunächst stellten 117 Betriebe auf diese Wirtschaftsweise um. Laut Baumobsterhebung aus den Jahren 1992/1993 wurden 712 Betriebe - das sind 93% der im Alten Land ansässigen Höfe - integriert bewirtschaftet (TIEMANN mdl. Mitt.).

### 2.4.3. Der ökologische Anbau

Bei einer Umstellung auf eine ökologische Produktionsweise hat ein landwirtschaftlicher Betrieb zunächst eine Übergangszeit zu durchlaufen, in der zwar schon nach den Richtlinien eines anerkannten Verbandes gewirtschaftet werden muss, seine Produkte jedoch noch nicht unter der Schutzmarke des Verbandes verkauft werden dürfen. Diese Umstellungszeit, der eine eingehende Prüfung durch einen Berater des Verbandes vorausgegangen ist, beläuft sich im Obstbau auf eine Vegetationsperiode (EWG, 1991).

Für den Pflanzenbau bedeutet der ökologische Anbau, dass die Bodenfruchtbarkeit über ein intaktes Bodenleben erreicht wird, das auch die Pflanzengesundheit stärkt, so dass sie robuster gegenüber Krankheiten und Schädlingen werden. Statt chemisch-synthetischen Stickstoffdüngern kommen Legu-

2 Kultivierte Obstbäume bestehen in der Mehrzahl der Fälle aus zwei verschiedenen Pflanzen, der **Unterlage** und der **Edelsorte**. Die Unterlage hat dabei die Aufgabe der Wasser- und der Nährstoffaufnahme sowie der Verankerung im Boden, die Edelsorte, die der Unterlage aufgepfropft wird, liefert Assimilate und sichert die Transpiration. Dabei werden die Eigenschaften beider Sorten ausgenutzt, um möglichst optimale Früchte zu erhalten (WINTER et. al., 1992)

minosens aufs Feld. Eine sinnvolle Fruchtfolge und mechanische Maßnahmen regulieren den Unkrautbewuchs. Chemische Pflanzengifte sind ebenso wie gentechnisch veränderte Tier- und Pflanzenarten verboten. Auch das Saat- und Pflanzgut sollte möglichst aus ökologischer Erzeugung stammen.

Landschaftsschutz ist wieder Teil des Wirtschaftens, so daß eine ökologische Standortgestaltung durch Hecken und Ruhezone unterstützt wird (KIENZLE, mdl. Mittlg.).

Im ökologischen Anbau sind keine chemisch-synthetischen Mittel erlaubt. Es gibt jedoch Mittel (Tabelle 6), die auf bestimmte Organismengruppen einen Einfluß haben.

Tabelle 6: Im ökologischen Anbau erlaubte Mittel (Quelle: AGÖL, 1991).

Mittel gegen best. Organismengruppen	Mittel oder Methode gegen Insekten	Mittel oder Methode gegen Pilze	Mittel oder Methode gegen Pflanzen	Mittel oder Methode gegen Milben	sonstiges (Düngung / Blattpflege)
Präparate	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Kupferhydroxid	mechanische Bodenbearbeitung	Raubmilben	Aminosol (org. Aminosäuren)
Präparate	Apfelschalenvicklergranulosevirus	Netzschwefel	thermische Bodenbearbeitung		Dolomit (Kalk)
Präparate	Parafinöl				Haarmehl
Präparate	Schmierseife				Kali-, Phosphordünger
Präparate	Pyrethrumextrakt				organische Dünger

KEIPERT (1990) schreibt, dass der alternative Anbau von Äpfeln teurer ist als der konventionelle, was durch einen höheren Arbeitsaufwand zu erklären ist, der durch den Wegfall der Herbizidspritzungen zustande kommt. Der Mehraufwand durch Handarbeit, liegt im Vergleich zum konventionellen oder integrierten Anbau, im Durchschnitt um ein Drittel höher.

In der Abfolge der Richtlinien, die als unterste Ebene die EG-Verordnung 2092/91, dann die der IFO-AM und darauf folgend die Richtlinien der AGÖL vorsieht, bestimmen die Richtlinien der Verbände den Handlungsablauf auf den Höfen, die einen entsprechenden Erzeugervertrag geschlossen haben (MUNZERT & HÜFFMEIER, 1998). Im Folgenden werden die Richtlinien des NATURLAND- und des Demeterverbandes näher beschrieben, da die untersuchten Flächen nach Richtlinien dieser Verbände bewirtschaftet werden.

#### 2.4.3.1. Der ökologische Anbau nach NATURLAND-Richtlinien

1982 gründeten engagierte Wissenschaftler, Landwirte und Verbraucher den NATURLAND-Verband für naturgemäßen Landbau e.V.. Seitdem hat sich der Verband zur drittgrößten Organisation des anerkannt ökologischen Landbaus in Deutschland entwickelt. Weltweit betreut NATURLAND mehr als 15.000

Mitglieder und gehört zu den großen Zertifizierungsorganisationen für Öko-Produkte (neben den landwirtschaftlichen Produkten seit 1996 auch für den naturgemäßen Waldbau).

Laut § 5.1. der Richtlinien des NATURLAND-Verbandes (NATURLAND, 1992) verfolgt der ökologisch betriebene Obstbau das Ziel, neben den unmittelbar wirtschaftlichen Zwecken, **durch Landschaftspflege und Artenschutz die Ansiedlung einer größtmöglichen Vielfalt heimischer Tier- und Pflanzenarten im Ökosystem Obstanlage zu erreichen.**

Die Richtlinien für den Obst- und Weinbau des NATURLAND-Verbandes gliedern sich in vier Hauptpunkte:

1. Düngung und Humuswirtschaft
2. Pflanzgut
3. Pflanzenschutz und Pflanzenpflege
4. Vorbereitung und Umstellung

Im ersten Punkt wird starker Wert auf einen Erhalt bzw. Steigerung der Bodenfruchtbarkeit gelegt. Dabei soll die Begrünung eine wesentliche Maßnahme sein, die durch Einsaaten von möglichst standortgerechten Blütenpflanzen erreicht wird, welche der Ansiedlung von Nützlingen dient. Brach liegende Flächen sollen begrünt werden. Unter den Bäumen kann mit mechanischen oder thermischen Methoden der Unterstockbereich von Pflanzenaufwuchs frei gehalten werden.

Das Pflanzgut sollte möglichst aus ökologischer Erzeugung stammen, kann aber auch aus konventioneller Aufzucht kommen, wenn anderes Material nicht zu beschaffen ist. Beim Ankauf von neuen Pflanzen soll darauf geachtet werden, daß standortgerechte und für Krankheiten wenig anfällige Sorten gepflanzt werden (z.B. schorfresistente Sorten).

Dem Pflanzenschutz kommt eine besondere Bedeutung zu. Dabei wird besonderer Wert auf die der Pflanze eigenen, natürlichen Abwehrmechanismen gegen Krankheiten und Schädlinge gelegt. Die Pflegemaßnahmen sollen diese Mechanismen unterstützen. Dies soll erreicht werden durch eine optimale Bodenvorbereitung und Kulturmaßnahmen wie Erziehungsschnitte, Stockaufbau, Anschlüsse, Laubarbeiten, Zeilen- und Quartierbreite, sowie Unterstockpflege. Über die zugelassenen Mittel zum Pflanzenschutz und -pflege gibt der Anhang 2 der Richtlinien des NATURLAND-Verbandes Auskunft. Die Pflanzenschutzmaßnahmen müssen in Absprache mit dem Berater des Verbandes erfolgen, dies gilt insbesondere in der Umstellungszeit.

Die Richtlinien des NATURLAND-Verbandes für den Obstbau sehen eine Umstellungszeit von einer Vegetationsperiode vor, in der die Richtlinien auf dem gesamten Hof angewendet werden müssen. In dieser Zeit dürfen die Produkte nur konventionell vermarktet werden. Die Einhaltung der Richtlinien wird durch unangemeldete Kontrollbesuche durch Beauftragte des Verbandes vorgenommen (NATURLAND, 1992).

#### **2.4.3.2. Der biologisch-dynamische Anbau nach Demeter-Richtlinien**

Die Grundlage für die biologisch-dynamische Landwirtschaft wurde vom 07. bis 16. Juni 1924 durch acht Vorträge zur Landwirtschaft von Rudolf Steiner (1861-1925) auf Gut Koberwitz in Schlesien gelegt. Grundlage des Kurses war eine naturwissenschaftliche und geisteswissenschaftliche Sicht des Lebens, welche in den Forschungen Goethes seinen Ursprung nahmen.

Seit Anfang der 20er Jahre wurde Steiner von Landwirten gedrängt, Vorträge zum Thema der Landwirtschaft zu halten, da sie feststellten, dass u.a. das Saatgut eine immer schlechtere Qualität aufwies. Während dieser Vortragsserie, später nur noch als landwirtschaftlicher Kursus bezeichnet, gründete sich „der Landwirtschaftliche Versuchsring der anthroposophischen Gesellschaft“. Als bald wurden die Inhalte der Vorträge durch Versuche und Praxis, in Zusammenarbeit mit der naturwissenschaftlichen Sektion am Goetheanum ausgearbeitet. Dr. G. Michaelis, für kurze Zeit Reichskanzler während des 1. Weltkriegs, schlug 1927 eine Verwertungsgenossenschaft für Produkte aus der „biologische Düngung“ vor. Diese Genossenschaft übernahm zunächst die Getreideproduktion, Verarbeitung und den Vertrieb. Als Warenzeichen zur Kennzeichnung der Produkte aus diesem Anbau, wählte man den Namen DEMETER der griechischen Göttin des Erdsegens und der Fruchtbarkeit. Das Zeichen wurde erstmals 1932 beim Patentamt in München zur Registrierung eingereicht. Die Wirtschaftsform, die zunächst „biologische Düngung“ hieß, wurde 1930 in „biologisch-dynamische Wirtschaftsweise“ umbenannt. Die dazugehörige Organisation nannte sich „Versuchsring für Biologisch-Dynamische Wirtschaftsweise“ (KOEPEL et al., 1996).

Bis zum Krieg wurde der biologisch-dynamische Anbau auf größeren Höfen im Osten Deutschlands praktiziert. 1941 wurde der Verband durch die Nationalsozialisten verboten und es kam zu Verhaftungen. Die Höfe praktizierten aber die biologisch-dynamische Wirtschaftsweise weiter. Nach dem zweiten Weltkrieg wurde diese Anbauform in Ostdeutschland durch das kommunistische Regime nicht mehr erlaubt. In Westdeutschland wurde 1945 in Stuttgart der „Forschungsring für Biologisch-Dynamische Wirtschaftsweise e.V.“ neu gegründet. 1962 zog man nach Darmstadt um, und die Zeitschrift „Lebendige Erde“ wurde herausgegeben. Ab 1952 entstand ein Beratungsring, ab 1954 der Demeter-Bund. Am 14. Juli 1988 gründete der Forschungsring mit fünf weiteren Verbänden der „organischen Richtung“ die AGÖL (Forschungsring für Biologisch-Dynamische Wirtschaftsweise e.V., 1990). Biologisch-Dynamische Betriebe haben den Verdienst, nicht nur traditionelle Verfahren bewahrt zu haben, sondern auch neue entwickelt und auf den gegenwärtigen technischen Stand gebracht zu haben (KOEPEL et al., 1996).

Die grundlegende Aussage zu einer biologisch-dynamischen Wirtschaftsweise ist „das Bestreben, die Landwirtschaft so zu führen, daß sie ihre Produktivität und Gesundheit aus der Gestaltung des Betriebsganzen erwirbt, und daß sie das, was sie an Betriebsmitteln zur eigenen Produktion braucht, auch selbst erzeugt“ (KOEPEL et al., 1996).

## 2.5. Die Untersuchungsflächen

Die Höfe, auf denen die Untersuchungsflächen liegen, wurden durch Herrn Gertz von der Umweltbehörde Hamburg (heute Behörde für Wirtschaft und Arbeit) vorgeschlagen. Die Flächen selbst wurden aufgrund des Alters der ökologischen Bewirtschaftung, d.h. der Dauer der ökologischen Bewirtschaftung ausgewählt. Bezogen auf die Fragestellung wurden Flächen gewählt, die ein, zwei, drei und zehn Jahre eine ökologische Bewirtschaftung erfahren haben. Als Vergleichsfläche wurde eine integriert bewirtschaftete Fläche gewählt. Es werden ausschließlich Flächen untersucht, auf denen Äpfel angebaut werden. In Tabelle 7 ist eine Übersicht der Flächen dargestellt.

Tabelle 7: Übersicht über die Untersuchungsflächen.

Fläche	Jahr	Hof-Eigentümer	Charakteristik	Pflanz-jahr	Jahr der Umstel-lung	ökologische Bewirtschaf-tung	Baumsorte	Unterlage	Art der Be-wirtschaftung
AB	1993	Minners	Baumstreifen	1989	-	-	Cox Orange	M9	integriert
AG	1993	Minners	Fahrgasse	1989	-	-	Cox Orange	M9	integriert
BB	1993	Augustin	Baumstreifen	1989	1992	1 Jahr	Elstar	M9	ökologisch (NATURLAND)
BG	1993	Augustin	Fahrgasse	1989	1992	1 Jahr	Elstar	M9	ökologisch (NATURLAND)
CB	1993	Augustin	Baumstreifen	1971	1991	2 Jahre	Cox Orange	¼ Stamm	ökologisch (NATURLAND)
CG	1993	Augustin	Fahrgasse	1971	1991	2 Jahre	Cox Orange	¼ Stamm	ökologisch (NATURLAND)
DB	1993	Augustin	Baumstreifen	1958	1990	3 Jahre	Roter Boskop	¼ Stamm	ökologisch (NATURLAND)
DG	1993	Augustin	Fahrgasse	1958	1990	3 Jahre	Roter Boskop	¼ Stamm	ökologisch (NATURLAND)
EB	1993	Heinrich	Baumstreifen	1980(?)	1983	10 Jahre	Gloster	½ Stamm	ökologisch (Demeter)
AB	1994	Quast	Baumstreifen	1990	-	-	Cox Orange	M9	integriert
AG	1994	Quast	Fahrgasse	1990	-	-	Cox Orange	M9	integriert
BB	1994	Augustin	Baumstreifen	1989	1992	2 Jahre	Elstar	M9	ökologisch (NATURLAND)
BG	1994	Augustin	Fahrgasse	1989	1992	2 Jahre	Elstar	M9	ökologisch (NATURLAND)
CB	1994	Augustin	Baumstreifen	1981	1991	3 Jahre	Gloster	M9	ökologisch (NATURLAND)
CG	1994	Augustin	Fahrgasse	1981	1991	3 Jahre	Gloster	M9	ökologisch (NATURLAND)
DB	1994	Augustin	Baumstreifen	1958	1990	4 Jahre	Roter Boskop	¼ Stamm	ökologisch (NATURLAND)
DG	1994	Augustin	Fahrgasse	1958	1990	4 Jahre	Roter Boskop	¼ Stamm	ökologisch (NATURLAND)
EB	1994	Heinrich	Baumstreifen	1980 (?)	1983	11 Jahre	Gloster	½ Stamm	ökologisch (Demeter)



Die Fläche A des Probenzeitraums 1993 wurde in 1994 auf Wunsch der Umweltbehörde auf die Fläche des Obsthofs Heinrich Quast auf Hamburger Stadtgebiet verlegt (der Obsthof H. Quast wurde 1996 auf eine ökologische Bewirtschaftung zunächst nach NATURLAND-, später nach Demeter-Richtlinien umgestellt). Die Fläche C musste im Probenjahr 1994 ebenfalls gewechselt werden, da die ursprüngliche Fläche im Winter 1993/1994 gerodet wurde und im Jahr 1994 brach lag.

### **2.5.1. Die Probenfläche A (integriert)**

Die Probenfläche A lag 1993 auf dem Obsthof Jan Minners, Hove 19 in der Gemeinde Jork. Der Obsthof Minners wird integriert bewirtschaftet.

Die Probenfläche liegt im vorderen Drittel der Anlage und grenzt im Süden, getrennt durch einen wasserführenden Grenzgraben an den ökologisch bewirtschafteten Obsthof Augustin (siehe Abbildung 53 im Anhang). Die Fläche ist gekennzeichnet durch Niederstammbäume der Apfelsorte Cox Orange (Pflanzjahr 1989) mit einer Baumhöhe von 2,50 m, einem Baumabstand in den Reihen von 2,20 m und einem Reihenabstand von 4 m. Nördlich des Grabens erstrecken sich zwei Reihen in Ost-West-Richtung, worauf ein Wirtschaftsweg folgt. Nördlich des Wirtschaftsweges setzt sich die Anbaufläche fort. Die Fallen stehen zwischen den Bäumen der ersten Reihe nördlich des Grabens und im Fahrstreifen zwischen der ersten und zweiten Baumreihe. Die Baumstreifen werden mit dem Herbizid *Round up* von Unterwuchs weitestgehend frei gehalten. Es halten sich nur einige Moosarten, Schachtelhalm und einige wenige Exemplare eines Süßgrases mit starken Wuchsdepressionen, ausgelöst durch das Herbizid. Die Fahrgasse ist mit Süßgräsern bestanden, die als Grasmischung eingesät wurden, daneben Schachtelhalm und Löwenzahn.

1994 lag die Probenfläche A auf dem Obsthof Heinrich Quast, Nincoper Str. 119 in Hamburg. Der Obsthof Quast wurde im Untersuchungszeitraum integriert bewirtschaftet. Seit 1996 wird dieser Hof nach Demeter-Richtlinien ökologisch bewirtschaftet.

Die Probenfläche befindet sich im hinteren Drittel der Obstanlage (siehe Abbildung 54 im Anhang). Die Apfelbäume sind Niederstammbäume der Sorte Cox Orange. Die Baumreihen erstrecken sich (im Gegensatz zu allen anderen untersuchten Flächen) in Nord-Süd-Richtung und im Norden schließt sich der Fläche ein Bewässerungsteich an. Es gibt keine Bewässerungsgräben innerhalb der Fläche. Die Bäume (Pflanzjahr 1990) waren zur Untersuchungszeit ca. 2 m hoch, haben einen Baumabstand von 2,20 m und einen Reihenabstand von 4,50 m. Die Baumstreifen wurden mit dem Herbizid *Round up* von Unterbewuchs frei gehalten. In der Nachbarfläche wurde im Untersuchungszeitraum ein Versuch mit der Einstreu von Nadelholz-Rindenmulch durchgeführt. Die Baumstreifen waren aufgrund der noch recht jungen Bäume relativ lichtdurchflutet. Die Fallen befanden sich im nördlichen Teil dieses Apfelschlags.

### **2.5.2. Die Probenfläche B (ökologisch)**

Die Probenfläche B, ebenso wie die Flächen C und D, lagen 1993 / 1994 auf dem Obsthof Dirk Augustin, Hove 21 in der Gemeinde Jork. Der Obsthof Augustin umfasst insgesamt eine landwirtschaftlicher Anbaufläche von 19 Hektar auf der im Jahr 2001 ca. 450 Tonnen Äpfel und Birnen produziert wurden. Im Jahr 1920 wurden bereits auf einigen Parzellen des 250 Jahre alten Hofes Obstbäume angepflanzt. Seit 1980 wurde nur noch reiner Obstbau betrieben und seit 1990 werden die Flächen – zunächst nach NATURLAND-Richtlinien und seit 2001 nach Demeterrichtlinien – ökologisch bewirtschaftet (AUGUSTIN; GERTZ, mdl. Mittl.)

Die Fläche B befindet sich im ersten Drittel der Anlage (siehe Abbildung 53 im Anhang) und wird durch Niederstamm-bäume (Unterlage M9) der Sorte Elstar gekennzeichnet. Der Baumabstand beträgt 2 m, der Reihenabstand 3 m und die Baumhöhe betrug 2,30 m. Die Bäume sind 1989 gepflanzt und die Fläche wurde 1992 auf eine ökologische Bewirtschaftung umgestellt. Die Untersuchungsfläche besteht aus fünf Baumreihen, wobei in der zweiten Baumreihe und der südlich angrenzenden Fahrgasse die Fallen aufgestellt waren. Die Fläche wird im Norden durch einen ganzjährig wasserführenden Graben begrenzt, der als Grenzgraben zum nördlich gelegenen integriert wirtschafteten Nachbarn dient. Südlich wird die Untersuchungsfläche durch einen meist trocknen Graben begrenzt. Die Bäume sind dicht belaubt und bilden eine Art Hecke. Die unteren Äste der Bäume beginnen ca. 20 cm über dem Boden. Dadurch werden die Baumstreifen stark beschattet. Die Fahrstreifen, in die eine Grasmischung eingesät wurde, sind besonnt.

### **2.5.3. Fläche C (ökologisch)**

Die Probenfläche C wird gekennzeichnet durch viertelstämmige Bäume der Sorte Gloster. Die Baumhöhe betrug 3 m, der Baumabstand 3,50 m und der Reihenabstand 4 m (Pflanzjahr 1971). Die Untersuchungsfläche liegt 150 m östlich zur Probenfläche B, ebenfalls südlich des Grenzgrabens (siehe Abbildung 53 im Anhang).

Im Winter 1993/94 wurden die Bäume gerodet und 1994 lag die Fläche brach, so dass auf eine andere Fläche ausgewichen werden musste. Die neue Fläche liegt östlich der Bewässerungsteiche nördlich des südlichen Grenzgrabens zum integrierten Nachbarn im Süden. Die Fläche wurde ebenfalls 1991 auf eine ökologische Bewirtschaftung umgestellt. Die angebaute Apfelsorte ist Gloster auf Niederstammunterlagen (Pflanzjahr 1981).

### **2.5.4. Fläche D (ökologisch)**

Die Probenfläche D stellte die älteste ökologisch bewirtschaftete Fläche des Obsthofes dar. Die Viertelstamm-bäume der Sorte Roter Boskop wurden 1958 gepflanzt. Die Fläche lag im mittleren Bereich des langgestreckten Obsthofes am nördlichen Rand (siehe Abbildung 54 im Anhang). Sie wird im Norden durch einen tiefen wasserführenden Graben zum integriert wirtschaftenden Nachbarn begrenzt und südlich schließt ein Wirtschaftsweg an.

Die Bäume hatten eine durchschnittliche Höhe von 3,5 m einem Baumabstand von 3,5 m und einem Reihenabstand von 4 m. Die Fläche ist lichtdurchfluteter als die Niederstammanlagen.

#### **2.5.5. Fläche E (ökologisch)**

Die Probenfläche E lag 1993 / 1994 auf dem Obsthof Günther Heinrich, Bergfried 9 in der Gemeinde Steinkirchen. Der Hof von Günther Heinrich wird nach den Richtlinien des Demeterverbandes bewirtschaftet. Neben dem Obstbau mit überwiegendem Anteil an Apfelbäumen, werden auch Kirschen und Pflaumen angebaut. Der Hof ist kein reiner Obsthof, da auch Viehhaltung betrieben wird. Der Mist aus der Viehhaltung wird als Dünger unter die Baumstreifen gestreut.

Die Untersuchungsfläche liegt am nördlichen Rand der Anlage, südlich eines Grenzgrabens zum integriert wirtschafteten Nachbarn (siehe Abbildung 55 im Anhang). Die Anlage ist mit Mittelstamm-bäumen bepflanzt und wird seit 1983 ökologisch bewirtschaftet. Die Bäume stehen in einem Baumabstand von 3,5 m und einem Reihenabstand von 4 m und sind ca. 4 m hoch. Die Baumstreifen sind mit Gras bewachsen, ebenso wie die Fahrgasse. Die Bäume greifen mit ihren Kronen in den Reihen ineinander und zwischen den Reihen ist nur ein geringer Abstand im Kronenbereich. Die Fahrgassen und die Baumstreifen werden annähernd gleich besonnt.

### **2.6. Vegetationsaufbau**

Der Vegetationsaufbau der Flächen ist unterschiedlich. Es können hier grundsätzlich drei Flächentypen unterschieden werden (Tabelle 8):

#### 1. Flächen mit Niederstammbäumen (Unterlage M9):

Die Flächen mit Niederstammbäumen sind charakterisiert durch kleine Bäume (max. 2,5 m Höhe), deren unterste Äste fast den Boden berühren. Diese Baumreihen sind eher als Sträucher anzusehen. Durch die chemische oder mechanische Bearbeitung der Unterbaumflächen existiert hier keine Krautschicht. Die Fahrstreifen sind gut besonnt und mit verschiedenen Gräsern bewachsen. Eine Baumschicht fehlt.

#### 2. Flächen mit Viertelstammbäumen:

Auf diesen Flächen ist die Bodenbeschattung größer als auf den zuvor beschriebenen Flächen. Der Fahrstreifen wird um die Mittagszeit von der Sonne beschienen. Die Äste der Bäume beginnen ca. einen halben Meter über den Erdboden. Auch hier ist die Unterbaumfläche mechanisch von einer Krautschicht befreit und die Fahrstreifen sind mit einer Grasmischung bepflanzt.

#### 3. Flächen mit Hochstamm- oder Halbstammbäumen:

Diese Flächen besitzen keine Strauchschicht und die Baumstreifen werden durch die großen Bäume beschattet. Dadurch ist die Fläche besser gegen extreme Witterungslagen geschützt (starke Sonneneinstrahlung, Wind, Frost etc.). Die Krautschicht ist auch unter den Bäumen vor-

handen und die Äste der Bäume beginnen in einer Höhe von ca. einem  $\frac{3}{4}$  Meter. Die Bäume erreichen Höhen bis zu 4,5 Metern in der Hohertragsphase.

Tabelle 8: Verteilung der vertikalen Vegetationsstruktur auf den untersuchten Flächen

Fläche	Hofeigentümer	Charakteristik	Krautschicht	Strauchschicht	Baumschicht
AB	Minners/Quast	Baumstreifen	fehlt	vorhanden	vorhanden
AG	Minners/Quast	Fahrgasse	vorhanden	fehlt	fehlt
BB	Augustin	Baumstreifen	fehlt	vorhanden	fehlt
BG	Augustin	Fahrgasse	vorhanden	fehlt	fehlt
CB	Augustin	Baumstreifen	fehlt	vorhanden	vorhanden
CG	Augustin	Fahrgasse	vorhanden	fehlt	fehlt
DB	Augustin	Baumstreifen	fehlt	fehlt	vorhanden
DG	Augustin	Fahrgasse	vorhanden	fehlt	vorhanden
EB	Heinrich	Baumstreifen	vorhanden	fehlt	vorhanden

### **3. Material und Methode**

#### **3.1. Die Datenaufnahme**

Für die Erfassung der epigäischen Fauna wurden Bodenfallen nach BARBER (1931) genutzt. Das Prinzip des Fallenfangs nach BARBER wurde das erste Mal 1931 veröffentlicht und wurde seitdem oft genutzt und vielfach modifiziert, so dass man heute von einem Standardverfahren zur Erhebung von Daten der epigäischen Fauna sprechen kann (u.v.a. LOHSE, 1981; MÜHLENBERG, 1993; MAGURRAN, 1996).

##### **3.1.1. Die Barberfalle**

Mit der Methode des Barberfallenfangs misst man die Aktivität der auf der Bodenoberfläche laufenden Tiere. Diese Aktivitätsdichte oder Aktivitätsabundanz kennzeichnet „die Zahl der Individuen, die pro Zeiteinheit eine Grenzlinie bestimmter Länge überschreiten“, dabei entspricht der Fallenrand dieser Grenzlinie (HEYDEMANN, 1960).

##### **3.1.2. Das Fangprinzip**

Das Fangprinzip besteht darin, dass Sammelbehälter bis zum Rand in den Boden eingelassen werden. Die epigäisch aktiven Tiere fallen zufällig über den Fallenrand und gelangen in das Fanggefäß. Bei richtiger Bauweise der Falle, können diese Tiere dann nicht mehr entkommen.

Unterschiedliche Bauvarianten sind im Laufe der Zeit erprobt worden. Die einfachsten Fallen sind in den Boden eingelassene Marmeladengläser oder Plastikbecher. Es werden Trockenfallen für den Lebendfang verwendet, oder Fallen, die eine Fang- und Konservierungsflüssigkeit enthalten.

Für die vorliegende Arbeit sollten Fallen verwendet werden, die eine möglichst optimale Probenahme gewährleisten. Bestimmte Tiergruppen sollten verschont werden (z.B. Spitzmäuse und Lurche). Zugleich sollten die Fallen einen schnellen und sicheren Probenbehälterwechsel ermöglichen. Es wurden Fallen mit einer Fangflüssigkeit gewählt, da längere Standzeiten eingehalten und eine genaue Bestimmung des Fanges im Labor folgen sollte.

##### **3.1.3. Fallenparameter und Installation**

Die verwendeten Fallen bestanden aus 170 mm langen PVC-Rohren mit einem Innendurchmesser von 101 mm ( $\emptyset$  105 mm außen), die ebenerdig in den Boden eingelassen wurden. In dieses Rohr wurde ein Pulvertrichter eingeschoben, der am Rand des Rohres fest anlag. Unter dem Pulvertrichter befand sich ein Gefäß (es wurden hier Babynahrungsgläser mit einem Fassungsvermögen von 190 g verwendet), welches die Fangflüssigkeit enthielt. Pulvertrichter und Gefäß bildeten dabei eine Art Reusenapparat, aus dem die Tiere nicht entkommen konnten (Abbildung 6).

Im oberen Drittel des PVC-Rohres, oberhalb des Trichters wurde ein Maschengitter mit einer Maschenweite von 11 mm eingelegt, um juvenile Erdkröten und Frösche sowie kleinere Säugetiere (z.B. Spitzmäuse) zu schützen. Die geringe Maschenweite kann jedoch dazu führen, dass sehr große Carabiden über die Falle hinweglaufen können. Um ein Volllaufen der Fallen durch Regenwasser zu verhindern, wurde über der Falle ein Dach aus durchsichtigem Kunststoff installiert. Das Dach wurde mit zwei Metalldrähten gehalten und befand sich ca. 50 mm über der Fallenöffnung.

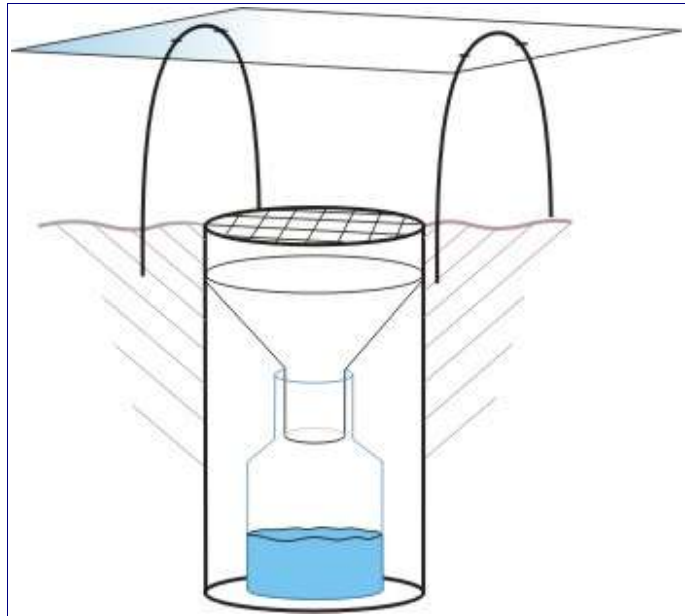


Abbildung 6: Aufbau der für diese Arbeit verwendeten Barberfalle

Als Fangflüssigkeit wurde ein Gemisch aus Ethanol (96%), Wasser, Glycerol und Essigsäure (70%) im Verhältnis 4:3:2:1 gewählt, da dieses Gemisch eine optimale

Abtötung und Konservierung der Tiere gewährleistet. Der Alkohol dient der Abtötung und der Konservierung der Tiere (der Wasseranteil erniedrigt die Alkoholkonzentration). Durch den Alkohol werden jedoch besonders die Käfer steif und lassen sich später im Labor schlecht präparieren. Der Fangflüssigkeit wurde Essigsäure zugesetzt, um diesen Effekt auszugleichen. Bei einer Standzeiten von vier Wochen verdunstet ein Teil der Fangflüssigkeit. Um diese Verdunstung so gering wie möglich zu halten, wurde Glycerol als Verdunstungsschutz zugesetzt (GÜRLICH mdl. Mitt.).

Die Fallen wurden auf den einzelnen Flächen in einer Reihe (Transekt) mit einem Fallenabstand von ca. 5-7 m ausgebracht. Dabei orientierte sich die Lage der Transekte an den Baumstreifen und Fahrgassen unabhängig der geografischen Ausrichtung. Es wurden zunächst die Fallen der Baumstreifen eingesetzt und im weiteren Verlauf der Baumreihe die Fallen in der Fahrgasse. Es wurden je fünf Fallen im Baumstreifen und in der Fahrgasse aufgestellt, das ergab pro Aufnahmefläche 10 Fallen. Einzig auf der Fläche E wurden aufgrund des einheitlichen Charakters des Pflanzenbewuchses nur 5 Fallen ausgebracht.

#### 3.1.4. Fangzeiten, Leerungen und weitere Bearbeitung

Der Fangzeitraum umfasste im Jahr 1993 sechs Monate und in den Jahren 1994/95 elf Monate. Die Fallen wurden erstmals am 16. April 1993 ausgebracht um am 18. September wurde der Fang wieder eingestellt. 1994 wurde die Probenahme am 15. April wieder aufgenommen und am 08. April 1995 wurden die Fallen endgültig aus dem Untersuchungsgebiet entfernt. Über die genauen Leerungszeit-

punkte, die Fangintervalle und Standzeiten gibt die Tabelle 8 Auskunft. Die Fallen wurden im Durchschnitt nach 32 Tagen geleert.

Tabelle 9: Standzeiten der Fallen.

Fangintervall	Datum	Monat	Jahr	Standzeit (Tage)
01	16.04. – 17.05.	Mai	1993	31
02	17.05. – 15.06.	Juni	1993	29
03	15.06. – 29.07.	Juli	1993	44
04	29.07. – 22.08.	August	1993	24
05	22.08. – 18.09.	September	1993	26
01	15.04. – 15.05.	Mai	1994	30
02	15.05. – 14.06.	Juni	1994	30
03	14.06. – 12.07.	Juli	1994	28
04	12.07. – 16.08.	August	1994	35
05	16.08. – 22.09.	September	1994	37
06	22.09. – 28.10.	Oktober	1994	36
07	28.10. – 30.11.	November	1994	33
08	30.11. – 29.12.	Dezember	1994	29
09	29.12. – 05.02.	Januar	1995	38
10	05.02. – 06.03.	Februar	1995	29
11	06.03. – 08.04.	März	1995	33

Beim Fallenwechsel wurden die Gläser mit der Fallnummer und dem Datum der Leerung versehen und gegen ein neues Glas ausgetauscht. Der Trichter in der Barberfalle wurde - wenn nötig - gereinigt und defekte Dächer ausgewechselt.

Nach jeder Leerung wurde der Falleninhalte im Labor mittels eines engmaschigen Netzes von der Fangflüssigkeit getrennt und in 70%igen Alkohol überführt. Dies war nötig, da durch die enthaltene Essigsäure eine Mazeration erfolgt, wenn der Alkohol innerhalb der vierwöchigen Standzeit teilweise verdunstete. Die Lagerung erfolgte ebenfalls in Babynahrungsgläsern.

Bei der weiteren Bearbeitung wurde zunächst eine gesamte Fallenleerung nach Großgruppen gezählt (Spinnen, Käfer, Hymenopteren etc.) und anschließend aus allen Proben die Käfer aussortiert.

Aus der Gesamtheit der Käfer wurden die Carabidae selektiert und mit einem Stereomikroskop bis zur Art bestimmt. Die Ergebnisse wurden mit Hilfe spezieller statistischer Berechnungsmethoden ausgewertet.

Während der gesamten Fangzeit kam es zu einigen Fallenausfällen durch Starkregen, der die Fallen in kleinen Senken komplett mit Wasser füllte und eine Auswertung der Fallen unmöglich machte. Einige andere Fallen wurden durch die mechanische Bodenbearbeitung mit Erde bedeckt, so dass die Fängigkeit der Fallen bis zur nächsten Probennahme eingeschränkt blieb. Diese Fallen wurden nicht in die statistische Auswertung einbezogen.

### 3.1.5. Methodenkritik

Die Methode wird kontrovers diskutiert. Es gibt Vor- und Nachteile die z.B. bei TRETZEL (1955), NOVAK (1969), THIELE (1977), BAARS (1979), ADIS (1979) und MADER & MÜHLENBERG (1981) (u.v.a.) diskutiert wurden und aus diesem Grund an dieser Stelle nur in Form von Stichworten gegenüber gestellt werden sollen.

#### Die Vorteile der Methode:

- keine subjektiven Fehler
- unabhängig vom Sammelgeschick des Untersuchers
- keine Gefährdung der Arten
- Erfassung eines relativ breiten Tierartenspektrums
- Möglichkeit der Untersuchung der epigäischen Fauna in mehreren Biotopen gleichzeitig
- gute Methode beim Vergleich unterschiedlicher Biotope
- Tag und Nacht fängig
- brücksichtigt unterschiedliche Wetterlagen

#### Die Nachteile der Methode:

- Fängigkeit ist abhängig von der Aktivität der Tiere
- wenig aktive Tiere werden gar nicht oder nur zufällig erfasst
- keine Erfassung der absoluten Dichte (Besiedlungsdichte = Zahl der Individuen pro Fläche), sondern lediglich relative Werte (Aktivitätsdichte)
- Anlockungseffekte durch die Fangflüssigkeit
- Anlockung durch Artgenossen (Aggregation)
- Zurückschrecken von Tieren am Fallenrand

### 3.2. Determination, Nomenklatur, Präparation

Die Bestimmung der Laufkäfer erfolgte mit einem Stereomikroskop mit einer maximal 48-fachen Vergrößerung. Als Bestimmungsliteratur wurden verschiedene Standardwerke herangezogen (LINDROTH, 1974; FREUDE, HARDE, LOHSE, 1976; LOHSE & LUCHT, 1989; MÜLLER-MOTZFELD, 2004). Die Bestimmung der übrigen Coleoptera erfolgte ebenfalls nach FREUDE et al. (1976), sowie nach REITTER (1908-1916), ZAHRADNIK (1985), MÜLLER (1986), STRESEMANN (1986), CHINERY (1987) und KOCH (1989).

Die Nachbestimmung einiger Carabiden wurde durch den Verein für Naturwissenschaftliche Heimatforschung zu Hamburg e.V. (u.a. GÜRLICH, ZÖRNER) durchgeführt, um eine Bestätigung der Determination zu erhalten.



Von allen Arten wurden Belegexemplare präpariert und befinden sich in der Sammlung des Autors. Von schwierig zu bestimmenden Arten wurden Genitalpräparate angefertigt, um eine eindeutige Bestimmung und Abgrenzung zu morphologisch ähnlichen Arten vornehmen zu können.

Von *Trechus obtusus* wurden sämtliche Individuen präpariert und die Flügelausbildung untersucht.

### 3.3. Analyse der Daten

#### 3.3.1. Dominanzklassifizierung

Die **Dominanz** beschreibt die relative Häufigkeit einer Art im Vergleich zu den übrigen Arten und charakterisiert somit die Lebensgemeinschaft (MÜHLENBERG, 1993). Die durch Barberfallen gewonnenen Dominanzen sind als Aktivitätsdominanzen zu bezeichnen (HEYDEMANN, 1953).

Die Dominanzwerte der Arten werden in abnehmender Reihenfolge in Diagrammen dargestellt.

Bei der Berechnung der Dominanz (D) kommt folgende Formel zur Anwendung:

$$D_i = \frac{A_i \times 100}{G}$$

mit  $A_i$  = Individuenzahl der Art i

$G$  = Gesamtzahl der Individuen in der Artengemeinschaft

Die Dominanz stellt also den Prozentsatz dar, mit dem die Art i in der Individuenzahl sämtlicher Arten vertreten ist.

Bei hohen Artenzahlen werden solche Diagramme schnell unübersichtlich, so dass man Dominanzbereiche zu Klassen zusammenfasst. TISCHLER (1948) und HEYDEMANN (1953) unterschieden fünf Dominanzklassen (eudominante Arten > 10%, dominante 10-5%, subdominante 5-2%, rezedente 2-1% und subrezedente Arten < 1%). SCHWERTFEGER (1975) schrieb dazu: „Wo es zweckmäßig erscheint, mögen die Klassengrenzen auch anders gewählt werden“.

ENGELMANN (1978) fand - neben anderen Autoren - logarithmische Zusammenhänge zwischen der Artenzahl und der Zahl der Individuen und schlug eine logarithmische Klasseneinteilung vor (Tabelle 10). Für bestimmte Tiergruppen wurde die Verwendbarkeit dieser Klassenaufteilung untersucht, so auch für Carabiden auf terrestrischen Standorten (ENGELMANN, 1978), so dass auch für diese Arbeit eine logarithmische Klassenbildung gewählt wurde. Bei einer Teilung der Logarithmen (von  $\log 1=0$  bis  $\log 100=2$ ) in 0,5 Schritten, ergeben sich sechs Klassen, die zu folgender Tabelle der Dominanzklassen führt:

Tabelle 10: Logarithmische Klassenbildung nach ENGELMANN (1978)

„Hauptarten“		„Begleitarten“	
eudominant	32,0 – 100%	rezedent	1,0 – 3,1%
dominant	10,0 – 31,9%	subrezedent	0,32 – 0,99%
subdominant	3,2 – 9,9%	sporadisch	unter 0,32%

Man unterscheidet die „Hauptarten“ (Tabelle 10, linke Hälfte) und die „Begleitarten“ (Tabelle 10, rechte Hälfte), wobei auf „normalen“ Standorten 85% der Individuen den Hauptarten zuzurechnen sind, was einem Drittel der nachgewiesenen Arten entspricht (ENGELMANN, 1978).

### 3.3.2. Diversität

„Die Diversität beschreibt die Mannigfaltigkeit einer Biocoenose [=Biozönose, Anm. des Autors] und ist deshalb ein sehr wesentliches, wenn auch sehr schwierig und meist unvollständig feststellbares Charakteristikum“ (SCHUBERT, 1986). Sie beschreibt ein Strukturmerkmal des Ökosystems und kennzeichnet die Verteilung der Individuen auf die Arten (POSPISCHIL, 1982). Die Feststellung der Diversität allein ist für die Beurteilung der Biozönosen kaum von grundlegender Bedeutung. Sie erhält erst einen Sinn im Zusammenhang mit anderen Charakteristika des Systems.

#### 3.3.2.1. SHANNON-WIENER-INDEX

Der **SHANNON-WIENER-INDEX** (im Folgenden kurz **SHANNON-INDEX** genannt) wurde von SHANNON und WIENER unabhängig von einander aufgestellt. Er ist eine Möglichkeit zur Berechnung der Diversität. Dieser Index ist ein Maß für die Antreffwahrscheinlichkeit der einzelnen Arten in einem Artenkollektiv (MÜHLENBERG, 1993). Der SHANNON-INDEX berechnet sich nach folgenden Formeln:

$$H_S = - \sum_{i=1}^S p_i \times \ln p_i \qquad p_i = \frac{n_i}{N} \qquad \sum_{i=1}^S p_i = 1$$

$H_S$  = Diversität bezogen auf die Artenzahl

$S$  = Gesamtzahl der Arten

$p_i$  = Wahrscheinlichkeit des Auftretens der Art  $i$ , das ist die relative Häufigkeit der  $i$ -ten Art.

$N$  = Gesamtindividuenzahl

$n_i$  = Individuenzahl der Art  $i$

„Der Diversitätswert  $H_S$  wird sowohl mit steigender Artenzahl als auch mit zunehmender Gleichverteilung der vorhandenen Individuen unter den Arten angehoben“ (MÜHLENBERG, 1993). Das bedeutet, wenn alle Individuen nur einer Art angehören, ist der Diversitätsindex gleich null. Die größtmögliche

Diversität wird erreicht, wenn sich alle Individuen gleichmäßig auf die Arten der Biozönose verteilen. Da in der Natur die Arten nie gleich verteilt sind, erreichen die Werte für den SHANNON-Index in realen Biozönosen maximal Werte bis 4,5; in der Regel weisen die meisten Biozönosen Werte zwischen 1,5 und 3,5 auf (MÜHLENBERG, 1993).

Von  $H_S$  kann die **Varianz** in den zu untersuchenden Gebieten berechnet werden. Die  $\text{Var}(H_S)$  – Werte unterschiedlicher Gebiete lassen sich dann mittels eines t-Tests auf signifikante Unterschiede hin überprüfen. Die Formel für die Varianz lautet:

$$\text{Var}(H_S) = \frac{\sum_{i=1}^S p_i \times (\ln p_i)^2 - (H_S)^2}{N} + \frac{S - 1}{2N^2}$$

Die Formel für den t-Test lautet:

$$t = \frac{|H_1 - H_2|}{\sqrt{\text{Var}(H_1) + \text{Var}(H_2)}}$$

$H_1, H_2$  = Diversitätsindex der Probe 1 bzw. Probe 2

$\text{Var}(H_1), \text{Var}(H_2)$  = Varianz der beiden  $H_S$ -Werte

$N$  = Gesamtzahl der Individuen in der Probe

$N_1, N_2$  = Gesamtzahl der Individuen in der Probe 1 bzw. Probe 2

Die Freiheitsgrade  $df$  berechnen sich nach der Formel:

$$df = \frac{(\text{Var}(H_1) + \text{Var}(H_2))^2}{\frac{(\text{Var}(H_1))^2}{N_1} + \frac{(\text{Var}(H_2))^2}{N_2}}$$

Die berechneten t-Werte werden mit Tabellenwerten verglichen. Bei  $t \geq t_{df,\alpha}$  liegt ein signifikanter Unterschied vor (MÜHLENBERG, 1993; SOTHWOOD & HANDERSON, 2000).

### 3.3.2.2. SIMPSON-Index

Der SIMPSON-Index wurde 1949 von SIMPSON entwickelt. Er gibt die Wahrscheinlichkeit an, dass zwei zufällig angetroffene Individuen aus einer Artengemeinschaft zu verschiedenen Arten gehören (MÜHLENBERG, 1993).

$$D = \sum \left( \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \right)$$

$n_i$  = Individuenzahl der Art i

$N$  = Gesamtindividuenzahl

Da eine Zunahme des Wertes  $D$  eine Abnahme der Diversität anzeigt, wird der SIMPSON-Index normalerweise als  $1/D$  angegeben, damit eine Zunahme der Diversität auch ein Ansteigen des Index zur Folge hat (MAGURRAN, 1996).

Die häufigste Art beeinflusst den SIMPSON-Index am meisten, wohingegen die Artenvielfalt nur einen geringen Einfluss auf ihn hat (SCHWERTFEGER, 1975).

### 3.3.2.3. Eveness

„Als weitere Komponente der Diversität schafft die **Eveness**, das Verhältnis zwischen aktueller Artendiversität und maximal möglicher Diversität, ein Maß für die Gleichmäßigkeit der Individuenverteilung unter den Arten“ (SCHUBERT, 1991). Die Eveness lässt also erkennen, aufgrund welcher Parameter der Diversitätsindex bestimmt wird. Entweder aufgrund der hohen Artenzahl mit unterschiedlichen Individuenzahlen oder aufgrund der gleichmäßigen Verteilung der Individuen auf wenige Arten.

Die dazu benötigte Formel lautet für den SHANNON-Index:

$$E_{H_s} = \frac{H_s}{H_{s_{\max}}} = \frac{H_s}{\ln_s}$$

Je gleichmäßiger die Verteilung der Individuen auf die Arten ist, desto flacher ist die Dominanzkurve. Je steiler die Kurve wird, desto kleiner wird die Eveness, die immer zwischen 0 und 1 liegt.

### 3.3.3. Chi-Quadrat-Mehrfelder-Test

Der  $\chi^2$ -Mehrfelder-Test dient dazu, die Häufigkeit eines Merkmals in zwei statistisch unabhängigen Gruppen zu vergleichen und die Frage zu beantworten, mit welcher Wahrscheinlichkeit beide Stichproben einer Grundgesamtheit entstammen. In der Ökologie wird ein Vergleich zwischen beiden Stichproben genau dann als signifikant anerkannt, wenn die Wahrscheinlichkeit für einen Zufallsbefund kleiner oder gleich 5 % ist (MÜHLENBERG, 1993). Der  $\chi^2$ -Mehrfelder-Test wurde in dieser Arbeit bei der Auswertung des Flügeldimorphismus der Art *Trechus obtusus* angewandt.

### 3.3.4. Artenidentität nach JACCARD und SØRENSEN

"Unter **Artidentität** versteht man das Ausmaß der Übereinstimmung im Artenspektrum zweier Tierbestände, es wird auch als *synökologische Affinität des Arteninventars bezeichnet*" (SCHWERTFEGGER, 1975). Nach JACCARD errechnet sich der von ihm so genannte *Gemeinschaftskoeffizient* mit der Formel:

$$J_A = \frac{100 \times b}{c + d - b}$$

Nach SØRENSEN berechnet sich die Artidentität, von ihm als *Ähnlichkeitsquotient* benannt, nach folgender Formel:

$$S_A = \frac{2 \times b}{c + d} \times 100$$

b = Zahl der in beiden Tierbeständen vorkommenden Arten

c = Zahl der im ersten Tierbestand vorkommenden Arten

d = Zahl der im zweiten Tierbestand vorkommenden Arten

Die Quotienten sowohl von SØRENSEN als auch von JACCARD liegen zwischen 0 und 100%. Je höher der Wert des Quotient ist, um so höher ist die Ähnlichkeit der Artenzusammensetzung zweier Tierbestände.

Es ist auch möglich, die Artidentität für mehr als zwei Tierbestände zu errechnen, indem man jeweils die Werte für zwei Bestände errechnet und diese in einer Matrix zusammenstellt (SCHWERTFEGGER, 1975).

### 3.3.5. Dominanzidentität

Die **RENKONENSCHEN-Zahl** ( $R_e$ ) ist eine Maßzahl für die Übereinstimmung in den Dominanzverhältnissen von zwei Artengemeinschaften (MÜHLENBERG, 1993). Die RENKONENSCHEN Zahl berechnet sich nach folgenden Formeln:

$$R_e (\%) = \sum_{i=1}^G \min D_{A,B} \qquad D = \frac{n_A}{N_A} \text{ bzw. } \frac{n_B}{N_B}$$

$\min D_{A,B}$  = Summe der jeweils kleineren Dominanzwerte (D) der gemeinsamen Arten von zwei Standorten A und B

i = Art i

G = Zahl der gemeinsamen Arten

$n_{A,B}$  = Individuenzahl der Art i in Gebiet A bzw. B

$N_{A,B}$  = Gesamtindividuenzahl aus Gebiet A bzw. B

Auch für die Dominanzidentität können Vergleiche von mehreren Tierbeständen durchgeführt werden. Ebenso wie für die Artidentität werden die Werte jeweils zweier Tierbestände berechnet und in ein Netzmuster eingetragen, wo sie dann mit den übrigen Beständen verglichen werden können (SCHWERTFEGER, 1975).

Bei dem WAINSTEIN-Index werden sowohl die gemeinsamen Arten zweier Lebensgemeinschaften und auch ihre relativen Häufigkeiten berücksichtigt. Er berechnet sich nach folgender Formel:

$$K_W = R_e \times J_A$$

wobei  $R_e$  = RENNKONEN'sche Zahl

$J_A$  = JACCARD'sche Zahl

Der Wainstein-Index nimmt Zahlen zwischen 0 und 100 an, wobei höhere Werte größere Ähnlichkeiten belegen (MÜHLENBERG, 1993; SOTHWOOD & HANDERSON, 2000).

### 3.3.6. Rarefaction-Methode

#### 3.3.6.1. HURLBERT-Kurve zur Abschätzung der $\alpha$ -Diversität

SANDERS entwickelte die Technik der "Rarefaction" oder Ausdünnung, um die Anzahl der Arten zu berechnen, die in jeder Probe zu erwarten ist, wenn alle Proben die gleiche Größe hätten (z.B. 1.000 Individuen). Die ursprünglich von SANDERS angewendete Formel wurde nachträglich von HURLBERT (1971, zitiert nach ACHTZIGER et al., 1992) verändert, um eine unvoreingenommene Schätzung zu erhalten:

$$S(n) = \sum_{i=1}^S \left[ 1 - \frac{\binom{N - N_i}{n}}{\binom{N}{n}} \right]$$

Die Ausdrücke in den runden Klammern stellen Kombinationen dar, die wie folgt definiert sind:

$$\binom{N - N_i}{n} = \frac{(N - N_i)!}{n!((N - N_i) - n)!} \quad \text{und} \quad \binom{N}{n} = \frac{N!}{n!(N - n)!}$$

daraus ergibt sich die Formel:

$$S(n) = \sum_{i=1}^S \left[ 1 - \left( \frac{(N - N_i)! * (N - n)!}{((N - N_i) - n)! * N!} \right) \right]$$

wobei  $S(n)$  = zu erwartende Artenzahl für bestimmte Individuenzahl  $n$

$n$  = standardisierte Probengröße (1 ... N)

$N$  = Gesamtindividuenzahl

$N_i$  = Individuenzahl der Art  $i$  in der Probe vor der Rarefaction  
(festgestellte Arten-Abundanz)

$S$  = festgestellte Gesamtartenzahl

### 3.3.6.2. SHINOZAKI-Kurve zur Abschätzung der $\beta$ -Diversität

SHINOZAKI (1963, zitiert nach ACHTZIGER et al., 1992) entwickelte eine Formel zur diskreten Probenahme. Damit lässt sich diejenige Artenzahl errechnen, die aufgrund der Kenntnis über das Vorkommen der einzelnen Arten in einer Erfassungsserie (Arten-Frequenz-Verteilung) bei einer bestimmten Anzahl an Erfassungseinheiten zu erwarten wäre.

Die Formel für die Berechnung lautet:

$$S(q) = \sum_{i=1}^S \left[ 1 - \frac{\binom{Q-a_i}{q}}{\binom{Q}{q}} \right]$$

Die Ausdrücke in den runden Klammern stellen Kombinationen dar, die wie folgt definiert sind:

$$\binom{Q-a_i}{q} = \frac{(Q-a_i)!}{q!((Q-a_i)-q)!} \quad \text{und} \quad \binom{Q}{q} = \frac{Q!}{q!(Q-q)!}$$

daraus ergibt sich die Formel:

$$S(q) = \sum_{i=1}^S \left[ 1 - \frac{((Q-a_i)!*(Q-q)!)}{(((Q-a_i)-q)!*Q!)} \right]$$

- wobei
- $S(q)$  = zu erwartende Artenzahl für bestimmte Erfassungseinheit  $q$
  - $q$  = Erfassungseinheit (1 ...  $Q$ )
  - $Q$  = Gesamtzahl der Erfassungseinheiten
  - $a_i$  = Anzahl an Erfassungseinheiten, in denen die Art  $i$  vorkommt (festgestellte Arten-Frequenz)
  - $S$  = festgestellte Gesamtartenzahl



---

## 4. Ergebnisse

### 4.1. Das Artenspektrum

Über den Gesamtzeitraum von 1993 bis 1995 wurden 720 Fallen ausgebracht und ausgewertet; 45 je Fangintervall bei 16 Fangintervallen. Die Fallen standen insgesamt 512 Tage auf den Flächen, wobei von September 1993 bis April 1994 eine Pause in der Beprobung gemacht wurde. Über diesen Zeitraum wurden 27.908 Käfer und 4.180 Käferlarven gefangen. Einige Fallen wurden durch starken Regen und der daraus resultierenden Verdünnung der Fangflüssigkeit unbrauchbar, andere durch die mechanische Bearbeitung der Baumstreifen mit Erde bedeckt. Teilweise wurden die Dächer der Fallen durch die Mahd der Fahrgasse beschädigt, was jedoch nicht in jedem Fall zu einem Ausfall geführt hat. Die unbrauchbar gewordenen Fallen (2,7%) wurden nicht in der Auswertung berücksichtigt.

#### 4.1.1. Laufkäfer (*Carabidae*)

Es wurden insgesamt 9.021 Imagines und 2.780 Larven gefangen, deren Analyse 52 Arten erbrachte, wobei *Pterostichus melanarius* mit 2.276 Exemplaren (25,23%) die am häufigsten vorkommende Art darstellt. Tabelle 11 zeigt die Zusammenfassung der Einzelauswertung der Arten mit der jeweiligen Individuenzahl nach absteigender Häufigkeit sortiert, die über den Gesamtzeitraum der Untersuchung in den jeweiligen Fallengruppen gefangen wurden.

Es wurden hier jeweils 5 Fallen eines Fallenstandortes aufsummiert. Die letzte Zeile zeigt die durchschnittliche Käferzahl pro Falle über den Gesamtzeitraum der Untersuchung.

Alle gefundenen Arten sind nach der aktuellen Roten Liste der Laufkäfer und Sandlaufkäfer im Bestand nicht gefährdet. Mit Ausnahme von vier Arten sind alle als mäßig häufig bis sehr häufig einzustufen. Einzig *Amara tibialis* hat den Rote Liste-Status V (Vorwarnliste), alle anderen nachgewiesenen Arten gehören aktuell keiner Gefährdungskategorie an. Es sind ausnahmslos Arten, die keine Einschränkung in der Verbreitung in Niedersachsen und Bremen aufweisen (ASSMANN et al. 2003). Abbildung 7 zeigt die Carabidenaktivitätsdichte in abnehmender Häufigkeit auf Grundlage der Tabelle 11.

Tabelle 11: Artenliste der Carabiden mit den Fangzahlen auf den Probenflächen, Rote-Liste-Status und Bestandssituation (nach ASSMANN et al., 2003).

Arten	AB	AG	BB	BG	CB	CG	DB	DG	EB	Summe:	Anteil in%	Bestand	Status
<i>Pterostichus melanarius</i>	198	378	58	37	134	113	260	342	756	2.276	25,23	sh	*
<i>Nebria brevicollis</i>	607	206	244	81	320	187	180	78	19	1.922	21,31	sh	*
<i>Patrobus atrorufus</i>	75	58	119	22	81	71	193	92	452	1.163	12,89	mh	*
<i>Notiophilus biguttatus</i>	364	104	92	10	90	26	71	17	42	816	9,05	h	*
<i>Pterostichus strenuus</i>	74	140	22	15	17	14	82	28	54	446	4,94	sh	*
<i>Clivina fossor</i>	33	32	5	7	8	15	143	116	55	414	4,59	sh	*
<i>Loricera pilicornis</i>	42	47	48	60	26	16	24	31	34	328	3,64	sh	*
<i>Bembidion properans</i>	4	7	4	8	29	64	21	90	9	236	2,62	mh	*
<i>Pterostichus niger</i>	5	12	15	2	1	1	1	0	124	161	1,78	h	*
<i>Trechus obtusus</i>	8	3	2	0	4	4	19	7	74	121	1,34	h	*
<i>Trechus quadristriatus</i>	8	9	16	0	9	10	38	9	6	105	1,16	sh	*
<i>Asaphidion flavipes</i>	2	0	0	0	77	16	1	0	1	97	1,08	h	*
<i>Amara similata</i>	67	3	0	0	5	2	6	7	0	90	1,00	h	*
<i>Harpalus rufipes</i>	4	0	35	9	5	6	8	13	0	80	0,89	sh	*
<i>Amara familiaris</i>	2	4	4	0	45	6	5	13	0	79	0,88	h	*
<i>Bembidion lampros</i>	0	2	1	2	10	8	15	36	1	75	0,83	sh	*
<i>Anchomenus dorsalis</i>	1	0	0	0	51	5	14	2	2	75	0,83	h	*
<i>Agonum mülleri</i>	3	1	7	3	4	4	6	37	0	65	0,72	h	*
<i>Synuchus vivalis</i>	0	0	50	1	1	1	1	0	3	57	0,63	mh	*
<i>Amara aenea</i>	0	0	0	0	15	8	8	15	1	47	0,52	h	*
<i>Harpalus affinis</i>	3	0	5	3	16	10	6	2	0	45	0,50	h	*
<i>Anisodactylus binotatus</i>	3	2	6	1	7	5	7	5	8	44	0,49	sh	*
<i>Trechoblemus micros</i>	5	2	6	7	3	3	8	4	1	39	0,43	mh	*
<i>Poecilus versicolor</i>	3	0	1	0	3	2	4	20	0	33	0,37	sh	*
<i>Amara lunicollis</i>	1	3	0	0	7	0	4	5	0	20	0,22	h	*
<i>Amara communis</i>	3	0	0	0	6	0	4	4	0	17	0,19	h	*
<i>Bembidion tetracolum</i>	7	2	0	0	2	0	1	4	1	17	0,19	h	*
<i>Pterostichus vernalis</i>	1	0	3	1	2	0	5	3	2	17	0,19	h	*
<i>Epaphius secalis</i>	1	0	0	0	0	0	4	0	12	17	0,19	s	*
<i>Leistus terminatus</i>	1	1	0	0	1	0	1	0	9	13	0,14	mh	*
<i>Badister sodalis</i>	1	0	0	0	0	0	5	0	5	11	0,12	s	*
<i>Amara bifrons</i>	1	0	0	0	4	1	1	3	0	10	0,11	mh	*
<i>Badister bullatus</i>	1	0	0	0	1	0	6	1	0	9	0,10	mh	*
<i>Calathus melanocephalus</i>	0	1	0	1	7	0	0	0	0	9	0,10	h	*
<i>Carabus nemoralis</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	8	9	0,10	h	*
<i>Pterostichus minor</i>	1	0	3	0	0	1	2	1	1	9	0,10	mh	*
<i>Stomis pumicatus</i>	1	0	1	1	3	1	1	0	1	9	0,10	mh	*
<i>Harpalus latus</i>	0	0	2	0	1	1	2	0	0	6	0,07	h	*
<i>Acupalpus meridianus</i>	0	0	0	2	0	0	2	1	0	5	0,06	mh	*
<i>Blemus discus</i>	4	0	0	0	0	0	1	0	0	5	0,06	s	*
<i>Amara tibialis</i>	1	0	0	2	1	0	0	0	0	4	0,04	s	V
<i>Amara plebeja</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0,03	h	*
<i>Badister lacertosus</i>	0	0	0	0	2	0	1	0	0	3	0,03	mh	*
<i>Acupalpus parvulus</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0,02	mh	*
<i>Agonum fuliginosum</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0,02	mh	*
<i>Carabus coriaceus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	0,02	mh	*
<i>Ophonus rufibarbis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2	0,02	mh	*
<i>Pterostichus nigrata</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0,02	h	*

Arten	AB	AG	BB	BG	CB	CG	DB	DG	EB	Summe:	Anteil in%	Bestand	Status
<i>Bembidion guttula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,01	mh	*
<i>Carabus granulatus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,01	h	*
<i>Philorhizus sigma</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,01	mh	*
<i>Pterostichus diligens</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,01	h	*
Summe:	<b>1.536</b>	<b>1.018</b>	<b>754</b>	<b>279</b>	<b>999</b>	<b>601</b>	<b>1.161</b>	<b>989</b>	<b>1.684</b>	<b>9.021</b>	<b>100,00</b>		
Käfer pro Falle Ø:	<b>307,2</b>	<b>203,6</b>	<b>150,8</b>	<b>55,8</b>	<b>199,8</b>	<b>120,2</b>	<b>232,2</b>	<b>197,8</b>	<b>336,8</b>	<b>200,5</b>			

**Legende:** Bestand: sh = sehr häufig; h = häufig; mh = mäßig häufig; s = selten  
 Status: \* = Art aktuell nicht gefährdet; V = Arten der Vorwarnliste

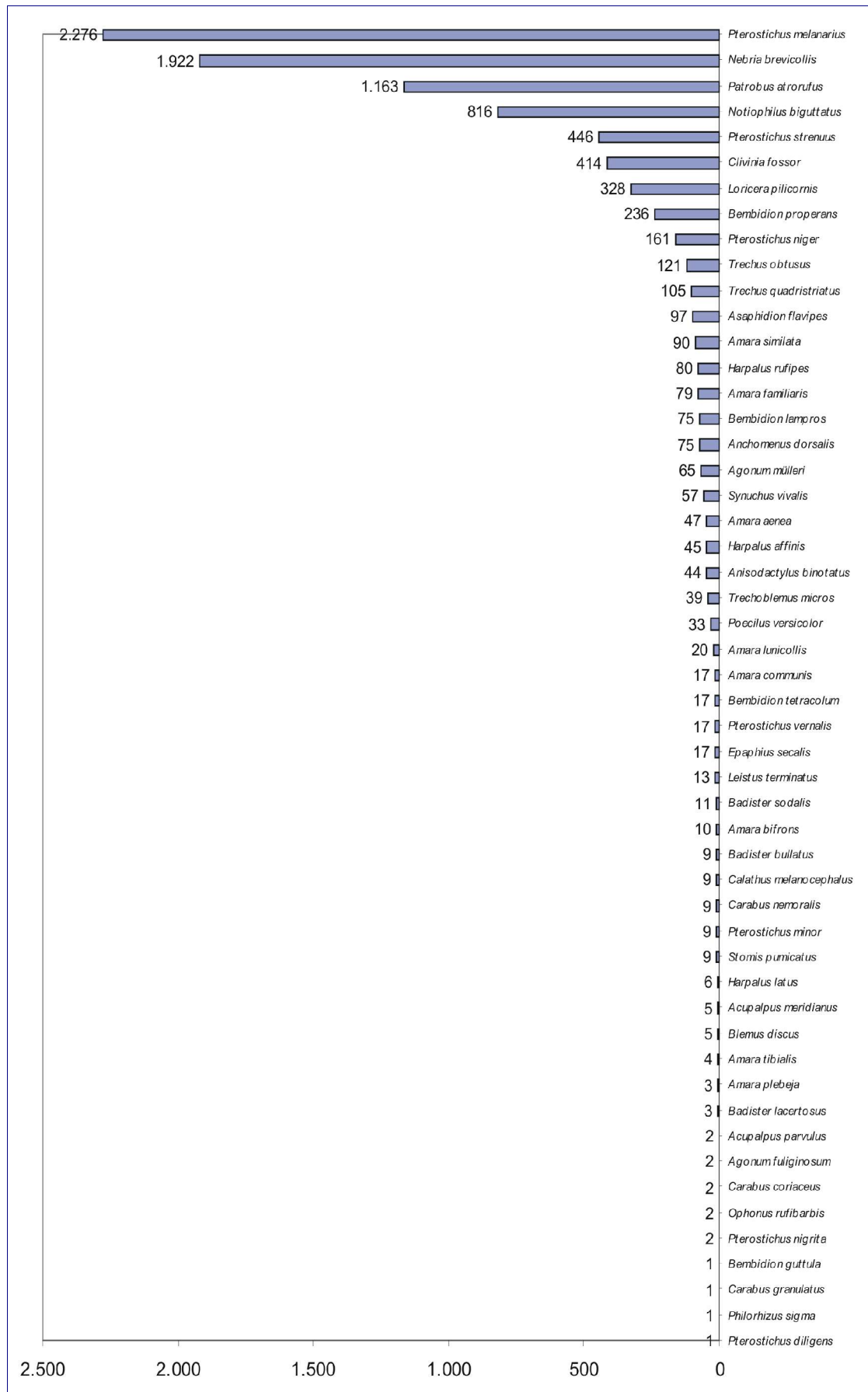


Abbildung 7: Carabidenrohndichte-Diagramm

#### 4.1.2. Die Untersuchungsflächen

Die Flächen wurden über die einzelnen Jahren jeweils miteinander verglichen, also Fläche A 1993 mit Fläche B 1993, Fläche A 1994 mit Fläche B 1994 usw.. 1994 wurden nur die Monate Mai bis September verglichen, da 1993 auch nur dieser Zeitraum beprobt wurde. Im Folgenden ist für 1994 immer dieser Zeitraum gemeint, es sei denn es wird gesondert gekennzeichnet.

Das Jahr 1994 wies mit insgesamt 4.853 Carabiden eine 1,6fach höhere Käferzahl auf als das Jahr 1993 (2.990 Individuen). 1993 wurden 47 Arten nachgewiesen, 1994 49 Arten, wobei drei Arten nur im ersten Jahr nachgewiesen werden konnten und fünf Arten nur im zweiten Untersuchungsjahr. Über den Gesamtzeitraum verteilten sich die 9.021 Carabiden auf 52 Arten. Im Folgenden werden die Ergebnisse der einzelnen Flächen dargestellt.

##### 4.1.2.1. Fläche A

Diese Untersuchungsfläche wurde während des gesamten Beprobungszeitraumes integriert bewirtschaftet. Wie im Kapitel 2 beschrieben wurde auf Bitten der Umweltbehörde Hamburg die Untersuchungsfläche A in den Untersuchungsjahren 1994 und 1995 auf den Obsthof Quast verlegt. Die Flächen des Obsthofes Minners (1993 | A<sub>1</sub>) und Quast (1994/1995 | A<sub>2</sub>) wurden zwar beide nach den integrierten Richtlinien bewirtschaftet, jedoch wurde die Fläche A<sub>1</sub> mit intensiveren Spritzungen wesentlich „extremer“ bewirtschaftet. Der Baumbestand auf dem Obsthof Minners (1993) wurde 1989 gepflanzt, der des Obsthofes Quast 1990.

Für die zwei Flächen A<sub>1</sub> und A<sub>2</sub> wurden die Artidentität und die Dominanzidentität berechnet, um festzustellen, ob eine vergleichende Betrachtung der Jahre 1993 und 1994 gerechtfertigt ist. Die Artidentität nach JACCARD für A<sub>1</sub> im Vergleich zu A<sub>2</sub> ergab einen Index von 66,7%. Als Vergleichswert wurde die Untersuchungsfläche E, deren Standort nicht verändert wurde, untersucht und hier lag der Index für die Jahre 1993/1994 bei 69,2%. Die Dominanzidentität nach RENKONEN ergab für Fläche A<sub>1</sub> im Vergleich zu Fläche A<sub>2</sub> einen Index von 92,7% und als Vergleich ergab der Index für die Fläche E einen Wert von 97,6%. Die Fläche A<sub>1</sub> ist eher als „klassisch integrierte“ Fläche zu bezeichnen, auf der auch alle erlaubten Spritzmittel zur Anwendung kommen können. Die Fläche A<sub>2</sub> kann als eher „gemäßigt integrierte“ Fläche bezeichnet werden, da zum Untersuchungszeitpunkt eine Umstellung zum ökologischen Anbau durch den Besitzer bereits angedacht war und die Wirtschaftsweise langsam umgestellt wurde.

Insgesamt wurden auf der Fläche 2.554 Laufkäfer gefangen, die sich auf 38 Arten verteilen. Es wurden in den zehn Fallen auf dieser Fläche im Durchschnitt 255 Individuen pro Falle gefangen. Auf dieser nicht ökologischen Fläche wurden die meisten Carabiden gefangen. Mit 38 Arten wurde die gleiche Artenzahl erreicht wie auf der Fläche C. 1993 wurden 311 Individuen gefangen, 1994 mit

1.839 Carabiden die knapp sechsfache Menge. Im ersten Untersuchungsjahr verteilten sich die Individuen auf 24 und im zweiten Jahr auf 32 Arten. Auf der Fläche des Obsthofes Minners (1993) konnten vier Arten nachgewiesen werden, die auf dem Obsthof Quast (1994) nicht vorkamen. Umgekehrt fanden sich 1994 zwölf Arten die 1993 nicht in den Fallen waren; darunter *Amara similata* mit 70 Individuen. Die übrigen Arten, die jeweils nur auf der einen oder der anderen Fläche zu finden waren, wurden nur durch wenige gefangene Exemplare belegt (siehe Tabelle 12).

Betrachtet man die Individuenzahlen auf der Fläche A, so findet man für die Art *Pterostichus melanarius* 576 Individuen, was 25,3% aller gefangenen Individuen ausmacht. Im Jahr 1993 (auf der „klassisch integrierten“ Fläche des Obsthofes Minners) wurden nur 37 Individuen, 1994 (auf der „gemäßigt integrierten“ Fläche des Obsthofes Quast) hingegen 539 Tiere gefangen. Die gleiche Betrachtung auf der Fläche E zeigt für *P. melanarius* im Verhältnis von 363 zu 362 Käfern ein gleichbleibendes Ergebnis in den Fangzahlen. Das Verhältnis zwischen den Individuenzahlen der Jahre 1993 und 1994 auf der Fläche A findet sich auch bei weiteren Arten *Nebria brevicollis*, *Pterostichus strenuus* (Verhältnis 1 zu 8) oder *Notiophilus biguttatus*, *Clivina fossor* (1 zu 3). Aufgrund dieser Ergebnisse wird im Folgenden die Fläche nur vorsichtig mit den anderen Flächen verglichen.

#### 4.1.2.2. Fläche B

Die Fläche B befand sich während der Beprobungszeit im ersten bzw. zweiten Jahr nach der Umstellung auf eine ökologische Bewirtschaftung. Es wurden hier insgesamt 1.033 Carabiden gefangen, die sich auf 34 Arten verteilen. Es wurden 1993 und 1994 mit 434 und 493 etwa gleich viele Tiere gefangen, die sich im ersten Jahr auf 30 und im zweiten Untersuchungsjahr auf 24 Arten verteilen. Dabei traten 10 Arten, die 1993 nachgewiesen werden konnten, 1994 nicht mehr auf und 3 Arten kamen 1994 neu hinzu (siehe Tabelle 12).

Die Arten *Carabus granulatus* und *Pterostichus diligens* wurden nur auf dieser Fläche mit einem Exemplar, *Pterostichus nigrita* und *Agonum fuliginosum* mit je zwei Exemplaren nachgewiesen.

#### 4.1.2.3. Fläche C

Die Fläche C befand sich während der Beprobungszeit im zweiten bzw. dritten Jahr nach der Umstellung auf eine ökologische Bewirtschaftung. Die Fläche C wurde ebenfalls wie die Fläche A vom Jahr 1993 zu den Untersuchungsjahren 1994/1995 gewechselt, da die ursprüngliche Untersuchungsfläche gerodet wurde. Die Dauer der ökologischen Bewirtschaftung stimmte bei der neuen Fläche mit der ursprünglichen überein. Es waren jedoch kleinere Bäume (Unterlage M9 statt ¼ Stamm). Beide Flächen befanden sich auf dem Obsthof Augustin.

Auch für diese Flächen wurden die Artidentität und die Dominanzidentität berechnet, um festzustellen, ob eine vergleichende Betrachtung der Flächen der Jahre 1993 und 1994 gerechtfertigt ist. Die

---

Artidentität nach JACCARD der Fläche C (1993 zu 1994) hat einen Index von 75% und die Dominanzidentität nach RENKONEN ergab für die Fläche C (1993 zu 1994) einen Index von knapp 64%.

1993 wurden 590 Carabiden gefangen, die sich auf 27 Arten verteilten. 1994 wurden 686 Carabiden und 34 Arten gezählt. Insgesamt konnten auf der Fläche C 38 Carabiden-Arten nachgewiesen werden. Zwei Arten aus 1993, die 1994 nicht mehr in den Fallen angetroffen werden konnten und neun Arten die 1994 neu hinzu gekommen sind (siehe Tabelle 12). Alle hier gefangenen Carabiden-Arten waren auch in Fallen anderer Flächen.

#### 4.1.2.4. Fläche D

Die Fläche D befand sich während der Beprobungszeit im dritten bzw. vierten Jahr nach der Umstellung auf eine ökologische Bewirtschaftung. Es wurden insgesamt 2.150 Individuen gefangen, die sich auf 40 Arten verteilen. Dies ist die höchste Artenzahl von allen untersuchten Flächen. 1993 wurden 1.013 Carabiden gefangen, die sich auf 36 Arten verteilen, davon neun Arten, die 1994 nicht mehr nachweisbar waren. Dies war die höchste Artenzahl aller 1993 beprobten Flächen. 1994 wurden nur noch 865 Individuen gefangen, die sich auf 29 Arten verteilen, wobei drei Arten gegenüber 1993 neu hinzu kamen (siehe Tabelle 12). Außer *Amara plebeja* wurden alle anderen hier gefangenen Carabiden-Arten auch auf anderen Flächen nachgewiesen.

#### 4.1.2.5. Fläche E

Die Fläche E befand sich während der Beprobungszeit im zehnten bzw. elften Jahr einer ökologischen Bewirtschaftung. 1993 wurden 642 Carabiden gefangen, die sich auf 18 Arten verteilten. 1994 wurden 970 Carabiden gefangen und die Artenzahl betrug 26. Insgesamt konnten auf der Fläche E 29 Carabiden-Arten nachgewiesen werden. Zwei Arten des Jahres 1993 konnten 1994 nicht mehr nachgewiesen werden und zehn Arten kamen 1994 neu hinzu (siehe Tabelle 12). Die Arten *Ophonus rufibarbis* und *Bembidion gutula* wurden mit jeweils einem Exemplar während des gesamten Untersuchungszeitraumes nur auf dieser Fläche nachgewiesen.

Tabelle 12: Individuen- und Artenzahlen pro Fläche für die einzelnen Jahre und den Gesamtuntersuchungszeitraum.

Flächen	A	B	C	D	E	gesamt
	Jahr 1993					
<b>Summe</b>	311	434	590	1.013	642	2.990
<b>Ø Carabiden pro Falle</b>	31,1	43,4	59	101,3	128,4	66,4
<b>Arten nur 1993</b>	4	10	2	9	2	3
<b>Artenzahl gesamt</b>	24	30	27	36	18	47
	Jahr 1994 (Mai - Sep)					
<b>Summe</b>	1.839	493	686	865	970	4.853
<b>Ø Carabiden pro Falle</b>	183,9	49,3	68,6	86,5	194	107,8
<b>Arten nur 1994</b>	12	3	9	3	10	5
<b>Artenzahl</b>	32	24	34	29	26	49
	Gesamtzeitraum					
<b>Summe</b>	2.554	1.033	1.600	2.150	1.684	9.021
<b>Ø Carabiden pro Falle</b>	255,4	103,3	160	215	336,8	200,5
<b>Artenzahl</b>	38	34	38	40	29	52

#### 4.2. Schwerpunktorkommen der Arten und ihre Phänologie

Nachfolgend sind die Schwerpunktorkommen und die Phänologien für ausgewählte Arten in der Reihenfolge ihrer Aktivitätsdichten über den Gesamtuntersuchungsraum aufgeführt. Generell wurden 1993 weniger Individuen der einzelnen Arten gefangen als im Vergleichszeitraum 1994.

Die am häufigsten gefangene Art *Pterostichus melanarius*, hat auf der Fläche E mit 33,2% ihren höchsten Anteil aller gefangenen Individuen über alle Untersuchungsflächen. Auf der Fläche D mit 26,5%, direkt gefolgt von der Fläche A (gesamt) mit 25,3%. Die Anzahl der gefangenen Individuen ist auf der Fläche A(93) am kleinsten. Direkt im ersten Jahr nach der Umstellung steigen die Individuenzahlen an (auf der Fläche B wurden insgesamt 95 Individuen nachgewiesen (40 1993 und 55 1994), um dann bei längerer ökologischer Bewirtschaftung auf 756 Individuen (auf der Fläche E) anzuwachsen.



Die Art *Patrobus atrorufus* befindet sich mit dem höchsten Anteil von 38,9% auf der Fläche E. Das Auftreten in den einzelnen Flächen ist ähnlich zu der vorgenannten Art. Auch hier befinden sich die wenigsten Individuen auf der integrierten Fläche und die meisten Tiere auf dem biologisch-dynamisch bewirtschafteten Demeter-Hof.

Ein ganz anderes Bild zeigt die Art *Nebria brevicollis*, die auf der Fläche E, sowohl im Jahr 1993 als auch 1994 die geringste Individuenzahl aufweist.

Der Käfer wurde auf den Flächen B und C 1993 zehnmal häufiger gefangen und im Jahr 1994 sogar 28 mal häufiger als auf der Fläche E. Die Fläche A ist auch 1994 wieder die Ausnahme, wo *N. brevicollis* mit 591 Individuen fast 100 mal

häufiger vorkommt als auf der Fläche E.

Eine ähnlich absteigende Kurve der Individuenzahlen von Fläche A(gesamt) zu E zeigt die Art *Notiophilus biguttatus*. Die Fläche E mit großen Bäumen und viel Bodenbeschattung ist somit das ungeeignetste Areal für diese Art (Abbildung 8 und Abbildung 9).

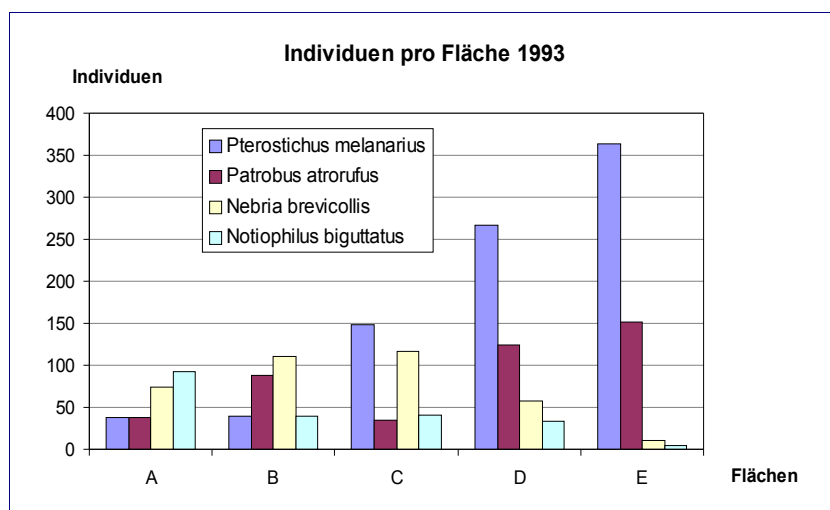


Abbildung 8: Individuen pro Fläche für vier ausgewählte Arten im Jahr 1993

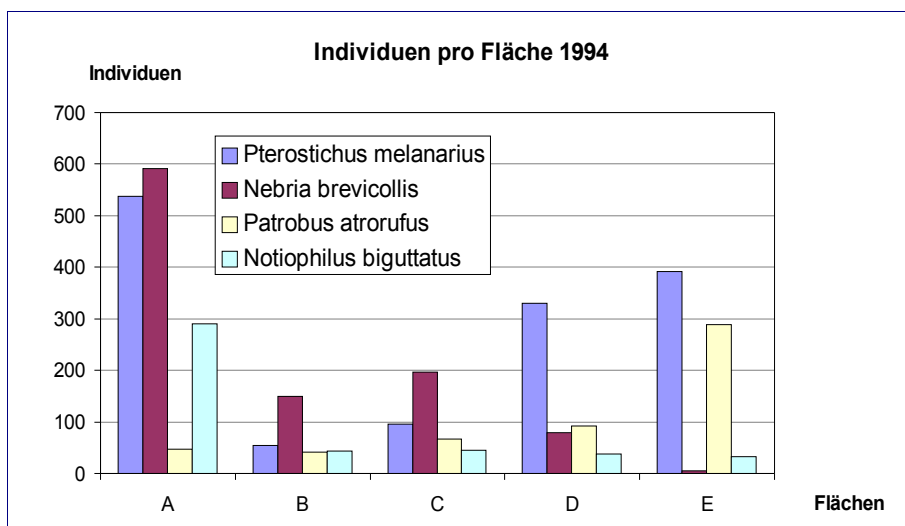


Abbildung 9: Individuen pro Fläche für vier ausgewählte Arten im Jahr 1994

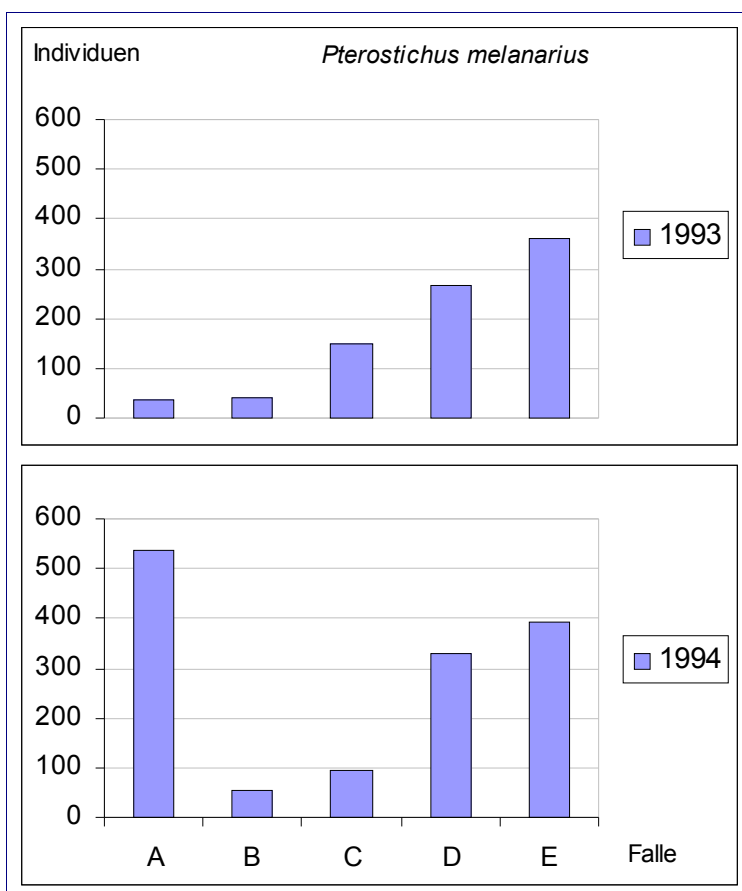
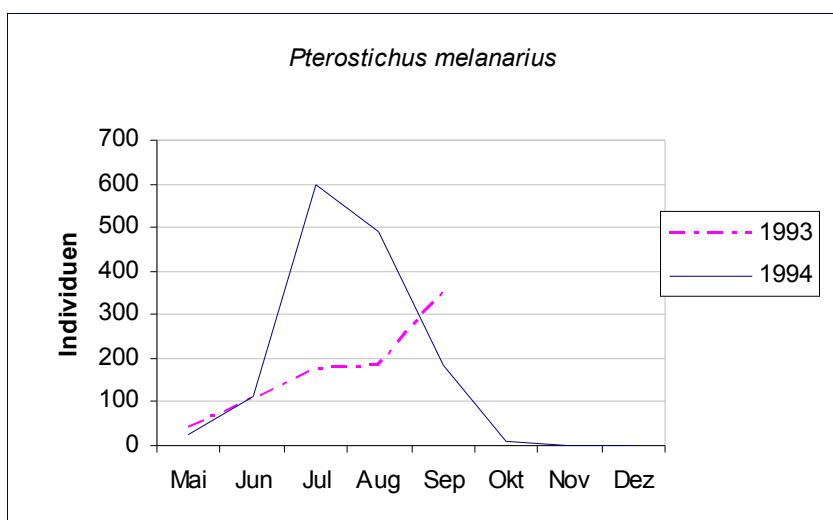
4.2.1. *Pterostichus melanarius* (Ill., 1798)

Abbildung 10: Individuenzahlen auf den einzelnen Flächen.

Mit 2.266 Individuen ist *Pterostichus melanarius* die am häufigsten gefangene Laufkäfer-Art dieser Untersuchung. Im Untersuchungsjahr 1993 wurden 856 und im Untersuchungsjahr 1994 1.410 Individuen gefangen.

Im Jahr 1993 wurden die wenigsten Individuen auf der Fläche A (38 Individuen) gefangen und die meisten auf der Fläche E (363 Individuen).

Im Jahr 1994 wurden auf der Fläche A mit 537 Individuen die meisten Tiere gefangen. Die Flächen B bis E zeigen ähnliche Fangzahlen wie 1993 (Abbildung 10).

Abbildung 11: Jahreszeitliches Auftreten von *Pterostichus melanarius*.

Das jahreszeitliche Auftreten von *Pterostichus melanarius* ist in Abbildung 11 wiedergegeben. 1993 ist im Untersuchungszeitraum ein Maximum im September zu erkennen. 1994 liegt das Aktivitätsmaximum im Juli.

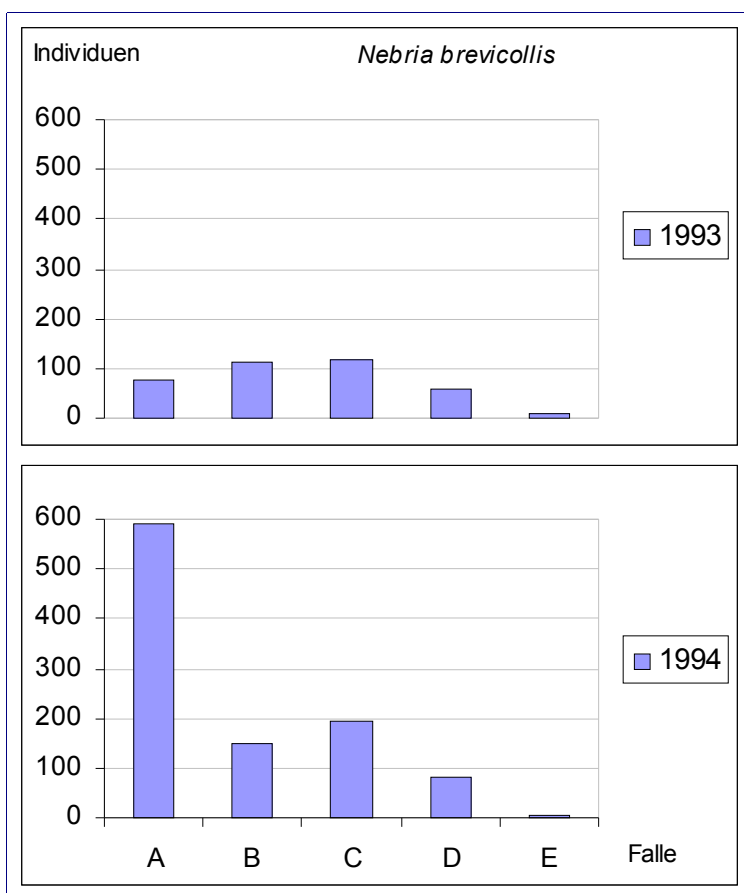
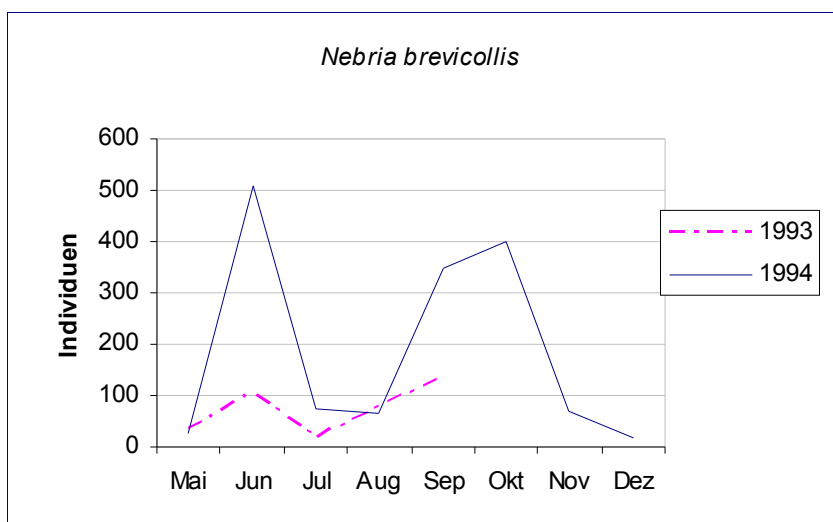
4.2.2. *Nebria brevicollis* (F., 1792)

Abbildung 12: Individuenzahlen auf den einzelnen Flächen

*Nebria brevicollis* ist mit 1.391 Individuen die zweithäufigste Art. 1993 wurden auf der Fläche C mit 116 Individuen die meisten Tiere und auf Fläche E mit 10 Individuen die wenigsten gefangen.

1994 zeigt sich ein ähnlicher Trend, wobei wie bei *Pterostichus melanarius* (siehe Abbildung 10) ein Massenaufreten auf der Fläche A(94) (591 Individuen) auftritt. Im Jahr 1994 befinden sich mit 6 Individuen die wenigsten Tiere auf der Fläche E (Abbildung 12).

Das jahreszeitliche Auftreten von *Nebria brevicollis* ist in Abbildung 13 wiedergegeben. Die ersten Tiere erscheinen im Frühjahr, und nach einer kurzen Aktivitätsphase halten sie eine Sommerruhe ein.

Abbildung 13: Jahreszeitliches Auftreten von *Nebria brevicollis*.

Das zweite Aktivitätsmaximum erfolgt im September und Oktober. Im Jahr 1994 sind die Aktivitätsmaxima deutlich zu erkennen. Im Jahr 1993 ist das erste Maximum ebenfalls sichtbar. Für das zweite Maximum wird die beginnende Steigung im August und September erkennbar.

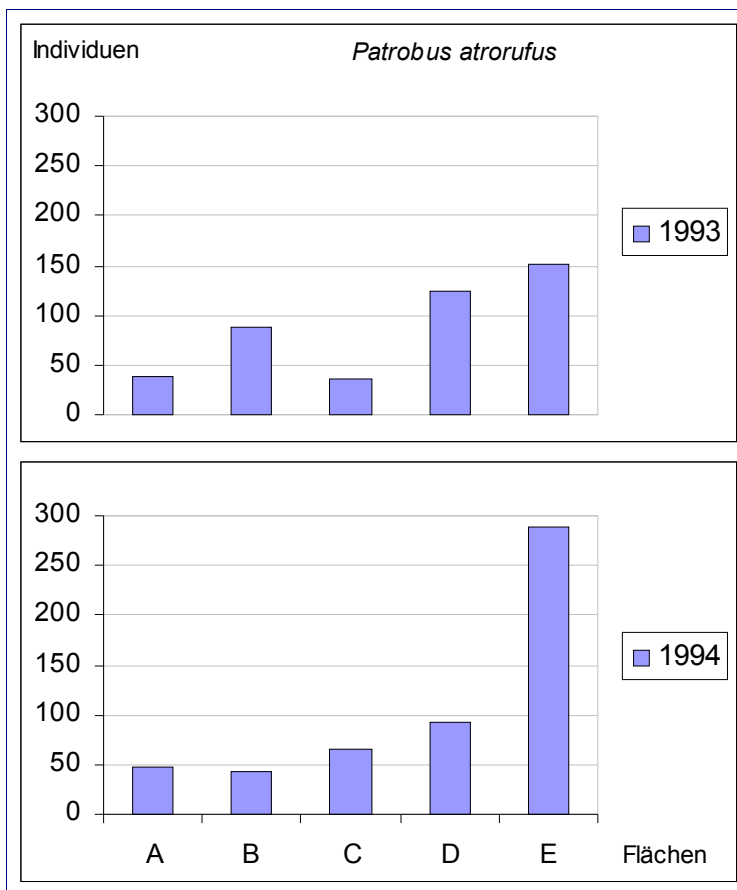
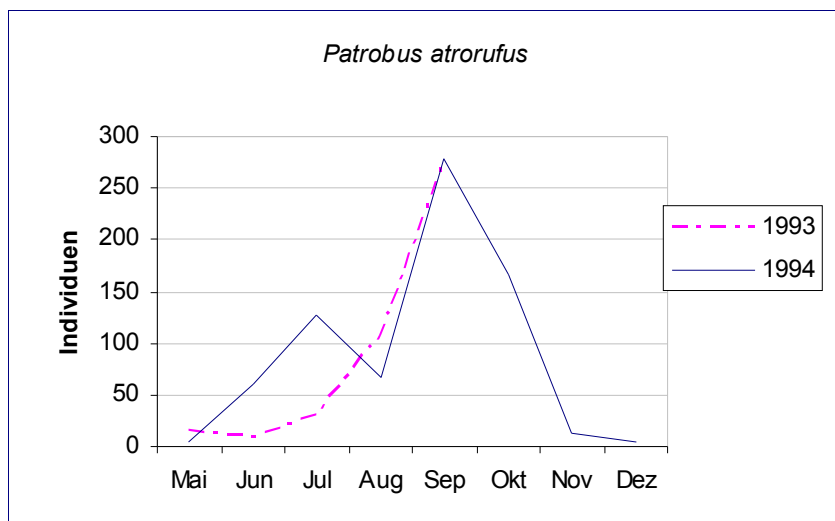
4.2.3. *Patrobus atrorufus* (Ström, 1768)

Abbildung 14: Individuenzahlen auf den einzelnen Flächen.

Die hygrophile Art *Patrobus atrorufus* wurde in beiden Jahren auf der Fläche E am häufigsten nachgewiesen. (Abbildung 14). In den Flächen A(93) und C im Jahre 1993 sowie der Fläche B im Jahre 1994 zeigt sich das geringste Vorkommen. Die Fläche D mit  $\frac{1}{4}$  Stammbäumen und einer entsprechenden Beschattung sagt der Art ebenfalls zu und so kann hier die zweithäufigste Aktivitätshöhe festgestellt werden.

Abbildung 15: Jahreszeitliches Auftreten von *Patrobus atrorufus*.

Bei *Patrobus atrorufus* liegt das Aktivitätsmaximum in beiden Untersuchungs Jahren im September (Abbildung 15). 1994 setzte die Aktivität der Tiere bereits im Juni / Juli ein, um im August noch einmal leicht zurück zu gehen.

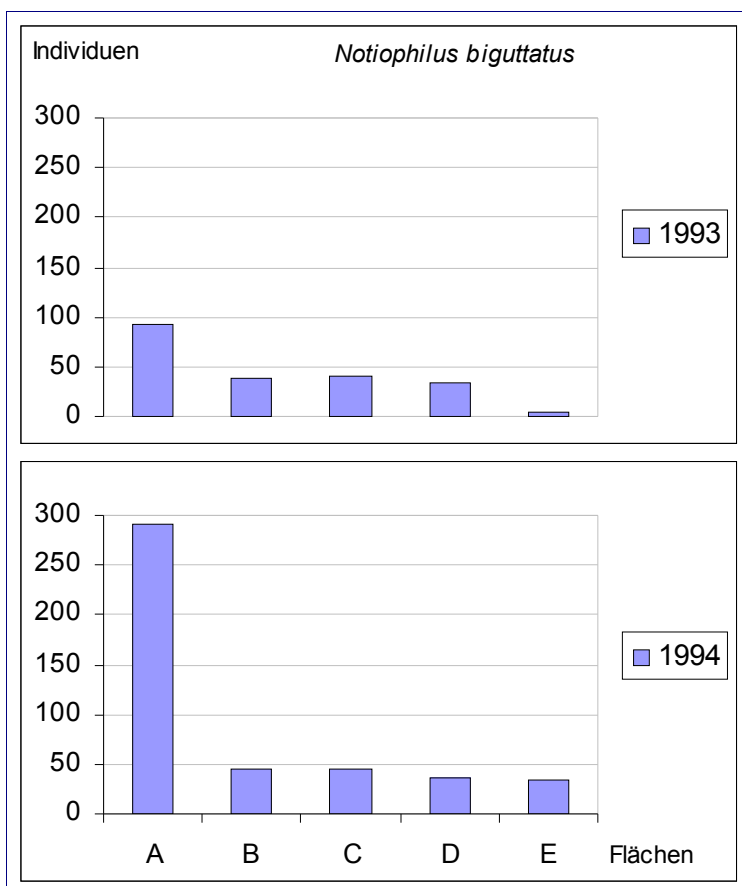
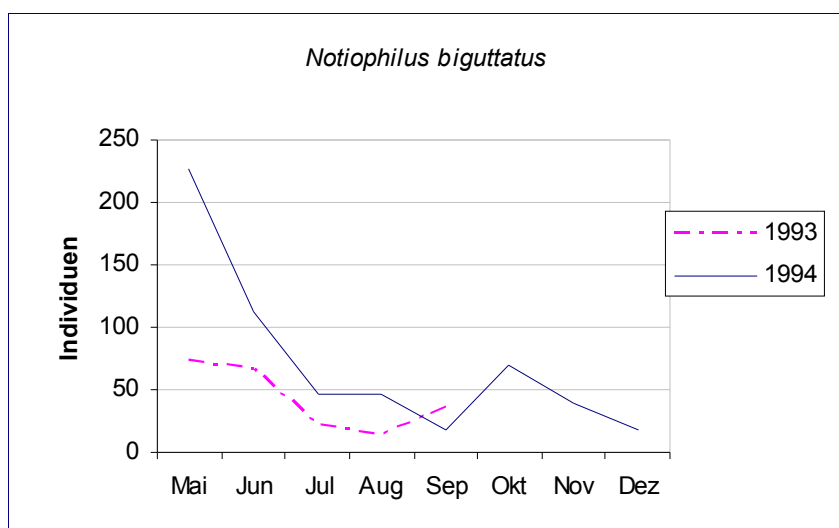
4.2.4. *Notiophilus biguttatus* (F., 1797)

Abbildung 16: Individuenzahlen auf den einzelnen Flächen.

*Notiophilus biguttatus* kommt anscheinend bevorzugt auf den Obstflächen mit Niederstammbäumen vor. Das häufigste Auftreten kann auch auf den Flächen A, B und C beobachtet werden. Die größte Aktivität zeigte die Art auf der Fläche A (94) mit 291 gefangenen Individuen, welches mit Abstand die trockenste Fläche ist. Auf der mit Hochstammbäumen bestandenen Fläche E, wo die klimatischen Verhältnisse eher feucht und kühl sind, wurde die Art mit nur 5 bzw. 33 Individuen am wenigsten gefangen (Abbildung 16).

Abbildung 17: Jahreszeitliches Auftreten von *Notiophilus biguttatus*.

Das Aktivitätsmaximum lag für *Notiophilus biguttatus* im Mai, um dann über den Sommer stark zurück zu gehen. Ab September stiegen die Aktivitäten der neuen adulten Tiere wieder leicht an. Die Tiere waren über die gesamte Untersuchungsperiode nachweisbar (Abbildung 17).

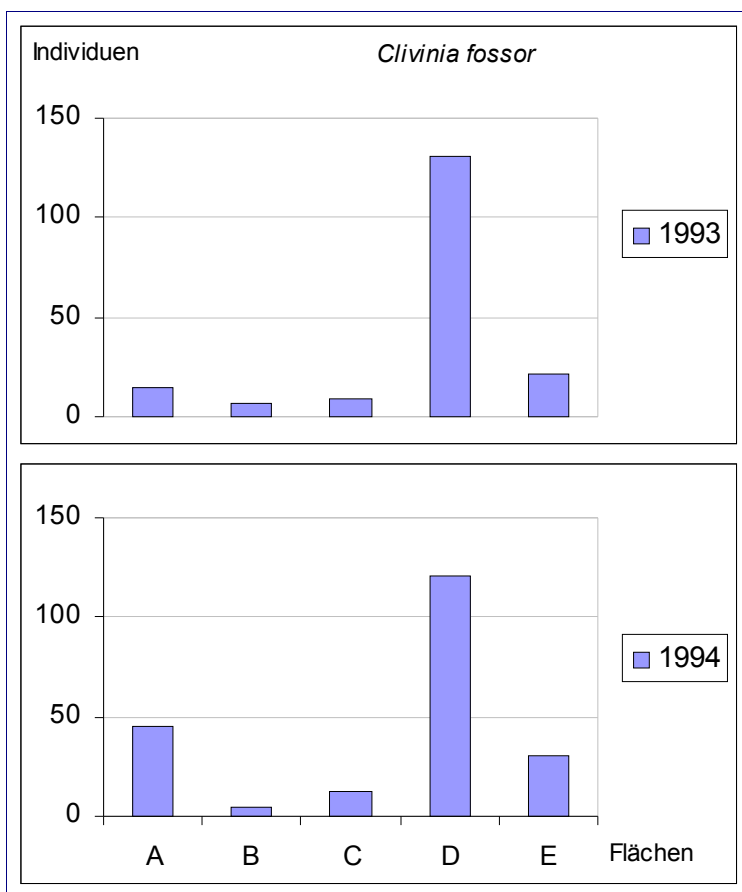
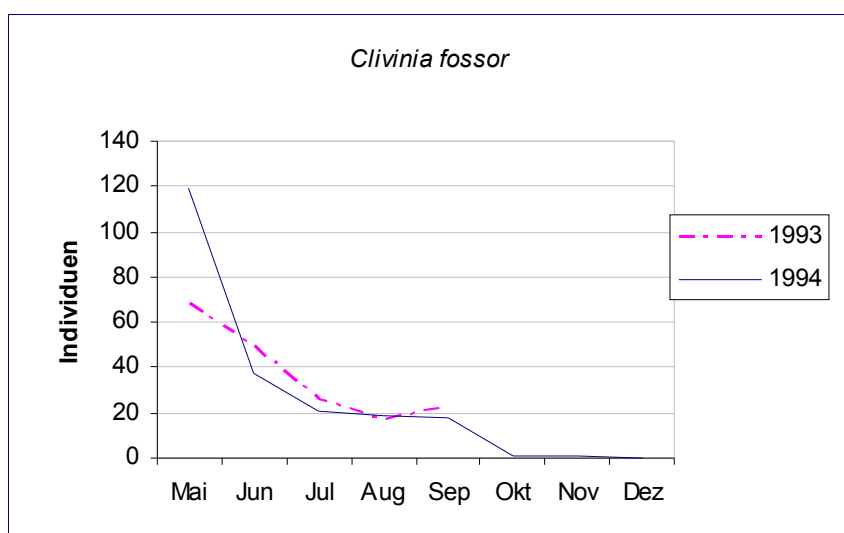
4.2.5. *Clivinia fossor* (L., 1758)

Abbildung 18: Individuenzahlen auf den einzelnen Flächen.

Die Art *Clivinia fossor* ist am häufigsten auf der Fläche D anzutreffen, wo sie mit 131 Individuen im Jahre 1993 und 121 Individuen im Jahr 1994 die fünfthäufigste Carabiden-Art dieser Untersuchung stellt. Das geringste Aktivitätsniveau zeigt der Käfer in beiden Jahren auf der Fläche B (Abbildung 18).

*Clivinia fossor* konnte über die gesamte Fangzeit nachgewiesen werden. Das Maximum der Aktivität

Abbildung 19: Jahreszeitliches Auftreten von *Clivinia fossor*

zeigte die Art im Mai mit fallender Tendenz bis in den November hinein (Abbildung 19). 1994 wurden mit 119 Individuen fast doppelt so viele Tiere gefangen wie 1993. Danach verlaufen die nachlassenden Aktivitäten in beiden Jahren in ähnlicher Art und Weise.

#### 4.2.6. *Pterostichus strenuus* (Panz., 1797)

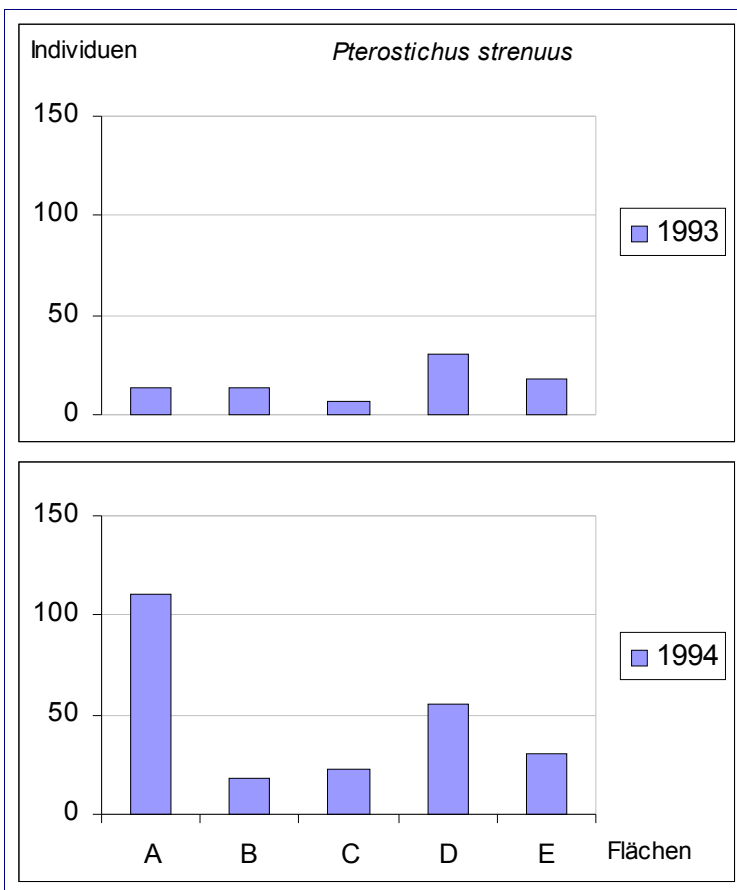


Abbildung 20: Individuenzahlen auf den einzelnen Flächen.

Es wurden insgesamt 320 Individuen der Art *Pterostichus strenuus* gefangen. Das häufigste Auftreten konnte auf der Fläche A(94) mit 110 Individuen festgestellt werden. Ansonsten ist die Fläche D im Verhältnis aller untersuchter Flächen für diese Art ein guter Standort (Abbildung 20).

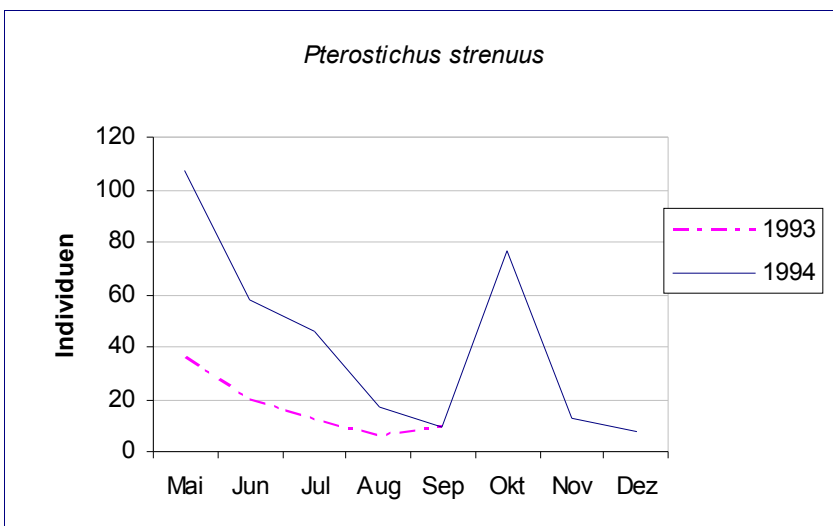


Abbildung 21: Jahreszeitliches Auftreten von *Pterostichus strenuus*.

Die Aktivitätsmaxima von *Pterostichus strenuus* liegen 1994 hauptsächlich im Zeitraum Mai bis Juni und im Herbst von September bis November. Die Werte für das Jahr 1993 spiegeln diesen Verlauf nur tendenziell wider (Abbildung 21). Es konnten durchgehend Tiere dieser Art nachgewiesen werden.

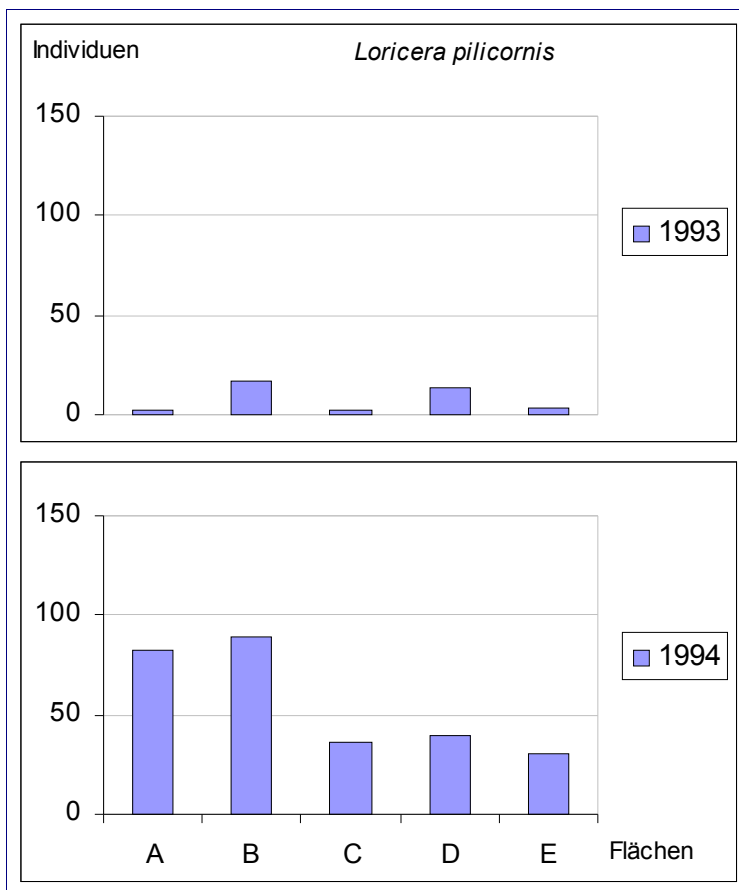
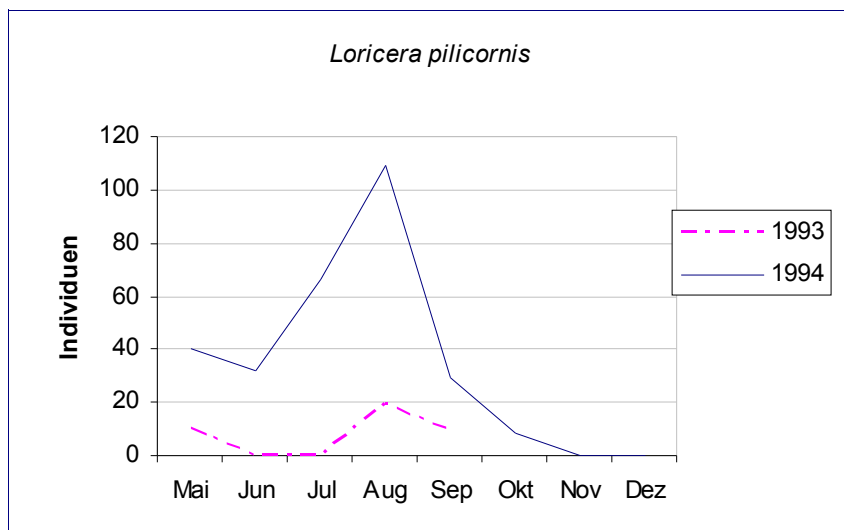
4.2.7. *Loricera pilicornis* (F., 1775)

Abbildung 22: Individuenzahlen auf den einzelnen Flächen.

Die eurytope und hygrophile Art (vergl. Tabelle 17) *Loricera pilicornis* wurde insgesamt mit 314 Individuen nachgewiesen, wobei im Jahre 1993 nur 38 Tiere in den Fallen waren und 1994 mit 276 Tieren die siebenfache Menge. Die Präferenz für die eine oder andere Fläche ist nur für das Jahr 1994 zu erkennen, wo *Loricera pilicornis* auf den Flächen A und B am häufigsten vorkam (Abbildung 22).

Abbildung 23: Jahreszeitliches Auftreten von *Loricera pilicornis*

Die hier nachgewiesene Population von *Loricera pilicornis* ist vermehrt im Herbst aktiv, so dass hier von einem Herbstbrüter ausgegangen werden muss. In beiden Jahren konnte die höchste Aktivität im August festgestellt werden (Abbildung 23).



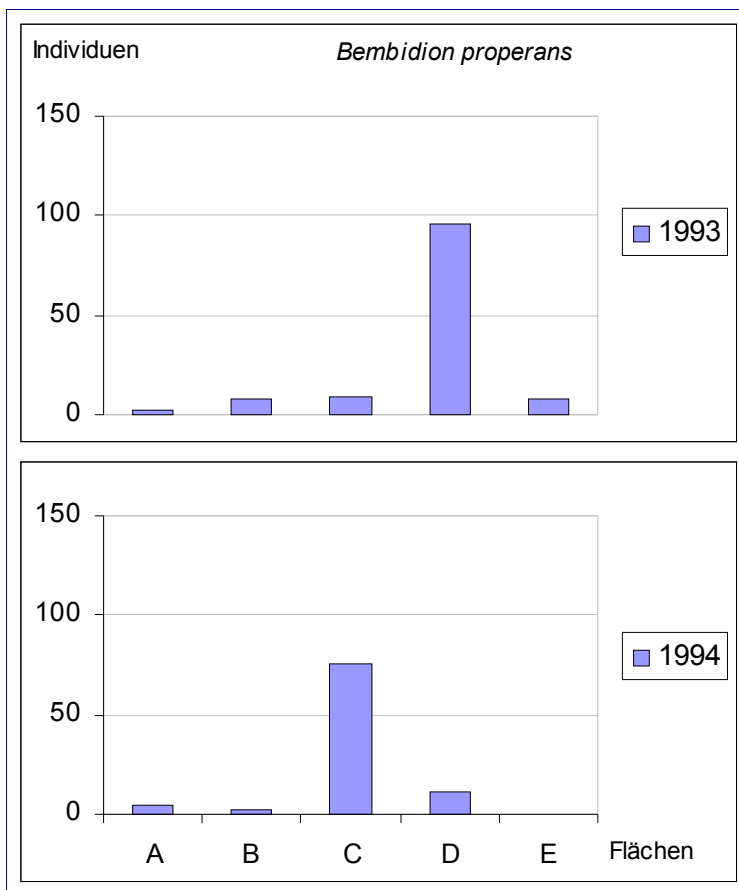
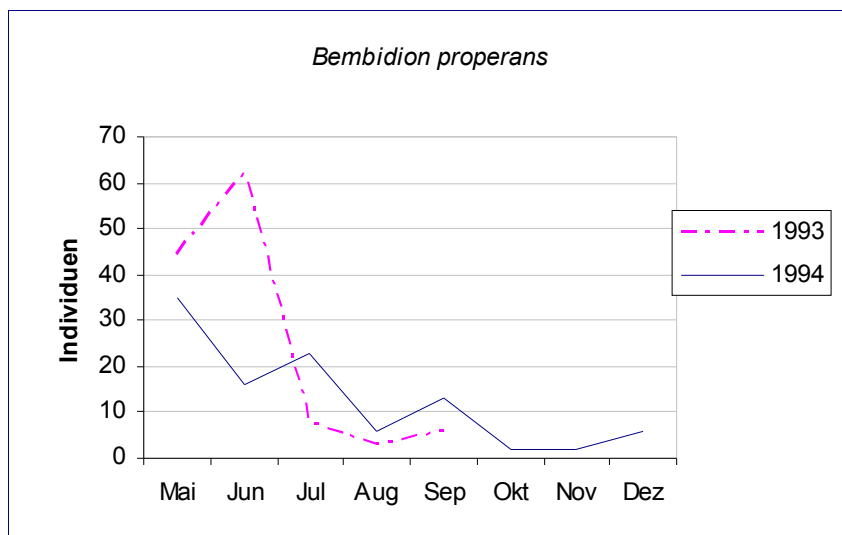
4.2.8. *Bembidion properans* (Steph., 1828)

Abbildung 24: Individuenzahlen auf den einzelnen Flächen.

Die Art *Bembidion properans* konnte in der vorliegenden Untersuchung 1993 am häufigsten auf der Fläche D und 1994 auf der Fläche C nachgewiesen werden. Auf den anderen Flächen war die Aktivität der Tiere eher gering (Abbildung 24). Insgesamt wurden 216 Individuen in den Fallen gefunden, wobei 176 Tiere allein auf den Flächen C und D gefangen wurden.

Abbildung 25: Jahreszeitliches Auftreten von *Bembidion properans*.

Auf den untersuchten Flächen war die größte Aktivität der Tiere im Frühjahr bis Sommer festzustellen. 1993 fand die höchste Aktivität im Juni statt im Jahr 1994 bereits im Mai (Abbildung 25). Bei dieser Aktivitätsverteilung kann hier von einem Frühjahrsbrüter ausgegangen werden.

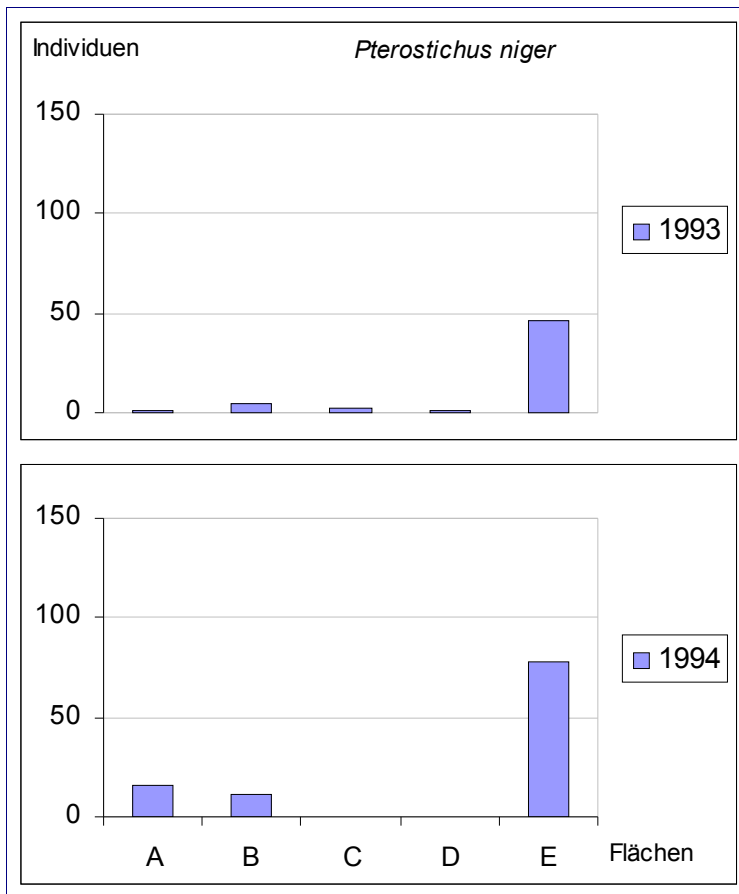
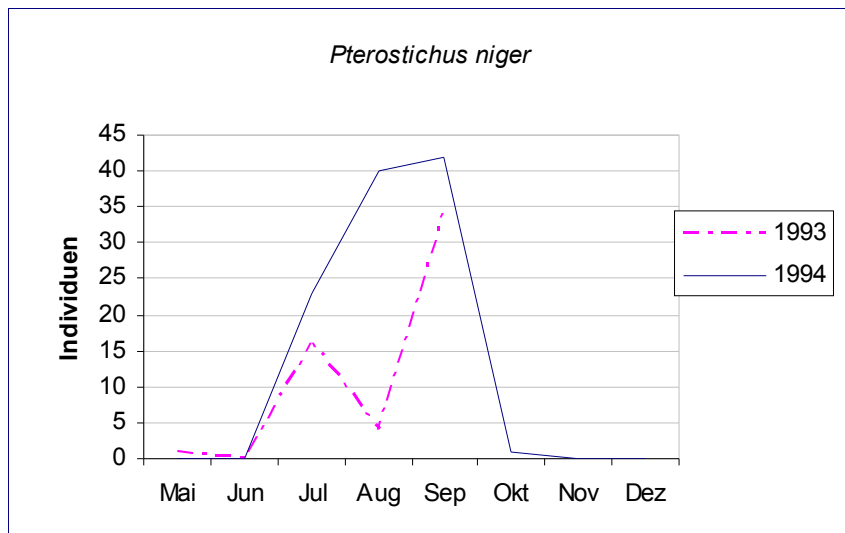
4.2.9. *Pterostichus niger* (Schall., 1783)

Abbildung 26: Individuenzahlen auf den einzelnen Flächen.

*Pterostichus niger* kommt auf den untersuchten Flächen häufiger in der schattigeren Fläche E vor. Die Art kann in den anderen Flächen mit nur geringen oder keinen Individuen nachgewiesen werden (Abbildung 26). Insgesamt wurden 160 Individuen bestimmt, davon allein 124 auf der am längsten ökologisch bewirtschafteten Fläche E.

Abbildung 27: Jahreszeitliches Auftreten von *Pterostichus niger*.

Bei den im Alten Land gefundenen Populationen von *Pterostichus niger* handelt es sich um Herbstbrüter mit einem Aktivitätsmaximum im August und September, wobei 1993 im August nur wenige Individuen gefangen wurden (Abbildung 27).

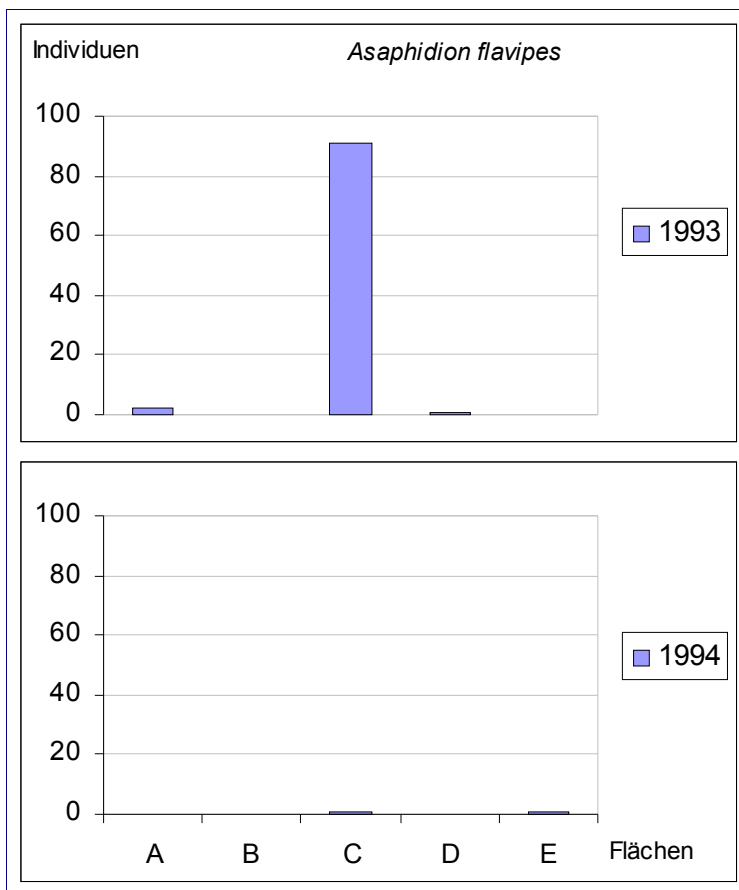
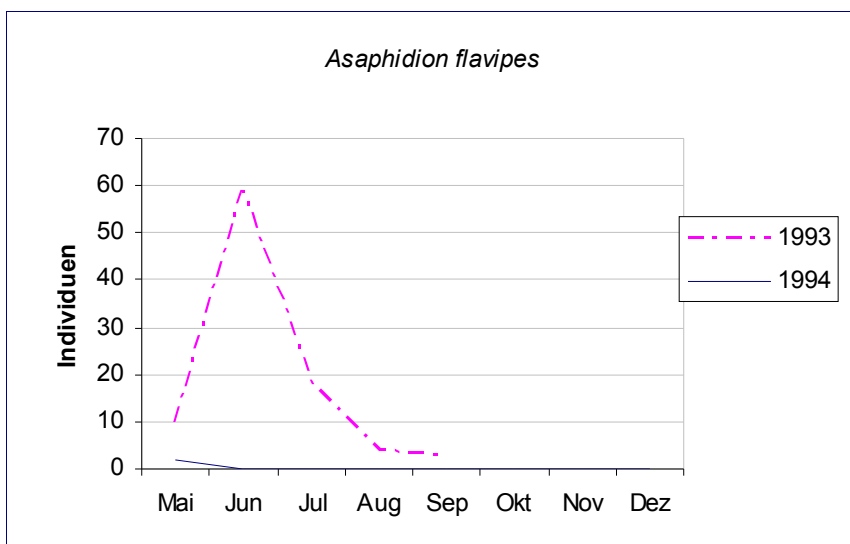
4.2.10. *Asaphidion flavipes* (L., 1761)

Abbildung 28: Individuenzahlen auf den einzelnen Flächen.

Die Art *Asaphidion flavipes* konnte mit insgesamt 96 Tieren nachgewiesen werden, wobei allein 92 Tiere im Jahre 1993 auf der Fläche C gefangen wurden. Auf den anderen Flächen kamen die Tiere nur als Einzelindividuen vor (Abbildung 28).

Abbildung 29: Jahreszeitliches Auftreten von *Asaphidion flavipes*.

Bei diesem Nachweis der Tiere auf fast nur einer Fläche, beziehen sich die Aussagen über die jahreszeitliche Verteilung auch nur auf diese Fläche. Die meisten Tiere wurden in den Baumstreifen gefangen, davon allein 59 Tiere im Juni 1993 (Abbildung 29).

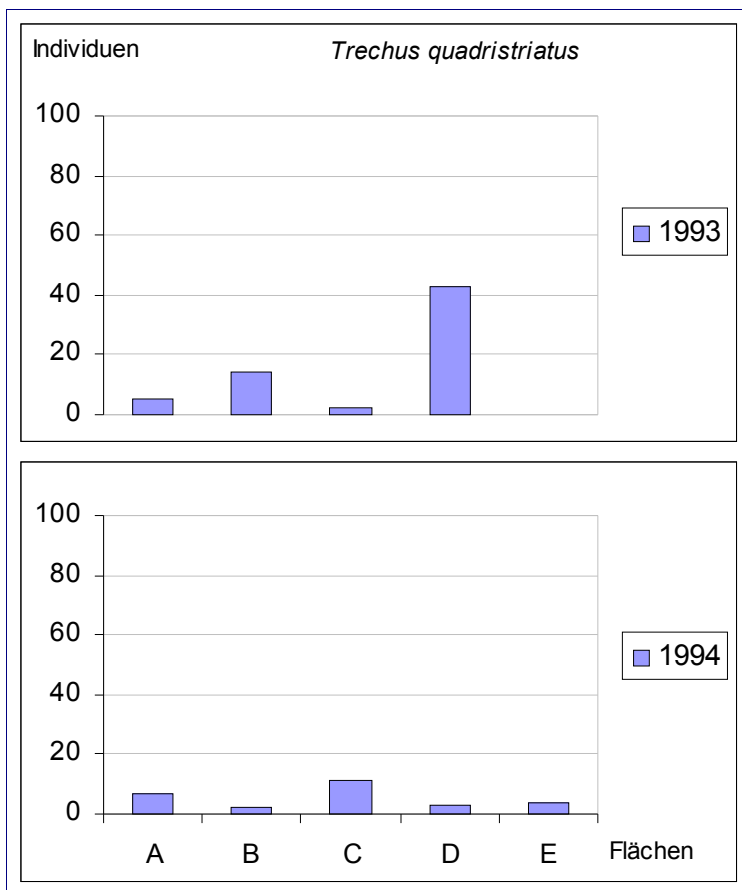
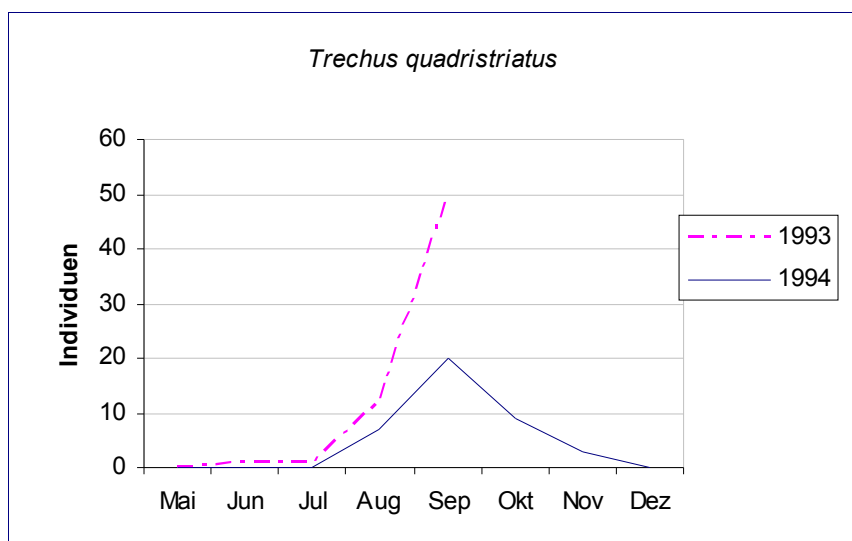
4.2.11. *Trechus quadristriatus* (Schrk., 1781)

Abbildung 30: Individuenzahlen auf den einzelnen Flächen.

*Trechus quadristriatus* wurde in der vorliegenden Untersuchung mit 91 Tieren nur sporadisch nachgewiesen. Eine Ausnahme ist die Fläche D, wo die Art im Jahr 1993 mit 43 Individuen die größte Aktivitätsdichte zeigte (Abbildung 30). Im gleichen Jahr konnte der Käfer auf der Fläche E gar nicht gefunden werden. 1994 wurden während der gesamten Beprobung nur 27 Tiere gefangen.

Abbildung 31: Jahreszeitliches Auftreten von *Trechus quadristriatus*.

Das größte Aktivitätsmaximum erreichte *Trechus quadristriatus* in beiden Jahren im September (Abbildung 31). 1993 konnten in diesem Monat 50 und im Jahr 1994 20 Tiere ermittelt werden. Von Mai bis Juli wurden 1994 keine Individuen in den Fallen gefunden.

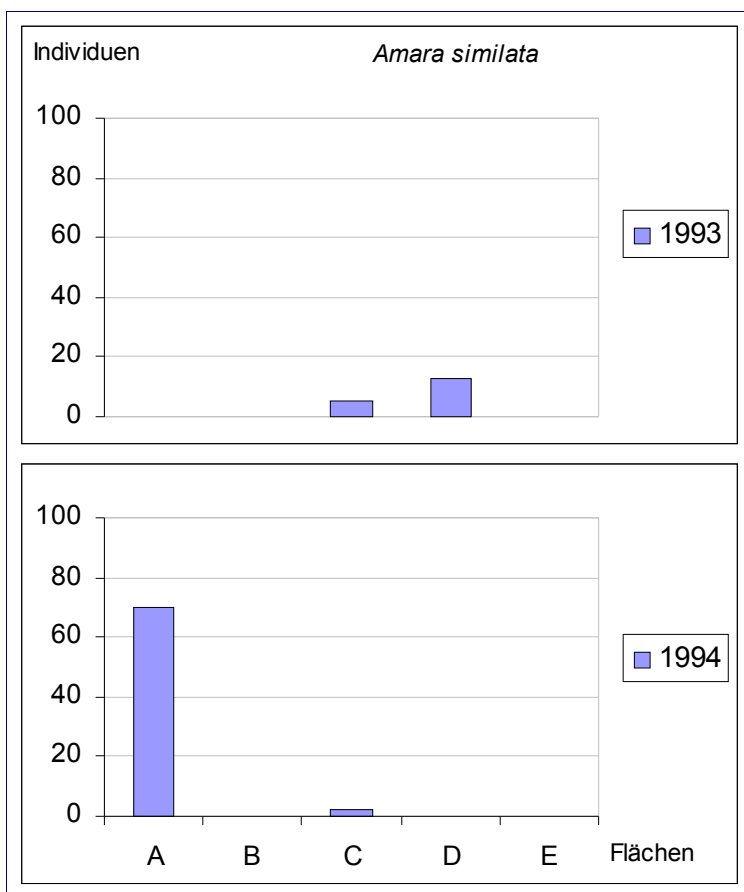
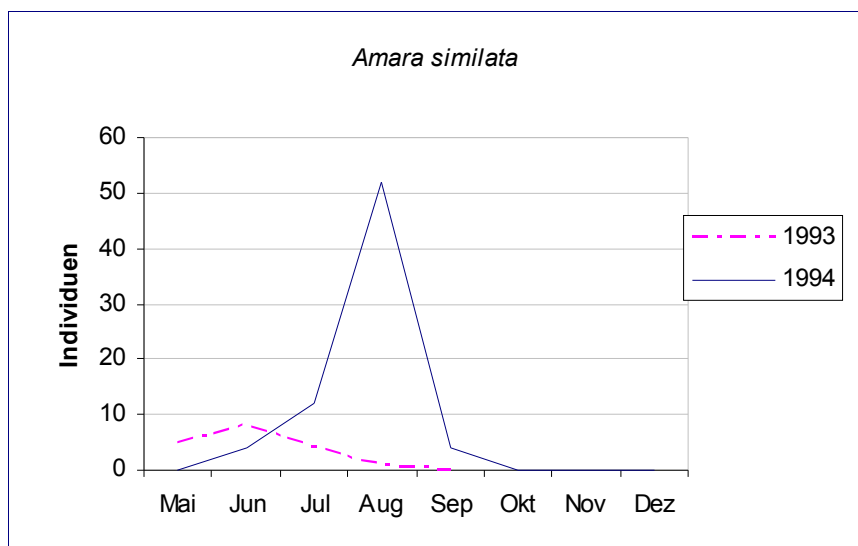
4.2.12. *Amara similata* (Gyll., 1810)

Abbildung 32: Individuenzahlen auf den einzelnen Flächen.

Die Art *Amara similata* kommt verstärkt in Obstanbauflächen mit kleinen Niederstammbäumen vor. So konnten die meisten Individuen (70 von insgesamt 90 Tieren) auf der Fläche A im Jahr 1994 gefangen werden. Diese Fläche ist die trockenste der untersuchten Flächen und mit ihrer Nord-Süd-Ausrichtung auch die sonnenreichste Fläche. Auf den Flächen B und E konnte die Art überhaupt nicht nachgewiesen werden (Abbildung 32).

Abbildung 33: Jahreszeitliches Auftreten von *Amara similata*.

Die meisten Tiere (52) von *Amara similata* wurden in der vorliegenden Arbeit im August 1994 gefangen. Im Jahr 1993 war die höchste Aktivität im Juni mit nur 8 Tieren zu verzeichnen (Abbildung 33).

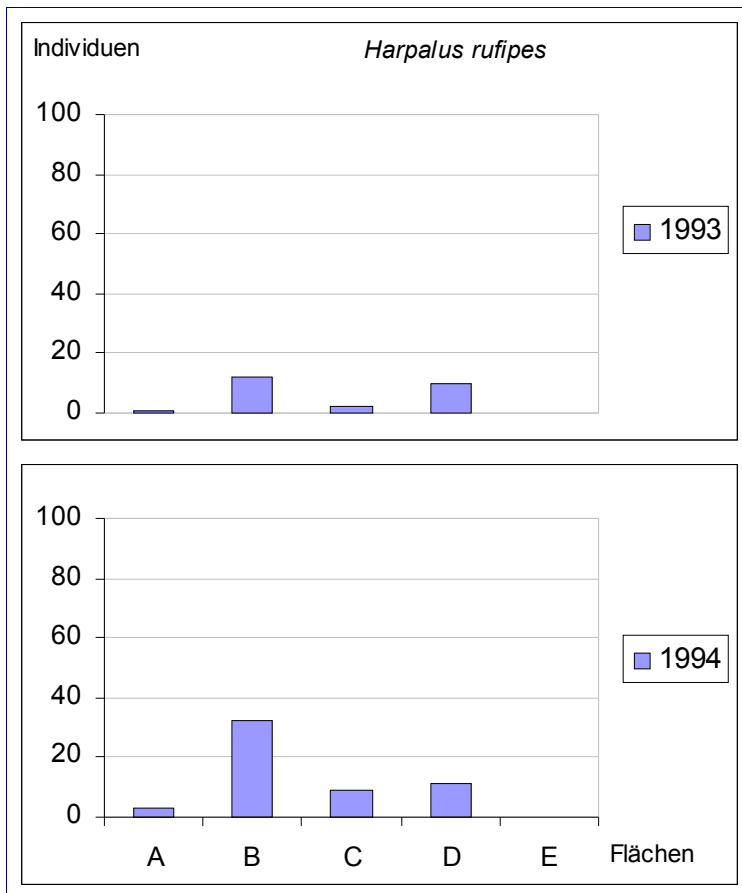
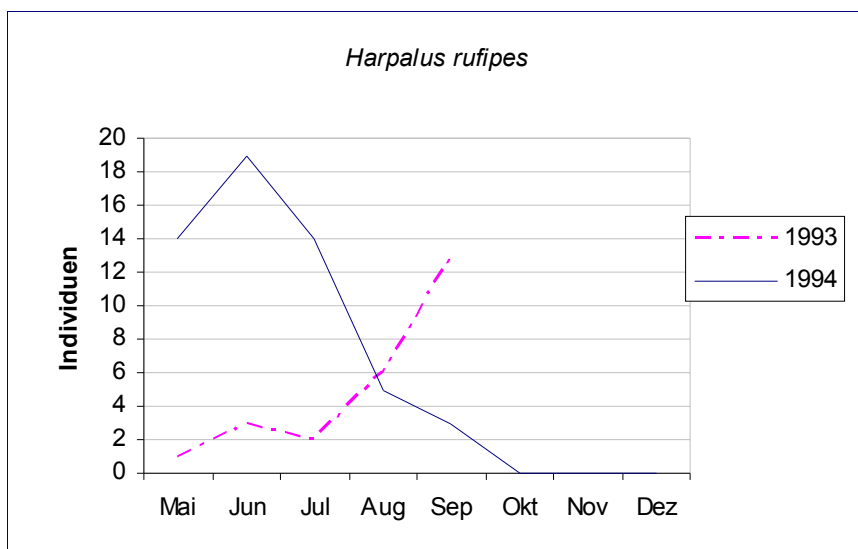
4.2.13. *Harpalus rufipes* (Deg. 1774)

Abbildung 34: Individuenzahlen auf den einzelnen Flächen.

Die Art *Harpalus rufipes* kommt auf den untersuchten Höfen des Alten Landes am häufigsten auf der Fläche B vor und konnte auf dem Demeter-Hof gar nicht nachgewiesen werden (Abbildung 34). Insgesamt wurden 80 Individuen gefangen, davon über die Hälfte der Tiere auf der Fläche B, die sich im ersten Jahr nach der Umstellung auf die ökologische Wirtschaftsweise befand.

Abbildung 35: Jahreszeitliches Auftreten von *Harpalus rufipes*.

Im Jahr 1994 lag das Aktivitätsmaximum im Juni und nahm dann kontinuierlich bis zum Oktober ab. Ein konträres Bild zeigten die Aktivitäten der Art im Jahr 1993, wo das Aktivitätsmaximum im September lag (Abbildung 35).

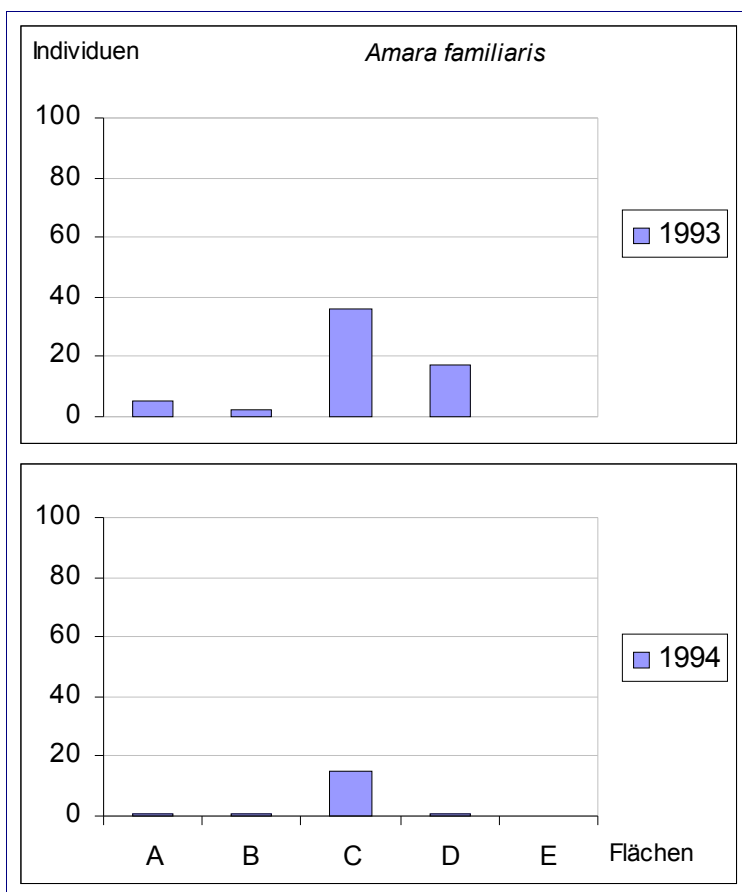
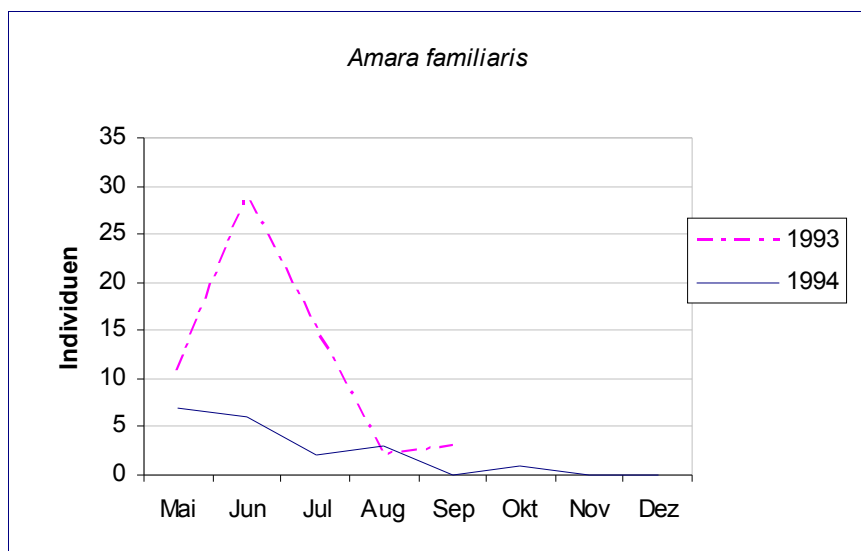
4.2.14. *Amara familiaris* (Duft., 1812)

Abbildung 36: Individuenzahlen auf den einzelnen Flächen.

Die Art *Amara familiaris* konnte mit insgesamt 78 Individuen nachgewiesen werden. Dabei wurden 1993 60 und 1994 nur 18 Tiere gefangen. Die höchste Aktivitätsdichte zeigte sich in beiden Jahren auf der Fläche C, wo zwei Drittel aller Tiere gefangen wurden (Abbildung 36). Auf der Fläche E konnte die Art nicht gefunden werden.

Abbildung 37: Jahreszeitliches Auftreten von *Amara familiaris*.

Die meisten Individuen von *Amara familiaris* konnten im Juni auf den Flächen nachgewiesen werden. Aufgrund der geringen Individuenzahlen des Jahres 1993 ist der Kurvenverlauf hier besonders flach, zeigt aber trotzdem den Trend zum Frühjahrsbrüter (Abbildung 37).

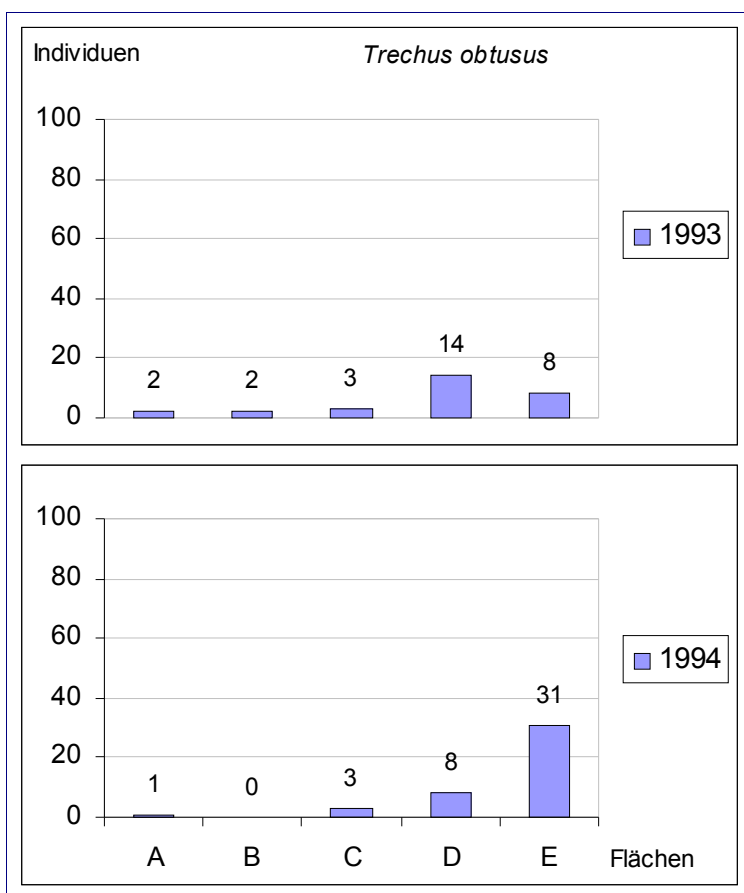
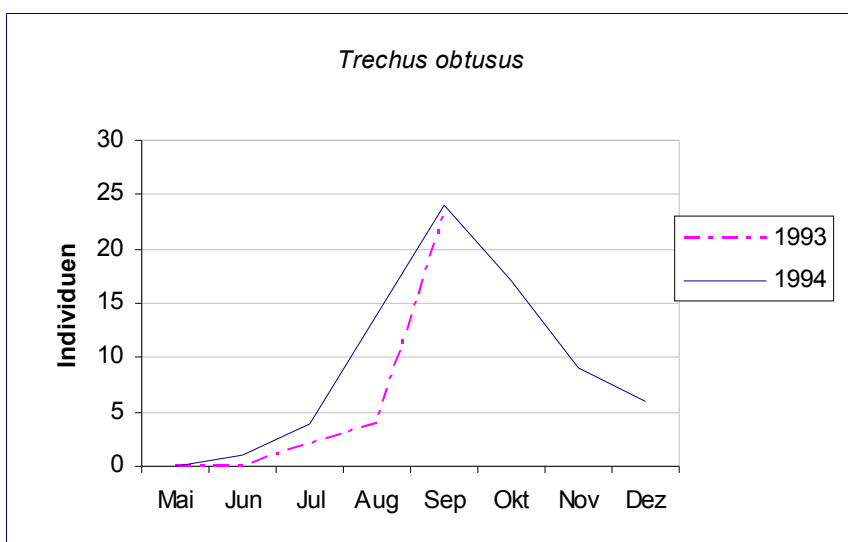
4.2.15. *Trechus obtusus* (Er., 1837)

Abbildung 38: Individuenzahlen auf den einzelnen Flächen.

*Trechus obtusus* wurde mit insgesamt 72 Individuen im Vergleichszeitraum nachgewiesen. 1993 wurden auf der Fläche D 14 Individuen und auf Fläche E 8 Individuen gefangen. Die Flächen A und B wiesen 2 und die Fläche C 3 Individuen auf.

1994 zeigt sich ein ähnlicher Trend, wobei auf der Fläche E mit 31 Individuen deutlich mehr Tiere gefangen wurden, als auf allen anderen Flächen zusammen (Abbildung 38). Das größte Vorkommen zeigt sich also in  $\frac{1}{4}$ - bzw. Hochstammanlagen mit relativ viel Schatten und einem feuchteren Klima.

Abbildung 39: Jahreszeitliches Auftreten von *Trechus obtusus*.

Die meisten Individuen von *Trechus obtusus* finden sich in beiden Untersuchungs-jahren im September. 1993 erscheint die Art zuerst im Juni, im Jahr 1994 bereits im Mai (Abbildung 39). Die hier untersuchten Populationen können aufgrund des jahreszeitlichen Auftretens zu den Herbstbrütern gezählt werden.



### 4.3. Flügeldimorphismus bei *Trechus obtusus* (Er., 1837)

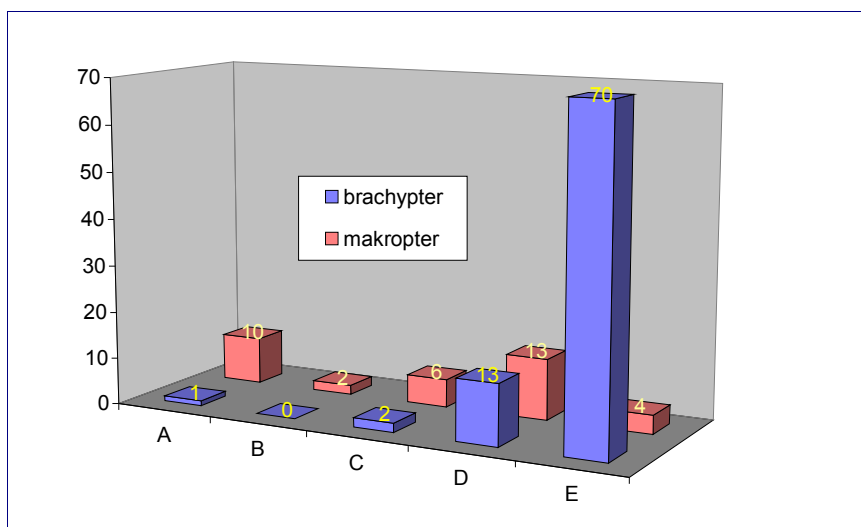


Abbildung 40: Flügelausbildung bei *Trechus obtusus* auf den Untersuchungsflächen.

Es wurden die unterschiedlichen Flügelausprägungen der dimorphen Art *Trechus obtusus* bei allen gefangenen Tieren untersucht. Abbildung 40 zeigt die Verteilung der unterschiedlichen Flügelausbildungen auf den untersuchten Flächen. Es sind hier alle Individuen dargestellt, die über den gesamten Untersuchungs-

zeitraum (1993 bis 1995) gefangen wurden. Dabei zeigt sich eine Häufung der ungeflügelten Individuen auf der Fläche E. Schon auf der Fläche D ist ein leichter Anstieg der Anzahl ungeflügelter Individuen zu erkennen, die sich mit den voll beflügelten Individuen noch die Waage halten.

Die Flächen A bis C wurden für einen  $\chi^2$ -Mehrfelder-Test zusammengefasst, der einen signifikanten Unterschied für diese Flächen ergab. Nach dem  $\chi^2$ -Test ist der Anteil brachypterer Individuen auf der Fläche E am höchsten (Flächen A-C und E:  $\chi^2 = 58,66$   $p < 0,01$ ; Fläche D und E:  $\chi^2 = 26,85$   $p < 0,01$ ; Flächen A-C und D:  $\chi^2 = 6,46$   $p < 0,05$ ).

Die Verteilung der brachypteren und makropteren Individuen von *Trechus obtusus* auf den Flächen über den gesamten Untersuchungszeitraum ist in Tabelle 13 wiedergegeben.

Tabelle 13: Verteilung der brachypteren und makropteren Individuen von *Trechus obtusus* auf den Flächen über den gesamten Untersuchungszeitraum.

Fläche Fallenleerung	brachypter					makropter					Summen
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	
17.05.1993											0
15.06.1993											0
29.07.1993			1		1						2
22.08.1993				3	1						4
18.09.1993			1	4	6	2	2	1	7		23
13.05.1994											0
14.06.1994					1						1
12.07.1994					4						4
16.08.1994				2	7	1			4		14
22.09.1994				1	16			3	1	3	24
28.10.1994					10	4		2	1		17
30.11.1994	1			2	3	3					9
29.12.1994				1	5						6
05.02.1995					16					1	17
06.03.1995											0
08.04.1995											0
<b>Summe:</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>13</b>	<b>70</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>13</b>	<b>4</b>	<b>121</b>

#### 4.4. Aktivitätsabundanzen

##### 4.4.1. Dominanzklassifizierung

Das Ergebnis der Berechnung der Aktivitätsdominanzen ist in Tabelle 14 wiedergegeben. Demnach sind 81,6% aller Individuen den Hauptarten und 18,4% den Nebenarten zuzuordnen.

Bei den Hauptarten ist die 1. Klasse (eudominante Arten) nicht besetzt. In der 2. Klasse (dominante Arten) finden sich mit *Pterostichus melanarius* (25,2%), *Nebria brevicollis* (21,31%) und *Patrobus atrorufus* (12,9%) drei Arten. In der 3. Klasse (subdominante Arten) finden sich 4 Arten mit 3,6 bis 9% Gesamtdominanz wieder. Bei den Nebenarten finden sich 6 rezendente Arten (8,98%), 11 subrezendente (7,08%) und 28 sporadisch auftretende Arten (2,29%) wieder. Unter den Hauptarten finden sich  $\frac{1}{7}$  aller nachgewiesenen Arten.

Tabelle 14: Aktivitätsdominanzen nach der Gesamtdominanz absteigend sortiert

Fallen	AB	AG	BB	BG	CB	CG	DB	DG	E	Gesamtdominanz		
<b>Hauptarten</b>												
<i>Pterostichus melanarius</i>	2,19	4,19	0,64	0,41	1,49	1,25	2,88	3,79	8,38	25,23	<b>dominant</b>	
<i>Nebria brevicollis</i>	6,73	2,28	2,70	0,90	3,55	2,07	2,00	0,86	0,21	21,31		
<i>Patrobus atrorufus</i>	0,83	0,64	1,32	0,24	0,90	0,79	2,14	1,02	5,01	12,89		
<i>Notiophilus biguttatus</i>	4,04	1,15	1,02	0,11	1,00	0,29	0,79	0,19	0,47	9,05	<b>subdominant</b>	
<i>Pterostichus strenuus</i>	0,82	1,55	0,24	0,17	0,19	0,16	0,91	0,31	0,60	4,94		
<i>Clivina fossor</i>	0,37	0,35	0,06	0,08	0,09	0,17	1,59	1,29	0,61	4,59		
<i>Loricera pilicornis</i>	0,47	0,52	0,53	0,67	0,29	0,18	0,27	0,34	0,38	3,64		
<b>Nebenarten</b>												
<i>Bembidion properans</i>	0,04	0,08	0,04	0,09	0,32	0,71	0,23	1,00	0,10	2,62	<b>rezendent</b>	
<i>Pterostichus niger</i>	0,06	0,13	0,17	0,02	0,01	0,01	0,01	-	1,37	1,78		
<i>Trechus obtusus</i>	0,09	0,03	0,02	-	0,04	0,04	0,21	0,08	0,82	1,34		
<i>Trechus quadristriatus</i>	0,09	0,10	0,18	-	0,10	0,11	0,42	0,10	0,07	1,16		
<i>Asaphidion flavipes</i>	0,02	-	-	-	0,85	0,18	0,01	-	0,01	1,08		
<i>Amara similata</i>	0,74	0,03	-	-	0,06	0,02	0,07	0,08	-	1,00		
<i>Harpalus rufipes</i>	0,04	-	0,39	0,10	0,06	0,07	0,09	0,14	-	0,89	<b>subrezendent</b>	
<i>Amara familiaris</i>	0,02	0,04	0,04	-	0,50	0,07	0,06	0,14	-	0,88		
<i>Bembidion lampros</i>	-	0,02	0,01	0,02	0,11	0,09	0,17	0,40	0,01	0,83		
<i>Anchomenus dorsalis</i>	0,01	-	-	-	0,57	0,06	0,16	0,02	0,02	0,83		
<i>Agonum mülleri</i>	0,03	0,01	0,08	0,03	0,04	0,04	0,07	0,41	-	0,72		
<i>Synuchus vivalis</i>	-	-	0,55	0,01	0,01	0,01	0,01	-	0,03	0,63		
<i>Amara aenea</i>	-	-	-	-	0,17	0,09	0,09	0,17	0,01	0,52		
<i>Harpalus affinis</i>	0,03	-	0,06	0,03	0,18	0,11	0,07	0,02	-	0,50		
<i>Anisodactylus binotatus</i>	0,03	0,02	0,07	0,01	0,08	0,06	0,08	0,06	0,09	0,49		
<i>Trechoblemus micros</i>	0,06	0,02	0,07	0,08	0,03	0,03	0,09	0,04	0,01	0,43		
<i>Poecilus versicolor</i>	0,03	-	0,01	-	0,03	0,02	0,04	0,22	-	0,37		
<b>Nebenarten</b>												
<i>Amara lunicollis</i>	0,01	0,03	-	-	0,08	-	0,04	0,06	-	0,22		<b>sporadisch</b>
<i>Bembidion tetracolum</i>	0,08	0,02	-	-	0,02	-	0,01	0,04	0,01	0,19		
<i>Epaphius secalis</i>	0,01	-	-	-	-	-	0,04	-	0,13	0,19		
<i>Pterostichus vernalis</i>	0,01	-	0,03	0,01	0,02	-	0,06	0,03	0,02	0,19		
<i>Amara communis</i>	0,03	-	-	-	0,07	-	0,04	0,04	-	0,19		
<i>Leistus terminatus</i>	0,01	0,01	-	-	0,01	-	0,01	-	0,10	0,14		
<i>Badister sodalis</i>	0,01	-	-	-	-	-	0,06	-	0,06	0,12		
<i>Amara bifrons</i>	0,01	-	-	-	0,04	0,01	0,01	0,03	-	0,11		
<i>Calathus melanocephalus</i>	-	0,01	-	0,01	0,08	-	-	-	-	0,10		
<i>Carabus nemoralis</i>	-	-	0,01	-	-	-	-	-	0,09	0,10		
<i>Stomis pumicatus</i>	0,01	-	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	-	0,01	0,10		
<i>Badister bullatus</i>	0,01	-	-	-	0,01	-	0,07	0,01	-	0,10		
<i>Pterostichus minor</i>	0,01	-	0,03	-	-	0,01	0,02	0,01	0,01	0,10		
<i>Harpalus latus</i>	-	-	0,02	-	0,01	0,01	0,02	-	-	0,07		
<i>Acupalpus meridianus</i>	-	-	-	0,02	-	-	0,02	0,01	-	0,06		
<i>Blemus discus</i>	0,04	-	-	-	-	-	0,01	-	-	0,06		
<i>Amara tibialis</i>	0,01	-	-	0,02	0,01	-	-	-	-	0,04		
<i>Badister lacertatus</i>	-	-	-	-	0,02	-	0,01	-	-	0,03		
<i>Amara plebeja</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,03	-	0,03		
<i>Carabus coriaceus</i>	-	-	0,01	-	-	-	-	-	0,01	0,02		
<i>Acupalpus dorsalis</i>	-	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-	0,02		
<i>Pterostichus nigrata</i>	-	-	0,02	-	-	-	-	-	-	0,02		
<i>Agonum piceum</i>	-	-	-	0,02	-	-	-	-	-	0,02		
<i>Ophonus rufibarbis</i>	-	-	-	-	0,01	-	-	-	0,01	0,02		
<i>Carabus granulatus</i>	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-	0,01		
<i>Bembidion guttula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	0,01		
<i>Philorhizus sigma</i>	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01		
<i>Pterostichus diligens</i>	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-	0,01		

#### 4.4.2. Diversität

##### 4.4.2.1. SHANNON-WIENER-Index und Eveness

Insgesamt lag der SHANNON-WIENER-Index 1993 zwischen 1,39 und 2,59 und 1994 zwischen 1,79 und 2,49.

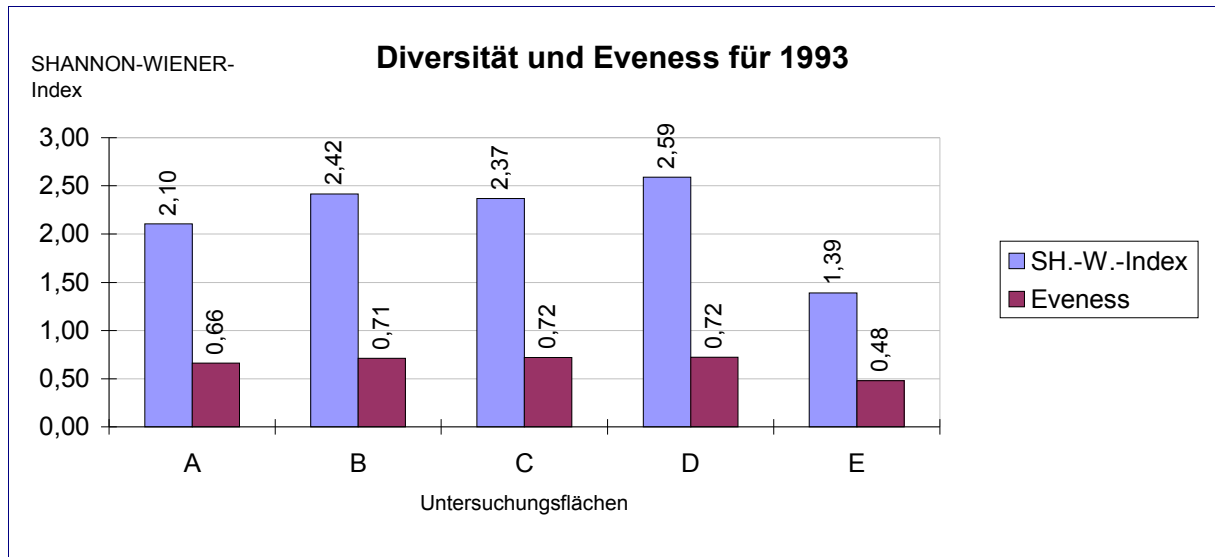


Abbildung 41: SHANNON-WIENER-Index, Eveness und Varianz für das Untersuchungsjahr 1993.

Die Fläche E wies im Jahr 1993 mit einem Index von 1,39 und im Jahr 1994 mit 1,75 die geringste Diversität auf. Die höchste Diversität konnte 1993 auf der Fläche D mit einem Index von 2,59 ermittelt werden und 1994 auf der Fläche C mit einem Index von 2,49.

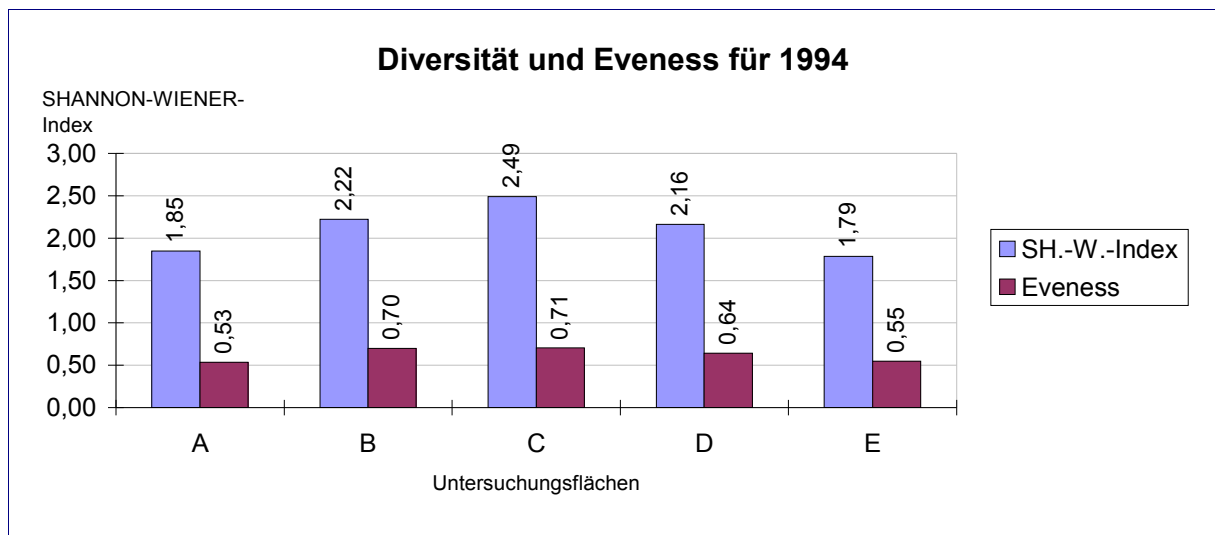


Abbildung 42: SHANNON-WIENER-Index und Eveness für das Untersuchungsjahr 1994.

Die Eveness lag 1993 zwischen 0,48 auf der Fläche E und 0,72 auf den Flächen C und D. 1994 erreichte sie Werte zwischen 0,53 auf der Fläche A und 0,71 auf der Fläche C.

#### 4.4.2.2. SIMPSON-Index

Der SIMPSON-Index, hier in der Form  $1/D$  dargestellt, ergab für das Jahr 1993 auf der Fläche A mit 4.689 den höchsten Wert und nahm kontinuierlich ab, bis zur Fläche E mit 518, die den geringsten Wert aufweist (Abbildung 43).

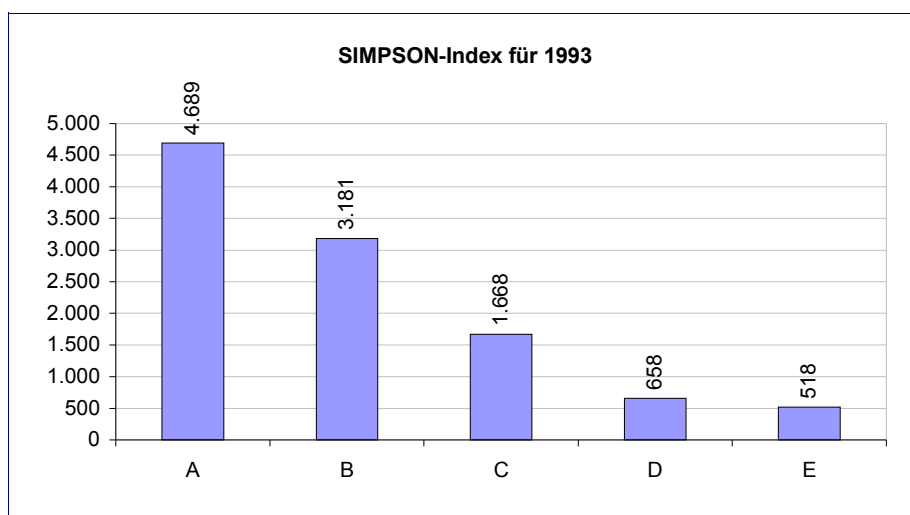


Abbildung 43: SIMPSON-Index für das Untersuchungsjahr 1993.

1994 liegt der Index für die Fläche A nur bei 109 und markiert gleichzeitig den niedrigsten Wert. Die Flächen B bis E zeigen einen ähnlichen Index wie 1993, nur fallen die Indizes insgesamt niedriger aus (Abbildung 44).

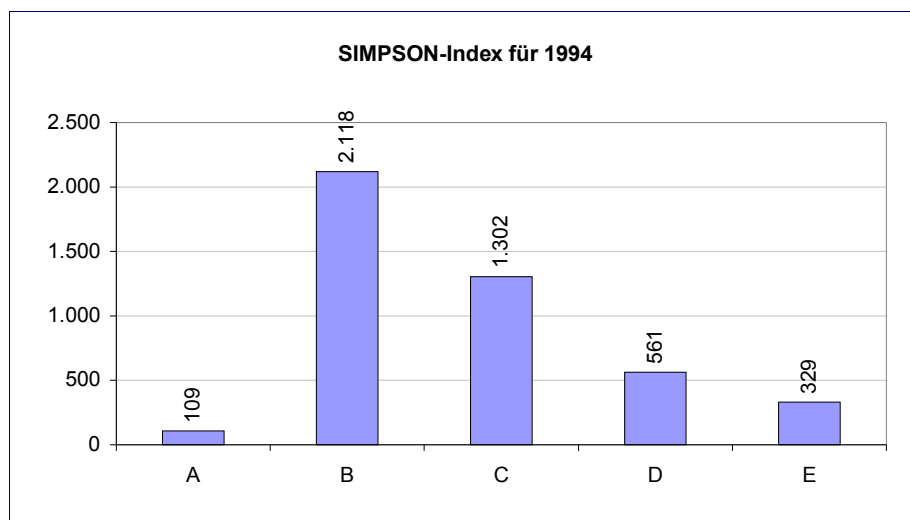


Abbildung 44: SIMPSON-Index für das Untersuchungsjahr 1994.

#### 4.4.3. Artidentität, Dominanzidentität und Ähnlichkeitsindex

Die Berechnung der Artidentität für die zwei Indizes nach JACCARD, SØRENSEN, sowie die Dominanzidentität nach RENKONEN und der Ähnlichkeitsindex nach WAINSTEIN sind in den Abbildungen 45 und 46 als Trellis-Diagramme dargestellt.

In der Abbildung 45a ist die Klasseneinteilung wiedergegeben, der zur besseren optischen Darstellung der Indizes, verschieden farbige und verschieden große Kreisflächen zugeordnet sind. Diese Symbole zeigen in der Mitte des Trellis-Diagramm die Klassifizierung der einzelnen Werte.

Die Artidentität nach JACCARD wird auch als Gemeinschaftskoeffizienten bezeichnet. Den höchsten Koeffizienten oder die größte Übereinstimmung im Arteninventar haben im Untersuchungsjahr 1993 das Flächenpaar A/C mit einem Wert von 75,86%. Das Flächenpaar C/D findet sich mit einem Index von 65,79% ebenfalls in der höchsten Klasse. Die niedrigsten Über-

einstimmungen im Arteninventar weisen die Vergleiche aller Flächen mit der Fläche E auf; hier liegt der Koeffizient zwischen 35,48% und 40,63%.

Die Artidentität nach SØRENSEN zeigt hier ein ähnliches Bild. Der Ähnlichkeitsquotient der Fläche E mit den anderen Flächen ist auch hier am geringsten; er liegt zwischen 52,38% und 57,78%. Auch der SØRENSEN-Quotient ermittelt die größte Ähnlichkeit zwischen den Flächen A und C mit einem Wert von gut 86%. Die berechneten Quotienten nach SØRENSEN sind höher als die Berechnungen nach JACCARD.

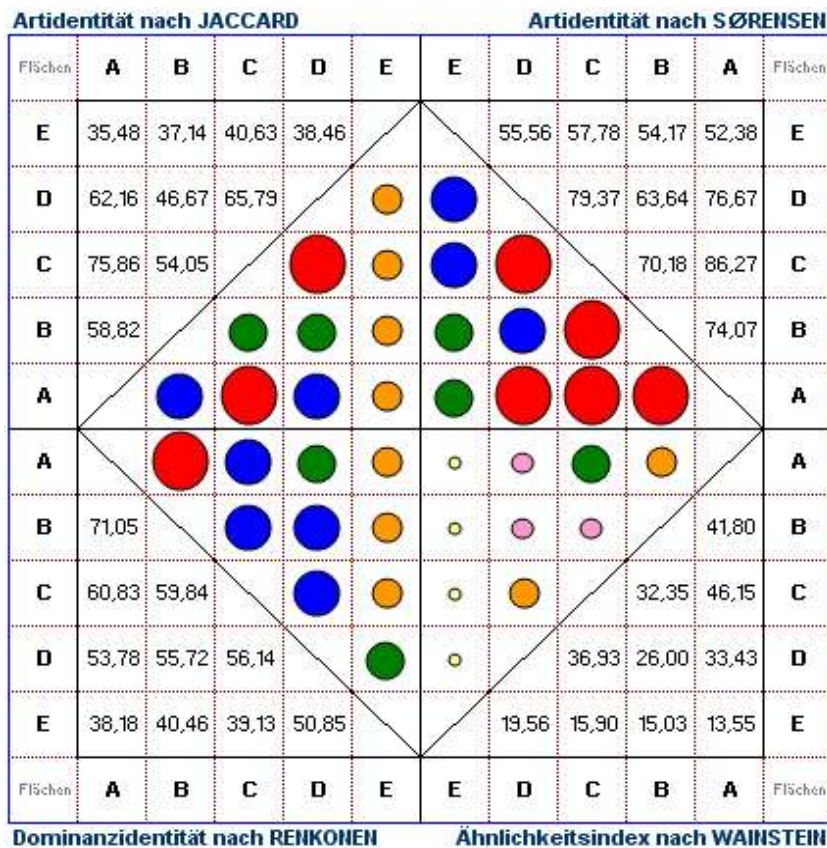


Abbildung 45: Trellis-Diagramm für das Untersuchungsjahr 1993.

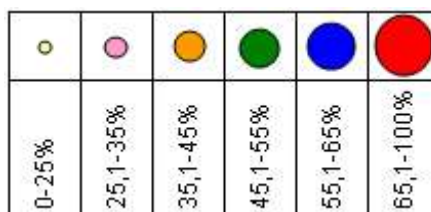


Abbildung 45a: Klassenaufteilung in 6 Klassen für die Faunenähnlichkeitsindizes.

Die **RENNKONEN**'sche Zahl als Maßzahl für die Übereinstimmung in den Dominanzverhältnissen von zwei Artengemeinschaften bestätigt die für die Artidentität ermittelten Werte bezüglich der Fläche E zu den übrigen Flächen. Auch hier finden sich mit 38% bis 51% die geringsten Übereinstimmungen. Die größte Übereinstimmung wurde mit einem Wert von 71% zwischen den Flächen A und B ermittelt. Auch der Ähnlichkeitsindex nach **WAINSTEIN** zeigt, dass die geringste Übereinstimmung zwischen der Fläche E und den übrigen Flächen besteht. Die größte Ähnlichkeit wird auch zwischen den Flächen A und C festgestellt.

Für das Untersuchungsjahr 1994 sehen die Werte ähnlich aus (Abbildung 46). Die größte Übereinstimmung im Arteninventar haben im Untersuchungsjahr 1994 das Flächenpaar C/D mit einem Wert von 75% gefolgt vom Flächenpaar A/C mit einem Wert von knapp 61%.

Die niedrigsten Übereinstimmungen im Arteninventar weisen auch 1994 die Vergleiche aller Flächen mit der Fläche E auf; hier liegt der Koeffizient zwischen 35% und knapp 45%.

Der Ähnlichkeitsquotient nach

**SØRENSEN** zeigt, dass das Flächenpaar C/D mit einem Wert von knapp 86% die größte Übereinstimmung im Arteninventar aufweist. Als weitere Flächen folgen das Paar A/C mit beinahe 76% und A/D mit 72%. Die geringste Übereinstimmung weist das Flächenpaar B/E mit 52% auf.

Das Flächenpaar B/E hat mit 35% auch die geringste Dominanzidentität. Die größte **RENNKONEN**'sche Zahl weist das Flächenpaar B/C mit einem Wert von knapp 75% auf.

Der Ähnlichkeitsindex nach **WAINSTEIN** zeigt, dass die geringste Übereinstimmung auch 1994 zwischen der Fläche E und den übrigen Flächen liegt, was hier aber nicht so ausgeprägt ist wie im Vorjahr. Die größte Ähnlichkeit wird auch zwischen den Flächen C und D festgestellt.

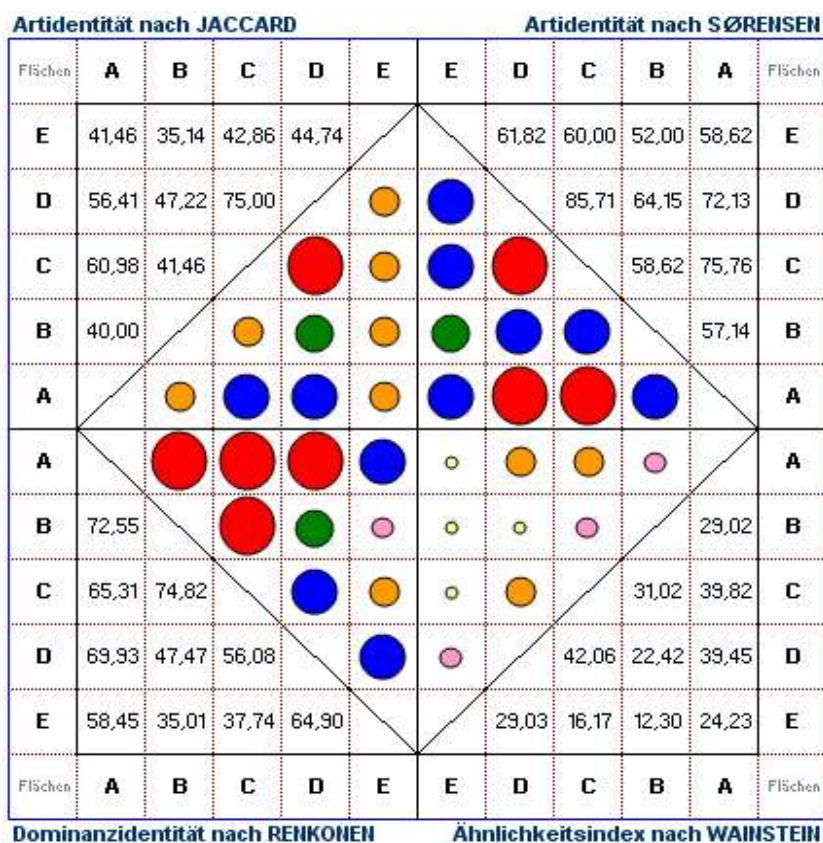


Abbildung 46: Trellis-Diagramm für das Untersuchungsjahr 1994.

#### 4.4.4. Rarefaction-Methode

##### 4.4.4.1. HURLBERT-Kurven zur Abschätzung der $\alpha$ -Diversität

Die Abbildungen 47-50 zeigen die Ergebnisse der nach der Rarefaction-Methode berechneten HURLBERT-Kurven für den Zeitraum von 1993 bis 1994.

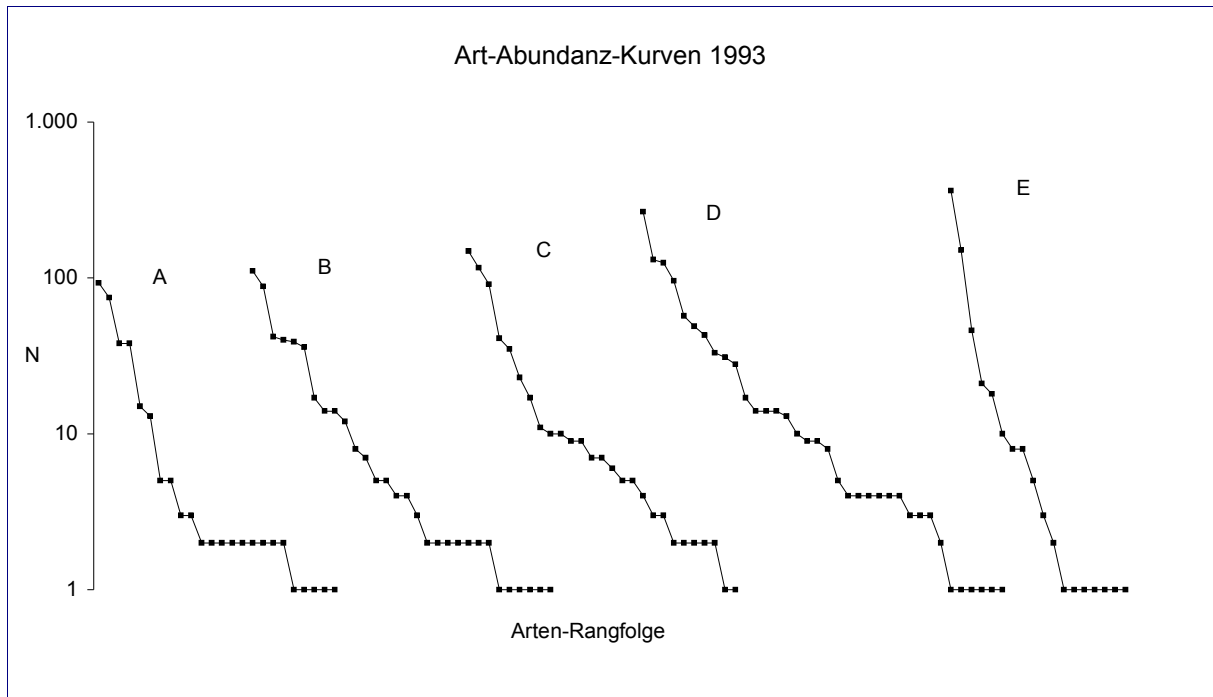


Abbildung 47: Art-Abundanz-Kurven für 1993.

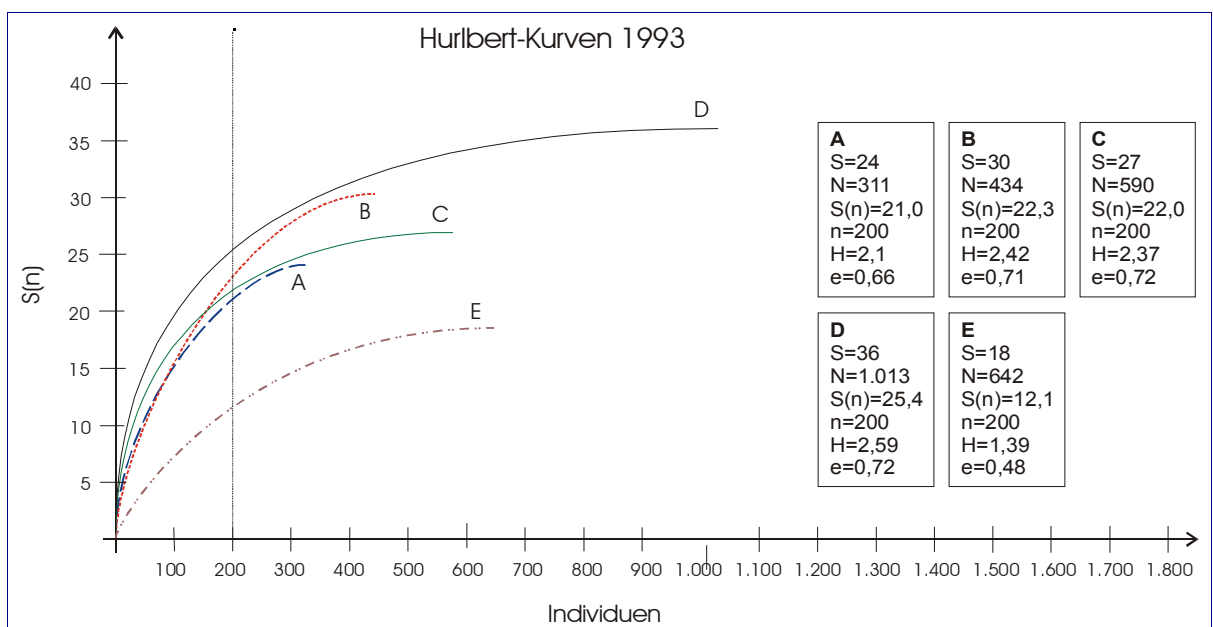


Abbildung 48: HURLBERT-Kurven für 1994.  $S$  = Artenzahl,  $N$  = Individuenzahl,  $S(n)$  = Rarefactionwert nach HURLBERT,  $n$  = standardisierte Probengröße,  $H$  = SHANNON-WIENER-Index,  $e$  = Eveness.

1993 wies die Fläche D mit 25,4 den höchsten und die Fläche E mit 12,1 den geringsten Wert für die Rarefaction-Methode auf, berechnet nach der Formel von HURLBERT.



Auch 1994 wies die Fläche A mit 13,5 den geringsten Wert für die Rarefaction-Methode auf. Den höchsten Wert wies die Fläche C auf, die annähernd den Wert der Fläche D des Jahres 1993 erreichte. Insgesamt liegen die Rarefaction-Werte im Jahre 1994 unter denen des Vorjahres.

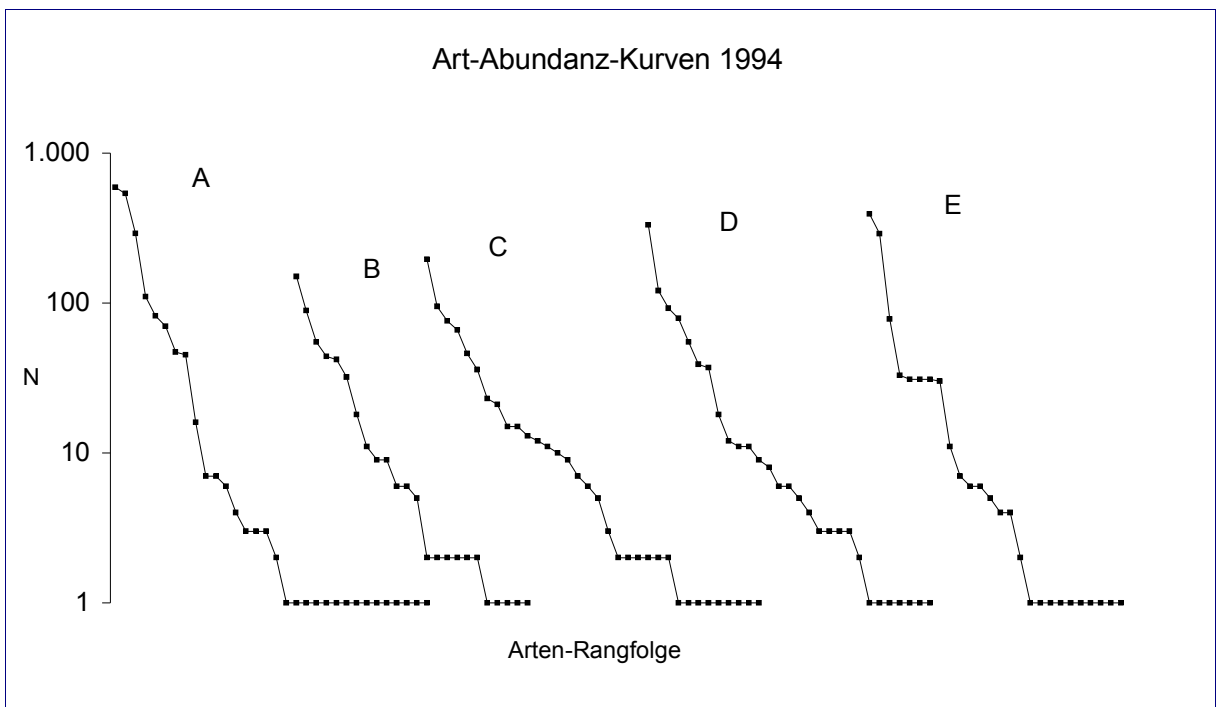


Abbildung 49: Art-Abundanz-Kurven für 1994

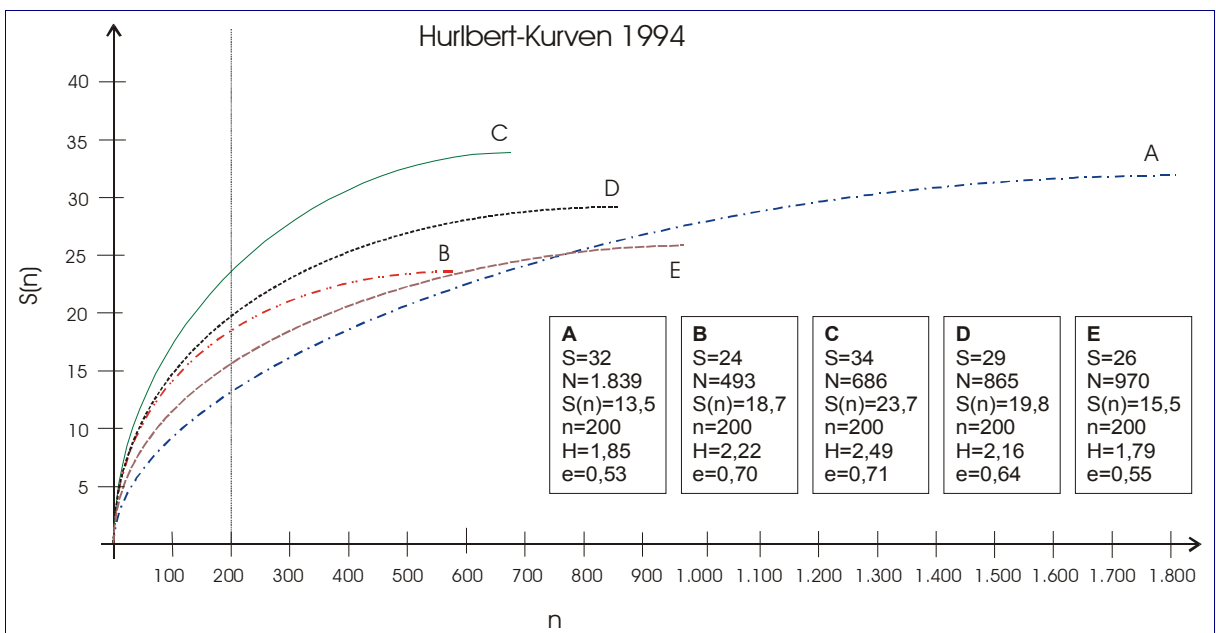


Abbildung 50: HURLBERT-Kurven für 1994.  $S$  = Artenzahl,  $N$  = Individuenzahl,  $S(n)$  = Rarefactionwert nach HURLBERT,  $n$  = standardisierte Probengröße,  $H$  = SHANNON-WIENER-Index,  $e$  = Eveness.

#### 4.4.4.2. SHINOZAKI-Kurven zur Abschätzung der $\beta$ -Diversität

Aufgrund unterschiedlicher Fallenzahlen in den einzelnen Untersuchungsflächen, wurde mittels der Rarefaction-Methode nach SHINOZAKI eine vergleichende Interpretation möglich.

Die Abbildung 51 zeigt die SHINOZAKI-Kurven für das Untersuchungsjahr 1993. Die Kurven weisen einen durchweg mittleren Steigungswinkel auf, zeigen also weitverbreitete und häufige Arten. Es wurden die berechneten Artenzahlen  $S(q)$  gegen die Anzahl Fallen, die auf den einzelnen Flächen über das Jahr ausgebracht wurden, aufgetragen. Den steilsten Kurvenverlauf beschreiben die Werte der Fläche D mit 36 Arten. Den flachsten Kurvenverlauf weisen die Werte der Fläche A mit 24 Arten auf, die damit die geringste Artenakkumulation für dieses Jahr besitzt. Die Kurve für die Fläche C erreicht fast ihr Maximum, so dass eine Erhöhung der Fallenzahlen nur noch einen geringen Zuwachs an Arten bewirkt hätte. Die Fläche E, auf der nur fünf Fallen ausgebracht waren, weist einen ähnlichen Kurvenverlauf wie die Fangstelle A auf.

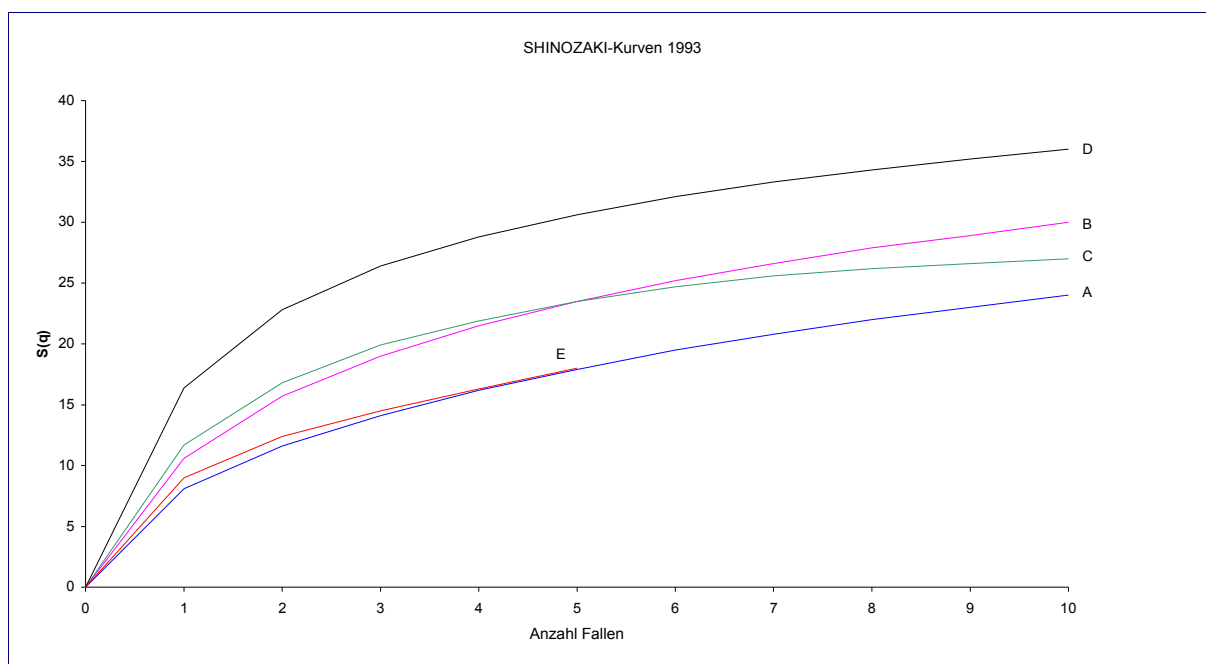


Abbildung 51: SHINOZAKI-Kurven für die fünf Untersuchungsflächen (A-E).

Die Abbildung 52 zeigt die SHINOZAKI-Kurven für das Untersuchungsjahr 1994. Die Kurven weisen ebenfalls einen durchweg mittleren Steigungswinkel auf. Den steilsten Kurvenverlauf beschreiben die Werte der Fläche C mit 34 Arten und den flachsten Kurvenverlauf weisen die Werte der Fläche B mit 24 Arten auf, die damit die geringste Artenakkumulation für dieses Jahr besitzt.

Die Fläche E zeigt gegenüber dem Jahr 1993 einen steileren Kurvenverlauf und die Kurve nähert sich hier weniger einen asymptotischen Wert als im Vorjahr. Die Zahl der nachgewiesenen Arten (Endpunkt der Kurve) ist mit 26 um 8 Arten höher als im Jahr 1993.

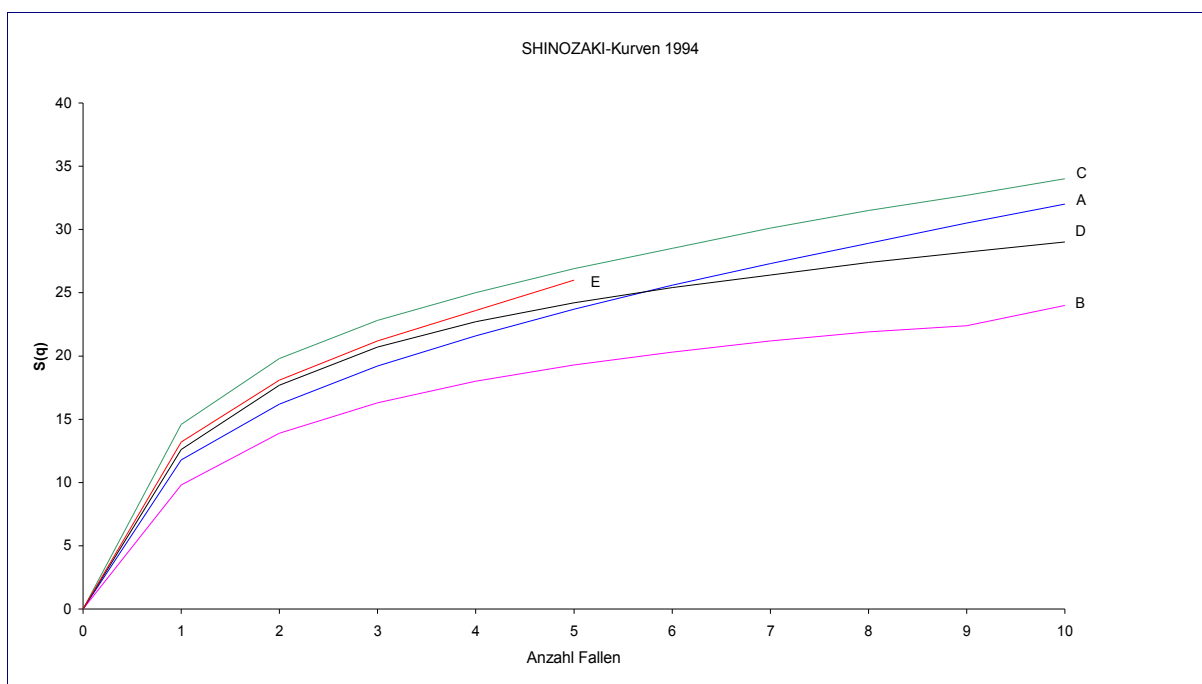


Abbildung 52: SHINOZAKI-Kurven für die fünf Untersuchungsflächen (A-E).

## 5. Diskussion

### 5.1. Intensivierung in der Landwirtschaft

Seit Anfang des 20. Jahrhunderts hat eine Intensivierung der Landwirtschaft eingesetzt, die sich bis heute fortsetzt. Dabei lassen sich drei größere Ereignisse als Motor dieses Prozesses erkennen:

- Erfindung des Haber-Bosch-Verfahrens (1908/1912) zur Ammoniak-Synthese,
- Mechanisierung der Landwirtschaft ab Mitte des 20. Jahrhunderts und
- Erfindung der Wachstumsregler und chemischer Pflanzenschutzmittel für den Getreideanbau.

Das Haber-Bosch-Verfahren (1905-1910) dient der synthetischen Herstellung von Ammoniak, welcher die Grundlage für die Herstellung von Stickstoffdünger ist. Die industrielle Produktion begann 1959/60 (CHRISTEN, 1974). Damit wurden die Landwirte unabhängig von der organischen Düngerproduktion durch das eigene Vieh. Es konnten nun auch Flächen beackert werden, deren Böden mager waren und es konnten die Flächen häufiger nacheinander mit der gleichen Frucht bepflanzt werden. Durch den erhöhten Einsatz von mineralischen und chemischen Düngemitteln konnten auf der gleichen Fläche höhere Erträge erwirtschaftet werden. Auch die angebauten Kulturen verändern sich. Es werden statt Flachs, Dinkel und einer Vielzahl anderer Ackerfrüchte wie Leguminosen, Hackfrüchte und Bohnen ganz überwiegend Mais, Raps und hochgezüchtete Getreidesorten angebaut. Dabei werden die achtjährigen Fruchtfolgen auf drei reduziert. Böden, die bisher nur extensiv bewirtschaftet werden konnten, werden nun intensiv beackert, die klassischen Fruchtfolgen mit Brachestadium werden zugunsten von Monokulturen aufgegeben. Die traditionelle, über Jahrhunderte betriebene Landwirtschaft mit geringem Nährstoffeinsatz, abwechslungsreicher Fruchtfolge, Rotationsbrache sowie der extensiven Nutzung besonders des Grünlandes wurde damit hinfällig (HOLZ & RABIOUS, 1993).

Mitte des 20. Jahrhunderts begann die Mechanisierung der Landwirtschaft. Leistungsstarke Maschinen ermöglichten und förderten die Bewirtschaftung großer homogener Flächen. Es wurde fortan eine technologische Standortverbesserung angestrebt, die eine Beseitigung von „Störelementen“ wie Feldrainen, Hecken, Feldgehölzen und Söllen zur Folge hatten, um einen effektiven Einsatz der großen Maschinen zu bewirken und Arbeitskosten einzusparen (MUNZERT & HÜFFMEIER, 1998). Dazu kamen flächendeckende Entwässerungsmaßnahmen, die Gräben überflüssig machten. Zwar gab es auch im 19. Jahrhundert schon Entwässerungssysteme aus Tonröhren, das Verlegen von neuartigen Kunststoffröhren war erst jetzt mit Maschinenkraft großflächig und kostengünstig möglich. Eine umfangreiche Bodenreform mit Flurbereinigungen folgte in den 60er und 70er Jahren, die das Zusammenlegen von bäuerlichen Kleinanbauflächen (durch Erbschaft meist weit verstreut), die durch Hecken, Gräben oder Ackerrandstreifen voneinander getrennt waren, zu großen industriemäßig, bewirtschaftbaren Großschlägen ermöglichte (HOLZ & RABIOUS, 1993). Die größeren Maschinen bewirkten aber auch eine höhere Bodenverdichtung, die zu Staunässe führt und damit einer Verschlechterung

des Bodens. Um diese Nachteile auszugleichen, wurden zunächst die Umbruchtiefen beim Pflügen von 15 cm auf 30 cm erhöht (BASEDOW, 1987). Zusätzlich wird mit besonderer Bereifung der Maschinen (Zwillings- bzw. Drillingsbereifung mit geringem Reifendruck) der Verdichtung entgegen gewirkt (HANSEN mdl. Mitt.). Durch diese großflächigen Landschaftsveränderungen ist mancherorts ein Absinken des Grundwasserspiegels zu verzeichnen und die großen Ackerflächen begünstigen je nach Standort die Erosion durch Wasser oder Wind (HOLZ & RABUS, 1993).

Die dritte Welle der Intensivierung entstand durch die Erfindung der Wachstumsregler und der chemischen Pflanzenschutzmittel im Getreideanbau. Zu dicht gepflanzte Bestände und zu hohe Stickstoffversorgung führen zu weichen Getreidehalmen, verbunden mit einem hohen Infektionsdruck durch Pilze. Windiges Wetter mit starken Niederschlägen führt dann dazu, dass die Halme über größere Flächen hinweg umknicken. Die Wachstumsregler oder Halmverkürzer verhindern diesen Effekt ebenso wie ein starkes Längenwachstum des Getreides bei hohen Stickstoffgaben und verbessern somit die Standfestigkeit des Getreides und führen damit zu einer Ertragssteigerung. Die Mittel an sich bewirken eine leichte Ertragsminderung, was durch erhöhte Stickstoff-Düngung ausgeglichen werden kann. Der Einsatz dieser Mittel ermöglichte erst die Gaben großer Mengen an Mineraldüngern (HANSEN mdl. Mitt.). Zu diesen Wachstumsreglern kommen weitere chemische Pflanzenschutzmittel wie Herbizide, Fungizide und Insektizide. In einer Vegetationsperiode werden auf einem konventionellem Winterweizenfeld etwa neun chemische Präparate verwendet (JÜDES et al., 1988). Mit diesen Pflanzenschutzmaßnahmen einher gehen Pflanzenzüchtungen, die auf diese Substanzen abgestimmt sind. In den letzten Jahrzehnten führte dieser Ansatz der Intensivierung im Pflanzenbau zur Entwicklung gentechnisch modifizierter Pflanzen. Das Ziel ist vor allem die Resistenz gegen Schädlinge oder die Unempfindlichkeit gegen Pflanzenschutzmittel, so dass diese Mittel freier zum Einsatz kommen können (MUNZERT & HÜFFMEIER, 1998). Die „grüne Gentechnik“ wird in der Zukunft die vierte Welle der Intensivierung in der Landwirtschaft werden.

## 5.2. Intensivierung des Obstanbaus

Auch bei Sonderkulturen, wie dem Obstanbau hält der Intensivierungstrend seit Jahren an (TAMKE, 1984; HAUSCHILDT, 1988). Nach MARTENS et al. (1986) finden tiefgreifende ökologische Veränderungen der Obstanbaugebiete seit den 1950er Jahren in der Süderelbmarsch statt. Die Intensivierung im Obstanbau äußert sich durch die Wahl kleinerer Obstbaumsorten, die dichter gepflanzt werden, eine geringe Wuchshöhe aufweisen, aber auch empfindlich auf Wurzelkonkurrenz durch Gräser und Kräuter reagieren. Diese Bäume bringen wesentlich höhere Erträge an Tafelobst mit hoher Qualität als die älteren Hochstammsorten und kommen schneller in die Hohertragsphase. Auch sind die kleinen Bäume leichter zu beernten, da nicht mehr mit Leitern gearbeitet werden muss. Die kleinen Bäume benötigen eine wesentlich intensivere Pflege, insbesondere ist der Einsatz von Spritzmitteln erforderlich und ein häufigeres Befahren der Anbauflächen nötig. Die Bäume reagieren empfindlich auf Wurzel-

konkurrenz. Deshalb werden besonders zur Blüte- und Fruchtreifezeit die Baumstreifen durch Herbizide von Unterbewuchs frei gehalten. Die Fahrstreifen zwischen den Bäumen werden mehrfach (bis zu fünf mal) pro Jahr gemulcht, um eine gute Befahrbarkeit zu gewährleisten. Schadinsekten werden mittels Insektiziden dezimiert und Pilze wie z.B. der Apfelschorf (*Venturia inaequalis*) durch Spritzungen mit Kupfer- und Schwefellösungen bekämpft. Zur Stärkung der Bäume werden mineralische Dünger eingesetzt (AUGUSTIN, QUAST, GERTZ mdl. Mitt.).

Um möglichst günstig von allen Seiten mit Maschinen an die Bäume heranfahren zu können, werden die Gräben, die früher charakteristisch für das Alte Land waren und der Entwässerung und dem Frostschutz dienten, verfüllt. Die Funktion der Entwässerung wird durch Dränagen übernommen und der Frostschutz durch Beregnungsanlagen. Andere Gräben verlanden durch zu hohe Düngergaben (auf so wieso nährstoffreichen Marschböden) und durch mangelnde Grabenpflege (MARTENS, 1986). Das Legen von Dränagen und das Verfüllen der Gräben in den Obstanbauflächen hat auch zur Folge, dass die Böden trockener werden. Die Vielfalt der extensiv genutzten Gräben und Grabenränder geht verloren (THURICH, 1993).

Die Intensivierung im Obstbau erfolgt auch durch eine Vereinheitlichung der Produktion, Auslagerung der Vermarktung und Spezialisierung auf wenige Kulturen und eine geringe Sortenanzahl. So gibt es auf den meisten Betrieben im Alten Land keine Viehhaltung und der Anbau beschränkt sich größtenteils auf Apfelmulturen mit einer Handvoll Sorten (KLEIN, 2004).

Die flächendeckende Nutzungsintensivierung über beinahe die gesamte Obstanbaufläche des Alten Landes (9.000 ha Baumobst) hat gravierende Auswirkungen auf die Tierbestände (KAULE, 1984; HOFMANN, 1994; KOSCHKE, 1994; REIMERS, 1994; STRELOH, 1994; THURICH, 1994).

### 5.3. „Wiedereinführung“ des ökologischen Obstbaus

Bereits in den sechziger Jahren, also der Hochzeit des Obstanbaus im Alten Land, stellten die ersten Betriebe ihre Produktion auf eine biologisch-dynamische Wirtschaftsweise (nach Demeter-Richtlinien) um (THIEMANN mdl. Mitt.). Dieser zunächst ideologischen Umstellung folgte Anfang der neunziger Jahre eine Umstellung aufgrund wirtschaftlicher bzw. gesundheitlicher Gründe (AUGUSTIN, PILARCZYK mdl. Mitt.). Die Bauern erhofften sich eine bessere Absatzmöglichkeit für ihre Äpfel, wenn sie diese als hochwertiges, ökologisch produziertes Tafelobst anbieten können. Diese Hoffnungen haben sich mit dem allgemeinen Trend zu Beginn der neunziger Jahre hin zu Ökoprodukten auch erfüllt. Seit 1993 wurden weitere Betriebe auf eine ökologische Bewirtschaftung umgestellt, viele davon nach den Richtlinien des Demeter-Verbandes (GERTZ mdl. Mitt.).

Die Hauptgründe für ökologische Veränderungen in den Obstanbaugebieten des Alten Landes sah MARTENS (1986) in der Beeinträchtigung des gewachsenen Systems aus Gräben und Obstkulturen durch den intensiven Einsatz von Pestiziden, kenntlich u.a. am Fehlen von Wassermilben und Heuschreckenarten (u.a. Eichenschrecke (*Meconema thalassium*)). Diesen Veränderungen wollte die

„Ökobewegung“ entgegengetreten und suchte alternative Lösungen für den Obstanbau. So sind hier keine chemischen Pflanzenschutzmittel und leichtlösliche Mineraldünger erlaubt. Die Wurzelkonkurrenten unter den kleinen Obstbäumen, die auch im ökologischen Obstanbau angepflanzt werden, werden mechanisch entfernt (SCHULZ, 1993; PALLUTT, 2000). Zur Bekämpfung von Schadinsekten wie der Apfelsägewespe (*Hoplocampa testudinea*) und dem Apfelwickler (*Cydia pomonella*) werden Pheromonfallen oder die Verwirrmethode (Pheromondisponder werden flächendeckend ausgebracht) eingesetzt oder es werden Pflanzenextrakte gespritzt. Gegen Blattläuse werden Schlupfwespen ausgesetzt oder Pflanzenjauchen gespritzt (SCHULZ, 1993). Auch im ökologischen Obstbau werden Kupfer und Schwefel gegen Pilzerkrankungen der Bäume verwendet. Der Trend geht aber langfristig zum Einsatz schorf- und feuerbrandresistenter Sorten, deren Vermarktung jedoch zum Teil noch ein Problem darstellt, da gängige Sorten durch den Verbraucher nachgefragt werden (KIENZLE mdl. Mitt.; SCHULZ, 1993). Im alternativen Anbau wird sehr intensiv auf möglichst gesunde Bäume geachtet, und um diese zu erhalten, wird der Standort möglichst optimal vorbereitet. Nach einer Rodung alter Obstbäume kann die Fläche drei Jahre als Brache ruhen, bevor neue Bäume gepflanzt werden (KIENZLE, 1993). Die Bäume werden optimal geschnitten, damit sie nach einem Regenschauer schnell abtrocknen und so einem geringeren Schorfdruck ausgeliefert sind (AUGUSTIN mdl. Mitt.). Auch eine extensivere Bewirtschaftung nach dem alten gewachsenen System wird praktiziert (MIERWALD, 2003). Hier kommen größere Bäume zum Einsatz, die nicht so sensibel auf Wurzelkonkurrenz reagieren. Dadurch muss die Anlage nicht so häufig befahren werden. Die geringere Ernte an hochwertigem Tafelobst wird durch eine größere Bewirtschaftungsfläche kompensiert (HEINRICH mdl. Mitt.). Eine Einsaat von Blütenpflanzen in den Fahrgassen oder in Randbereichen der Anlagen, um die Nützlinge zu fördern, wird teilweise praktiziert (KIENZLE, 1993).

#### **5.4. Auswirkungen der landwirtschaftlichen Intensivierung auf die Laufkäfer**

Wirbellose spielen eine signifikante Rolle in vielen Ökosystemen. Dabei wurde festgestellt, dass je größer die Komplexität der Pflanzengemeinschaften ist, desto größer ist das Habitatspektrum für Wirbellose im Allgemeinen und der Laufkäferzönosen im Speziellen (NEW, 2005). Nachweislich ist die Intensivierung der Landwirtschaft ein Grund für den Rückgang vieler Arten, da hier das Habitatspektrum eingeschränkt ist. Dies ist vielfach für den Ackerbau gezeigt worden (PAWLIZKI, 1984; BASEDOW, 1987; EPSTEIN et al. 2001). In vielen agro-ökologischen Untersuchungen werden die Laufkäfer als Standortindikatoren untersucht, da sie auf ackerbaulich genutzten Flächen, die extreme Lebensräume darstellen, einen Großteil der epigäischen Arthropodenfauna stellen und oft beachtliche Arten- und Individuenzahlen erreichen (TISCHLER, 1958; THIELE, 1977; RZEHA, 1987). Laufkäfer eignen sich in vielerlei Hinsicht als Modellorganismen (TRAUTNER & ASSMANN, 1998). Als wesentliche Punkte sollen hier nur die hohe Verfügbarkeit durch hohe Aktivitätsdichte, relativ leichte Determination, großer Artenreichtum, leichte Fangmöglichkeit und ausreichende ökologische Kenntnisse genannt werden (u.a. HEYDEMANN, 1953; MÜLLER-MOTZFELD, 1989). Laufkäfer sind hervorragende sensitive Bioindikatoren.

ren für Habitatveränderungen und die Qualität des Lebensraumes und reagieren wesentlich schneller auf Veränderungen der Lebensräume als Pflanzen (GROSPITZ, 1994; GOULET, 2003).

#### 5.4.1. Toxine

Die Applikation der vielen verschiedenen chemischen Stoffe sind für den Rückgang des Arten- und Individuenspektrums im intensiven Pflanzenbau hauptverantwortlich; Insektizide, Herbizide, Fungizide, hohe Düngergaben und hohe Bestandsdichten der Kulturpflanzen sind die wesentlichen Verursacher für diesen Rückgang (BASEDOW, 1987). Besonders im Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln ist die Ursache für den Rückgang von Laufkäfern zu sehen (BASEDOW, 1987; ELLSBURY et al., 1998; EPSTEIN et al., 2001). Zunächst sind die Insektizide selbst zu nennen, die einen Einfluß auf die Laufkäfer haben. RZEHAK (1987) beschreibt nach einer vierjährigen Untersuchung von landwirtschaftlich genutzten Flächen mit und ohne Insektizidbelastung, dass die relative Populationsdichte der häufigsten Arten auf einer unbehandelten Parzelle tendenziell am höchsten war. Es sind jedoch viele Einflussgrößen zu beachten. So gibt BASEDOW (1987) vier Faktoren an, welche die Auswirkungen der praxisüblichen Insektizidbehandlungen auf die Häufigkeit der Laufkäfer beeinflussen.

- Der Behandlungstermin, da bestimmte Arten, zum Beispiel während der Puppenruhe, eventuell gar nicht betroffen werden. Bei anderen Arten, die während der Behandlung auf ihrem Aktivitätshöhepunkt sind, können die Auswirkungen mindestens bis in die nächste Generation nachgewiesen werden.
- Die Dosierung des Mittels,
- die unterschiedliche Reaktion der einzelnen Arten auf die chemischen Stoffe und
- schließlich ist die Wirkung der Insektizidbehandlung abhängig vom enthaltenen Wirkstoff.

Zahlreiche Autoren konnten eine direkte schädigende Wirkung von Insektiziden auf Laufkäfer nachweisen (MÜLLER, 1970; EDWARDS & THOMPSON, 1975; VICKERMANN & SUNDERLAND, 1975; BASEDOW, 1987; ELLSBURY et al., 1998; EPSTEIN et al., 2001; LANGAN et al., 2004). Dabei reagieren die einzelnen Carabiden-Arten sehr unterschiedlich auf die Insektizidbehandlung. STRELOW (1994) führt die geringe Individuenzahl der Laufkäferzönose auf einer intensiv bewirtschafteten Obstanbaufläche in Finkenwerder auf die Spritzung mit Parathion (E605, Nervengift welches äußerst toxisch gegen Insekten und Warmblüter ist, aber keine Giftwirkung gegen Pflanzen zeigt) zurück. Dabei scheint die von LINDROTH (1985) als eurytop beschriebene Art *Pterostichus melanarius* den Gifteinsatz am schnellsten überwunden zu haben.

Als weitere chemische Substanzen werden sogenannte Pflanzenbehandlungsmittel eingesetzt. Darunter fallen Fungizide (Schwefel- und Kupferpräparate) sowie die Halmverkürzer im Getreidebau. Schwefel wird z.B. im Obst- und Weinbau in Form von Netzschwefel gespritzt und ist eine modifizierte Schwefelkomponente, die eingesetzt wird, da reiner Schwefel Verbrennungen auf den Blättern zur Folge hätte. Die Schwefelspritzungen zur Bekämpfung von Schorf (*Venturia inaequalis*) und



Mehltau (*Podosphaera leucotricha*), aber auch gegen Milben sind problematisch, da Schwefel auch eine stark insektizide Wirkung auf Nützlinge aufweist. So ist z.B. das Auftreten von Spinnmilben wahrscheinlich, wenn die Schwefelgaben 3,5 kg/ha übersteigen, da dann die in der Anlage vorhandene antagonistische Raubmilbenpopulation zerstört wird. Diese muss sich erst wieder aufbauen, indem Individuen aus Nachbaranlagen einwandern. Netzschwefel hat eine direkte fungizide Wirkung, wirkt also auf die keimende Spore direkt, als auch eine indirekte Wirkung, indem es eine Pathogenabwehrreaktion bei der Pflanze auslöst. Er hat auch eine direkte insektizide Wirkung auf Blattläuse. Die Richtlinien des ökologischen Landbaus beinhalten keine Limitierung der Schwefelanwendungen, weder bezüglich der Aufwandmenge noch der Häufigkeit, obwohl die Nebenwirkungen z. B. auf Raubmilben bekannt sind (KIENZLE, 2003a).

Die Kupferspritzungen werden ebenfalls zur Pilzbekämpfung im Obstbau eingesetzt. Sie wirken besonders gegen den Obstbaumkrebs (*Nectria galligena*) und gegen Schorf (*Venturia inaequalis*). Die Kupferspritzungen sind problematisch, denn eine Anreicherung von Kupfer im Boden ist nicht zu umgehen. Dabei sind die Gaben an reinem Kupfer im ökologischen Obstbau durch die Anbauverbände auf eine Höchstaufwandmenge von 3 kg/ha/Jahr begrenzt (KIENZLE, 2003). Gegen Kupfer im Boden und speziell auf dem Falllaub sind besonders Regenwürmer empfindlich. Deren Aktivität, das Laub in ihre Wohnröhren zu ziehen und fressen, wirken dem Schorfdruck entgegen, da Schorfsporen u.a. auf den Blättern überwintern und durch die Verdauungstätigkeiten der Regenwürmer zerstört werden. Kupfer bewirkt eine Minderung der Fertilität (Fortpflanzungsrate) der Lumbriciden und hat wahrscheinlich eine Repellent-Wirkung auf diese Tiere, so dass kontaminiertes Laub nicht mehr gefressen wird (HAUG, 2003). Regenwürmer gehören wiederum zum Nahrungsspektrum der Laufkäfer (JACOBS & RENNER, 1989). Die Kupfergaben müssen also so sparsam wie möglich erfolgen, um die Regenwurmpopulation aufrecht zu erhalten. Wie Laufkäfer auf Kupferspritzungen reagieren, ab welcher Dosis sie letal wirken oder ob es eine Repellent-Wirkung gibt, ist bislang nicht untersucht worden. Von vielen Laufkäfern ist bekannt, dass sie sich zu einem großen Anteil von Lumbriciden ernähren (THIELE, 1977). Ein Rückgang der Beute kann folglich auch einen Rückgang dieser Prädatorengruppe zur Folge haben.

Eine weitere Substanzgruppe sind die Herbizide zur Wildkrautregulierung. Hier ist als weit verbreitetes Mittel Roundup (Wirkstoff: Glyphosat) zu erwähnen. Laut Verzeichnis zugelassener Pflanzenschutzmittel des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) wird das Mittel als nicht schädigend für Populationen der Art *Poecilus cupreus* (Coleoptera, Carabidae) eingestuft, jedoch als schwach schädigend für Populationen der Art *Coccinella septempunctata* (Coccinellidea, Coleoptera). Zu anderen Käferarten wird keine Aussage gemacht (Verzeichnis zugelassener Pflanzenschutzmittel des Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL)).

Eine direkte Mortalität oder ein Einfluß auf die Fertilität durch die Mittel ist durch eine dauerhaftere Reduzierung bestimmter Arten indirekt oder durch experimentelle Laboruntersuchungen nachweisbar.

Eine Repellent-Wirkung der Stoffe auf die Käfer und somit eine Verhinderung der Besiedelung ist vermutlich dann gegeben, wenn die Tiere nur kurzzeitig in den Aktivitätsdichten reduziert sind. Auch sind synergistische oder additive Interaktionen der unterschiedlichen Pflanzenbehandlungsmittel möglich (BASEDOW, 1987).

Bei den Untersuchungen ist immer auch der Zeitpunkt der Applikation mit in die Auswertung einzu-beziehen. Herbizide und bestimmte Fungizide werden häufig schon zu einem Zeitpunkt angewendet, zu dem bestimmte Laufkäfer die Felder noch gar nicht besiedelt haben (BASEDOW, 1987).

Die Aufnahme der Stoffe erfolgt auf verschiedenen Wegen. Die direkte Aufnahme kann durch den reinen Kontakt über die Körperoberfläche erfolgen (Kontaktgifte). Hier sind speziell die dünnen In-tersegmentalhäute (DETTNER & PETERS, 2003) zu nennen, durch welche die fettlöslichen Substanzen leicht eindringen können, aber auch die Chitinhülle kann von bestimmten Substanzen durchdrungen werden. Ein anderer Weg in das Körperinnere ist die Aufnahme über den Verdauungstrakt (Fraßgifte) oder durch das Einatmen (Inhalationsgifte). Bestimmte Stoffe werden erst durch den körpereigenen Stoffwechsel (Proteasen) so modifiziert, das sie anschließend ihre größte toxische Wirkung erlangen (Aktivierung). Dies gilt z.B. für den Wirkstoff des *Bacillus thuringensis*. Andere Tiere sind in der Lage die Toxine durch ihren Stoffwechsel ab oder umzubauen (Zerlegung der Stoffe durch Proteasen), so dass sie anschließen keine toxische Wirkung für den Organismus mehr aufweisen und ausgeschieden werden können (HEINRICH et al., 1994).

Nicht alle Mittel wirken direkt letal, es gibt auch die indirekte subletale Wirkung, die sich in einer verminderten Fertilität oder Vitalität äußert. Durch die Produktion einer geringeren Nachkommenzahl werden die Populationen langfristig dezimiert. Durch die geringere Vitalität fallen die Tiere Feinden leichter zum Opfer oder werden verstärkt von Parasiten befallen (BASEDOW, 1998, HEINRICH et al., 1994).

Eine weitere Wirkung der Pestizide auf die Laufkäfer erfolgt indirekt durch die Abtötung der Nah-rungstiere (HEINRICH et al., 1994). Bestimmte Mittel entwickeln auch eine Repellent-Wirkung auf die Laufkäfer, so dass kontaminierte Nahrung nicht mehr gefressen wird, was wiederum eine Ein-schränkung im Nahrungsangebot bedeutet (BASEDOW, 1998). Eine Einschränkung des Nahrungs-angebotes hat dann auch eine Veränderung der Laufkäferzönosen zur Folge, da hungernde Tiere weniger Nachkommen produzieren (CHIVERTON, 1987; DETTNER & PETERS, 2003).

#### 5.4.2. Mechanische Einwirkungen

Basedow (1987) beschreibt erste Ergebnisse eines Betriebsvergleichsprojektes der Universität Gießen. Demnach wurden auf einem 18 Jahre biologisch-dynamisch bewirtschafteten Hof, auf wel-chem im Frühjahr die Wildkräuter mit einer maschinellen Unkrauthacke entfernt wurden, deutlich weniger Individuen der Gattung *Carabus* nachgewiesen als auf einem Vergleichsbetrieb, der die Un-kräutbekämpfung mit chemischen Mitteln vornahm. Dieser Umstand zeigt, dass eine mechanische Be-

arbeitung des Bodens negativen Einfluß auf die Laufkäfer haben kann. Besonders die großen Arten scheinen betroffen zu sein. So bleibt z.B. *Carabus auratus* nach der Larvalentwicklung und der Puppenruhe, die im August abgeschlossen ist, als Imago bis zum folgenden Frühjahr im Boden. Mitte August bis in den Oktober hinein wird die Einsaat der neuen Frucht in der Landwirtschaft vorbereitet. Die mechanische Bearbeitung des Bodens wird den Tieren dadurch zum Verhängnis. Die Tiere befinden sich ca. 10 cm tief in den obersten Bodenschichten, wo sie durch das Pflügen (30 cm Pflugtiefe) der mechanischen Erdbewegung ausgesetzt werden. Die Tiere, die den Pflug überleben, können dann weiter durch die Scheibenegge oder die Saatmaschine beeinträchtigt werden. So zeigte BATHON (1997) in einer vierjährigen Untersuchung auf einer Brachfläche, dass nach dem Umbruch *C. auratus* nur noch mit einem Individuum pro Falle gefangen wurde, wobei in den Jahren zuvor die Art mit durchschnittlich 100 Exemplaren pro Falle nachgewiesen wurde. Viele Tiere – besonders die großen Arten – überleben diese Art der Bodenbearbeitung nicht und die Populationen werden stark dezimiert (BASEDOW, 1987). Manche Arten, die sich natürlicherweise in den obersten Zentimetern unter der Bodenoberfläche aufhalten, können sich von der Pflugsohle nicht mehr zur Bodenoberfläche durcharbeiten, weshalb auch ein tiefes Einpflügen als Bekämpfungsmaßnahme (z. B. gegen den Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis*)) empfohlen wird. Bei anderen Tieren sind nicht die Imagines, sondern die Larven oder Puppen – die besonders empfindlich auf mechanische Einflüsse reagieren – durch die mechanische Bearbeitung betroffen (vgl. BATHON, 1997).

BASEDOW (1987) konnte ebenfalls nachweisen, dass bei *Pterostichus melanarius*, der als Larve im Boden der Felder überwintert, das späte Pflügen im Herbst nach der Zuckerrüben-ernte die Häufigkeit der Art signifikant gegenüber Winterweizenfelder reduziert. Allein die mechanische Einwirkung reduziert also die großen Arten, die auf dem Feld, sei es als Imagines oder als Larven, überwintern. Andere Arten, die im Spätsommer oder Herbst die Felder verlassen, um in Wallhecken oder Waldrändern zu überwintern, sind von diesen Maßnahmen weniger betroffen (THIELE, 1977, BASEDOW, 1987).

Eine starke Bodenverfestigung wird durch die großen Maschinen bewirkt, so dass viele Käfer, die sich tagsüber im Boden aufhalten, keine geeigneten Versteckmöglichkeiten mehr finden. Tiere, die sich in den oberen Bodenschichten verstecken, werden durch den mechanischen Druck abgetötet. Gerade die größeren Arten sind von diesem Tatbestand betroffen. Staunässe, die ebenfalls durch schwere Maschinen begünstigt wird, wirkt sich negativ auf einige Laufkäferarten aus (BATHON, 1997).

#### 5.4.3. Nahrungsspektrum der Laufkäfer

Der „Nutzen“ als Antagonist für Schadinsekten in landwirtschaftlich genutzten Flächen wurde schon vielfach aufgezeigt (THIELE, 1977; BASEDOW, 1987). So konnte SUNDERLAND (1975) nachweisen, dass den Laufkäfern eine nicht zu unterschätzende Funktion bei der Regulierung von Blattlauskalamitäten im Getreideanbau zukommt. Der ökologische Landbau versucht das natürliche Regulationspotential von Ökosystemen auch auf landwirtschaftlichen Nutzflächen soweit wie möglich aufrecht zu erhalten,

wobei den natürlichen Feinden die wichtige Rolle des Regulators zukommt. Unter den Gegenspielern von Pflanzenschädlingen sind die Vertreter am bekanntesten, die sich auf bestimmte Beute spezialisiert haben. Allerdings haben Feinde, die ein enges Nahrungsspektrum besitzen, den Nachteil, dass sich ihre Beute zunächst bis zu einem gewissen Grad entwickeln muss. Dann erst finden sie genügend Nahrung, und ihre eigene Vermehrungsrate steigt soweit an, dass dadurch nach einiger Zeit ein Regulationseffekt erreicht wird. Die Schadschwelle für den Landwirt ist zu diesem Zeitpunkt aber meistens schon weit überschritten (SCHÜLER, 1992). Von großer Bedeutung vor allem für eine beginnende Ausbreitung von Pflanzenschädlingen sind Tiere mit einem weiten Beutespektrum, die sich bei vermehrtem Angebot einer bestimmten Beuteart schnell auf diese einstellen können (SCHÜLER, 1992). So konnte Chiverton (1987) in Labor- und Freilanduntersuchungen zeigen, dass Laufkäfer eine Massenvermehrung der Traubenkirschenlaus (*Rhopalosiphon padi* L.) verhindern können, wenn sie bereits bei einer beginnenden Entwicklung der Blattlauspopulation im Frühjahr in der Fläche vorhanden sind.

Aus diesen Gründen müssen Maßnahmen ergriffen werden, die ein Nahrungsangebot für diese Nützlinge bieten, bevor die Vermehrungsrate der Schädlinge in bedrohliche Größenordnungen ansteigen kann. Dabei ist die Bedeutung der indifferenten Arten für die Regulation und die Stabilität eines Ökosystems noch weitgehend ungeklärt (SCHÜLER, 1992). Dies zeigt, dass die Populationsdynamik von Laufkäfern auch über das Nahrungsangebot und über die natürlichen Feinde (Fraßfeinde und Parasiten) reguliert werden kann (BASEDOW, 1987).

Durch einen erhöhten Einsatz von Insektiziden wird das Nahrungsspektrum vieler Käfer deutlich eingeschränkt. Dieser Umstand macht intensiv bewirtschaftete landwirtschaftliche Flächen für Laufkäfer „unattraktiv“. Einen Zusammenhang zwischen der Nahrungsmenge und der Eiproduktion bei Laufkäfern zeigte CHIVERTON (1987). Auch DETTNER & PETERS (2003) stellten bei adulten Weibchen fest, dass Hunger zur Absorption von sich entwickelnden Eiern führen kann, was langfristig eine Dezimierung der Population zur Folge hat.

Selbst wenn die Käfer von chemischen Stoffen nicht direkt betroffen werden, z.B. weil Applikation vor der Einwanderung der Tiere erfolgt ist, ist die Nahrung eine mögliche Quelle für die verspätete Aufnahme dieser Stoffe. Besonders für Kupfer, aber auch andere Stoffe und deren Abbauprodukte könnte dies zutreffen. Als Räuber stehen die Laufkäfer relativ hoch in der Nahrungskette und nehmen unter Umständen Insektizide über die Nahrung auf, welche sich dann im Körper der Tiere anreichern können (Akkumulation) (BEGON et al., 2002; KREBS, 2001). Stenöke Arten, deren Beutespektrum eng gefasst ist, werden in intensiv bewirtschafteten landwirtschaftlichen Flächen, die verstärkt durch Insektizide behandelt wurden, weit weniger anzutreffen sein als euryöke Arten.

#### 5.4.4. Strukturen und abiotische Faktoren

Bei der Herstellung möglichst guter Bedingungen für die Erhaltung und Förderung von Nützlingen spielt die Vielfalt an Pflanzenarten in ihrem Lebensraum eine bedeutende Rolle. Dazu gehören im Landbau: Untersaaten, Randstreifen, besonders aber auch Landschaftsstrukturelemente, wie Feldgehölze, Hecken, Feldraine, Baumgruppen und Feuchtbiotope. Diese Lebensräume bieten einer Vielzahl von Tierarten Nahrung, Versteck und Überwinterungsorte (SCHÜLER, 1992). Dass von hier aus viele natürliche Feinde die benachbarten Kulturflächen aufsuchen, um dort Beute zu jagen, wird u.a. von KNAUER et al. (1988) ausführlich beschrieben. Auf den großen Schlägen der modernen Landwirtschaft ist dieses Einwandern jedoch nur noch bedingt möglich. So konnte BASEDOW (1987) zeigen, dass das Einwandern vom Feldrand auf kleinparzelligen Flächen intensiver ausfällt als auf großen Flächen, wo das Zentrum des Feldes von bestimmten Arten gar nicht mehr erreicht wird.

Die strukturelle Verarmung der landwirtschaftlichen Flächen durch Monokulturen, haben nach RZEHAK (1987) einen größeren Einfluss auf die Laufkäferbesiedlung als Unterschiede in der Insektizidbehandlung. Und TISCHLER (1980) schreibt: „Für die Populationsdynamik der Laufkäfer sind die abiotischen Faktoren wichtiger als die biotischen. Weder Konkurrenz noch Feinde spielen eine große Rolle, obwohl Frösche, viele Vögel und Mäuse die Laufkäfer fressen“.

Entscheidenden Einfluß auf die Populationsdynamik hat ebenfalls das Wetter. DEN BOER (1981) hat in einer Langzeituntersuchung in den Niederlanden nachgewiesen, dass manche Laufkäferarten Populationsgrößeschwankungen von bis zu drei Zehnerpotenzen aufweisen, welche durch wechselnde Witterungsbedingungen verursacht wurden und nicht durch Veränderungen der Lebensräume. So haben die Witterungsbedingungen während der Larvalentwicklung einen entscheidenden Einfluss auf die Häufigkeit der Laufkäfer (HOSSFELD, 1963; DEN BOER, 1981).

Carabiden der Wälder und der offenen Biotope haben unterschiedliche Umweltansprüche. Die Waldarten bevorzugen meist relativ niedrige Temperaturen, hohe Feuchtigkeit und Dunkelheit. Feldlaufkäfer sind recht trockenheitsresistent, tagaktiv oder indifferent gegen Licht (TISCHLER, 1980). Eine Veränderung in den abiotischen Verhältnissen z.B. Trockenlegung durch Dränagen verändert somit auch die Laufkäferzönosen.

Die Ausbreitungsgeschwindigkeit von mittelgroßen Laufkäfern schwankt zwischen wenigen Metern bis zu über 120 Metern pro Tag (SCHERNEY, 1960; BAARS, 1979a). RZEHAK (1987) zeigte, dass markierte Exemplare des Goldlaufkäfers (*Carabus auratus*) in zwei Tagen eine Distanz von über 100 m zurücklegten. Und laut HEYDEMANN (1957) ist die Aktivitätsdichte der epigäischen Fauna abhängig vom Raumwiderstand, also dem quantitativen Vorhandensein und der Dichte von Pflanzenmaterial. In einem Weizenfeld hat die Ausbreitungsgeschwindigkeit auch mit der Anzahl der Getreidehalme pro Quadratmeter, sowie der Größe der Tiere zu tun. Auf ökologischen Getreideflächen ist die Anzahl der Halme geringer, so dass sich Laufkäfer hier schneller verbreiten können. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit ist auf Flächen mit vielen kleinblättrigen Pflanzen (hohe Raumfülle) z.B. einer Wiese am

geringsten. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit ist also einerseits abhängig von der Umgebung, andererseits von den Käfern selbst. Hier spielt die Größe der Tiere eine Rolle und deren Verhalten, also der Umstand, ob es sich um lauffreudige Tiere handelt oder nicht und ob sie sich in einer Phase der Ausbreitung oder der Nahrungssuche bzw. Eiablage befinden (BAARS, 1979a; SPENCE et al., 1994)

Die Intensivierung des Obstanbaus hat auch eine Veränderung der Zoozöosen zur Folge. In den Hochstammpflanzungen herrschen eher schattige und feuchte Bedingungen und es finden sich vermehrt Waldarten. Die Niederstammpflanzungen sind eher mit Heckenstrukturen zu vergleichen, die entsprechende Bedingungen aufweisen. Beträchtliche Unterschiede von Temperatur, Licht und Feuchtigkeit kennzeichnen die Ränder solcher Heckenstrukturen. Im Inneren der „Obst-Hecke“ herrscht dagegen ein recht ausgeglichenes Mikroklima. Es können daher Arten aus dem Wald mit solchen der offenen Landschaft zusammentreffen, da gleichsam ein doppelter Waldsaum gebildet wird.“ (TISCHLER, 1975). Dabei fehlt im Obstbau unter den „Heckenbäumen“ die Krautschicht, da sie chemisch oder mechanisch entfernt wird, was wiederum einen negativen Einfluß auf die Laufkäfer ausübt.

Die Verfüllung von Gräben äußert sich ebenfalls in einer Veränderung der Laufkäferzöosen, hin zu Arten mit geringeren Ansprüchen an die Feuchtigkeit des Bodens.

Die auffällig hohen Individuenzahlen im Jahre 1994 in der Gesamtsumme in dieser Untersuchung, ist zum Einen auf einen feuchtwarmen Herbst (167 mm mehr Niederschlag als im langfristigen Mittel) und die damit guten Bedingungen für eine Reproduktion besonders der Herbstbrüter zurückzuführen, zum Anderen auf den Standortwechsel der Untersuchungsfläche A. Diese Fläche wies – im Verhältnis zum Jahr 1993 – im zweiten Untersuchungsjahr die fast sechsfache Laufkäferzahl pro Falle auf. Hier ist zu bedenken, dass der Obsthof Quast zur Untersuchungszeit in der Vorbereitung auf eine ökologische Wirtschaftsweise war.

### 5.5. Auswirkungen des „Bio-Obstanbaus“ auf die Laufkäferzönosen

Wie schon eingangs beschrieben, ist nach BASEDOW (1987, 1998) einer der Hauptgründe für den Rückgang der Laufkäfer auf landwirtschaftlich genutzten Flächen der Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln zu sehen. Die Literatur weist weiterhin in zahlreichen Publikationen darauf hin, dass durch Extensivierungsmaßnahmen die Diversität von Laufkäferzönosen zum Teil deutlich gefördert wird (DRITSCHLO U. WANNER, 1980; PAWLIZKI, 1984; KOKTA, 1989, EPSTEIN, 2001). Darunter fallen die minimalste Umstellung durch Reduzierung der Spritzmittel, über die Umstellung auf eine ökologische Wirtschaftsweise bis hin zur Unterlassung jeglicher Bewirtschaftung zumindest auf einem Teil der Flächen, der sogenannten Stilllegung zur Brache.

Aufgrund der Untersuchungsergebnisse in der vorliegenden Arbeit, konnten praktisch keine Unterschiede zwischen den ökologisch und nicht ökologisch bewirtschafteten Flächen nachgewiesen werden. Somit kann die aufgestellte Hypothese nicht gestützt werden. Allenfalls sind leichte Tendenzen einer Erholung in der Fläche E zu erkennen. Nachfolgend werden die Gründe für diese Ergebnisse diskutiert.

#### 5.5.1. Gründe für das Ausbleiben einer „Erholung“ in der Laufkäferzönose

Die Gründe für ein Ausbleiben der Erholung der Laufkäferzönosen sind in drei Bereichen zu suchen:

- Die Größe der ökologisch bewirtschafteten Flächen,
- die nach der Umstellung vorherrschende Bewirtschaftung und
- die Möglichkeiten der Neubesiedelung.

##### 5.5.1.1. Die Größe der ökologisch bewirtschafteten Flächen

Aufgrund der geschichtlichen Entwicklung des Alten Landes haben die meisten landwirtschaftlichen Nutzflächen eine geringe Breite von 50 bis 100 Meter, dafür sind sie aber meist mehrere Hundert Meter bis einige Kilometer lang. Die Gesamtfläche der Höfe beträgt im Schnitt ca. 15 ha (KÖHLER & RIEDIGER, 1970). Dies gilt auch für die Höfe, auf denen die Untersuchungsflächen lagen. Betrachtet man nun das Bewegungsmuster von Laufkäfern, kommt man schnell zu dem Schluss, dass die ökologisch bewirtschafteten Flächen zu klein sind, um einen entscheidenden Effekt auf die Zusammensetzung der Laufkäferzönosen zu haben. Hier ist besonders die Form zu nennen, da die Breite der Obstflächen von 50 bis 100 Metern von Laufkäfern in kurzer Zeit überwunden werden kann. In verschiedenen Veröffentlichungen wurden die Laufstrecken von Laufkäfern untersucht. Diese Ergebnisse verdeutlichen, dass eine so schmale Obstanbaufläche in kurzer Zeit überquert werden kann (DEN BOER, 1977; BAARS, 1979a; Niehues et al., 1996; RIECKEN et al., 1996; ASSMANN, 1998; ASSMANN & GÜNTHER, 2000) (vergl. Tabelle 15). Da auch die Nachbarflächen den gleichen Habitattyp aufweisen, sind Tiere nicht auf diese vermeintlich „ökologischen“ Inseln beschränkt, sondern können auch in die nicht ökologisch bewirtschafteten Flächen wechseln. Da sowohl die ökologischen als auch die in-

tegriert bewirtschafteten Flächen keinen optimalen Standort für viele hier vorkommende Laufkäfer-Arten aufweisen, könnte ein häufigeres Auftreten von gerichteten Bewegungen („*directed movement*“) mit größeren Distanzen auftreten, wobei die Richtung der Wanderung zufällig gewählt wird (BUTTERWECK, 1998). Hingegen ist ein mehr oder weniger starkes Verharren auf einem optimalen Standort mit kurzen kreisenden Wanderbewegungen („*random walk*“) hier eher seltener (BAARS, 1979a). Dabei stellte BAARS (1979a) auch fest, dass hungrige Tiere größere Strecken laufen, um in Gebiete mit mehr Nahrung zu gelangen.

Tabelle 15: Übersicht zu Laufstrecken von Laufkäfern.

Art	Untersuchungsmethode	max. nachgewiesene Laufstrecke(m)* pro 24h	durchschnittliche Laufstrecke(m) pro 24h
<i>Carabus coriaceus</i>	Radiotelemetrische Untersuchung (RIECKEN & RATHS, 1996)	51,5 m / 12 h (387,8 m in 17,5 Tagen)	5,4
<i>Carabus auronitens</i>	Radiotelemetrische Untersuchung (NIEHUES et al., 1996)	94	48,2
<i>Poecilus versicolor</i>	Radioaktive Markierungen (BAARS, 1979a)	28	19
<i>Calathus menalocephalus</i>	Radioaktive Markierungen (BAARS, 1979a)	14,4	9,8
<i>Carabus problematicus</i>	Radio-telemetrische Untersuchung (ASSMANN, 1998)	132	15,6
<i>Carabus glabratus</i>	Radio-telemetrische Untersuchung (ASSMANN, 1998)	-	4,5
		max. Vektorlängen pro Nacht (m)	min. Vektorlängen pro Nacht (m)
<i>Carabus glabratus</i>	Radio-telemetrische Untersuchung (ASSMANN, 1998)	6,8	0,6
	Enclosure Wiederfangmethode (ASSMANN & GÜNTHER, 2000)	4	0,3
<i>Carabus problematicus</i>	Radio-telemetrische Untersuchung (ASSMANN, 1998)	16,3	2,1
	Enclosure Wiederfangmethode (ASSMANN & GÜNTHER, 2000)	15,3	3,4

\*) Bei den Laufstrecken handelt es sich um die Luftliniendistanzen der Tagespositionen

Bei den angegebenen Laufstrecken handelt es sich in der Regel um Luftliniendistanzen, also gemessen vom Ausgangspunkt bis zum Punkt der Wiedererfassung. Die tatsächlichen Laufstrecken, die die Käfer zurückgelegt haben sind wesentlich länger, da die Tiere sich in der Regel nicht geradlinig Fortbewegen. Die Untersuchungen von ASSMANN (1998) und ASSMANN & GÜNTHER (2000) geben auch die durchschnittlich resultierenden Vektorlängen an.

Auf den schmalen Flächen können sich also keine eigenständigen Populationen der einzelnen Laufkäfer-Arten entwickeln. Die Inseln sind somit zu klein bzw. zu schmal für die Wiederbesiedlung durch



Arten, die auf kontaminierten Flächen nicht überlebensfähig sind. Anders als bei Inselbiotopen, wie z.B. einer Waldfläche, wo die Licht- und Feuchtigkeitsverhältnisse begrenzende Faktoren darstellen (THIELE, 1977), gibt es auf den Obsthöfen diese begrenzenden Faktoren zwischen ökologisch und nichtökologisch bewirtschafteten Flächen nicht. Wirkungen, welche die Käfer von einer Fläche fern halten, die mit Pflanzenschutzmitteln behandelt worden sind und somit den Inselcharakter einer Ökofläche erzeugen könnten, sind bisher nicht bekannt und beim „Design“ der Gifte auch nicht erwünscht. Einzig ein erhöhtes Nahrungsangebot in ökologischen Flächen, könnte die Laufkäfer stärker an diese Bereiche binden. Aufgrund des strukturellen Aufbaus der Flächen ist mit einem erhöhten Nahrungsangebot aber nicht zu rechnen.

#### 5.5.1.2. Die nach der Umstellung vorherrschende Bewirtschaftung

Bei einer Betrachtung der ökologisch wirtschaftenden Höfe im Alten Land ist zunächst die hohe Intensität der Bewirtschaftung auffällig. Es gibt nur wenige Bereiche (Grabenränder, Ränder der Beregnungsbecken und die Hofstellen), die nicht bewirtschaftet werden. Eine Umstellung der Produktion auf eine ökologische Wirtschaftsweise ist hier nicht automatisch mit einer Extensivierung gleichzusetzen. Auch die ökologische Produktion von Tafelobst im Alten Land bewegt sich auf einem sehr intensiven Niveau (MIERWALD, 2003). Die Baumform und die angebauten Sorten verändern sich nach einer Umstellung nicht oder nur sehr langsam und somit ändern sich auch nicht die „nötigen“ Pflegemaßnahmen (Mulchen, Unkrautregulierung unter den Bäumen, Schorfbekämpfung). So werden zwar keine synthetischen Pflanzenschutzmittel mehr verabreicht, das Ausbringen von Kupfer und Schwefel wird aber auch hier weiter praktiziert ebenso wie insektizid wirkende Pflanzenextrakte (z.B. Neem oder Quassia<sup>3</sup>). Die insektizide Wirkung dieser Substanzen ist bereits nachgewiesen (EGGLER & GROSS 1996) und kann ein Grund für das Ausbleiben bestimmter Arten auf diesen Flächen sein.

Wie in anderen Arbeiten gezeigt, ist die mechanische Bearbeitung der Böden ein Grund für die Reduktion bestimmter Laufkäferarten (u.a. BASEDOW, 1987; BATHON, 1997). Durch die mechanische Bodenbearbeitung unter den Obstbäumen im ökologischen Anbau können bestimmte Arten, wie z.B. *Carabus auratus* an einer Wiederbesiedelung der Flächen gehindert werden. So konnte STRELOW (1994) auf einer integriert bewirtschafteten Obstanbaufläche mit chemischer Baumstreifenbehandlung in Moorburg *C. auratus* in einzelnen Exemplaren nachweisen. Auf allen anderen von ihm untersuchten Flächen im Alten Land (ökologisch mit Bodenbearbeitung, Brachen ohne jegliche Bearbeitung) konnte er die Art nicht nachweisen.

Eine Kombination aus ökologischen und extensiveren Wirtschaftsweisen könnte zu einer Erholung der Laufkäferzönosen führen, wie an der untersuchten Fläche E andeutungsweise erkennbar wird.

---

3 Quassia wird aus der Rinde des tropischen Bitterholzbaumes (*Quassia amara*) gewonnen und wirkt als Fraß- und Kontaktgift speziell gegen Blattläuse (Aphididae), Apfelsägewespe (*Hoplocampa testudinea*) und Wicklerlarven (Tortricidae) (EGGLER & GROSS 1996).  
Neem ist ein Extrakt aus den Samen des tropischen Niembaumes (*Azadirachta indica*) (engl. neem) und wird gegen die Mehligelbe Apfelblattlaus (*Dysaphis plantaginea*) eingesetzt (KIENZLE et al. 1995).

Diese ist die am extensivsten bewirtschaftete und gleichzeitig auch die am längsten ökologisch bewirtschaftete Fläche aller in dieser Arbeit untersuchten Standorte.

Die wenigen Bereiche in den Obstanlagen, die nicht bewirtschaftet werden, sind die Gräben sowie die Ufer der Gewässer, die als Reservoir für die Beregnungsanlagen dienen. Diese Uferländer sind naturbelassen und weisen die typische Vegetation nasser bis sumpfiger Standorte auf (MARTENS et al., 1986; MIERWALD, 2003). Bei einer nachhaltigen schonenden Pflege mit einer wechselseitigen Räumung und einer geringfügigen Vertiefung können die Gräben einen entscheidenden Beitrag für den Tier- und Pflanzenschutz leisten. Leider wurden in der Vergangenheit – und der Trend setzt sich weiter fort – die Gräben häufig verfüllt, um besser von allen Seiten an die pflegeintensiven Niederstammbäume heranzukommen. Die Funktion der Gräben als frostmindernde Gewässer wird durch den Einsatz von Beregnungsanlagen überflüssig. Die noch intakten Gräben werden häufig durch die Spritzmittel in Mitleidenschaft gezogen, da die Abstände zu den Obstbäumen zu gering sind (MIERWALD, 2003).

#### 5.5.1.3. Die Möglichkeiten der Neubesiedelung

Die Untersuchung von KREUTER (1996) auf einer biologisch bewirtschafteten Ackerfläche bei Halle in Sachsen (die Umstellung erfolgte im Frühjahr 1994) in den Jahren 1994/1995 ergab eine Anzahl von 106 Laufkäferarten. Damit fanden sich fast alle für die Feldflur Mitteleuropas charakteristischen Carabidenarten. Es dominierten euryöke Arten, besonders xerophile neben hygrophilen. Die höchsten Arten- und Individuenzahlen wiesen dabei die Fallen am Feldrand auf. Im ersten Jahr nach der Umstellung konnten keine gesicherten Aussagen über eine Auswirkung der Bewirtschaftungsform auf die Laufkäferzönosen getroffen werden. BASEDOW (1998) zeigte hingegen in einer 25 jährigen Untersuchung, dass erst nach 14 Jahren – nach der Auslöschung der Population von *Carabus auratus* durch überdosierte Gaben von Parathion – eine Neubesiedelung der Flächen erfolgte. Ähnliche Ergebnisse ergaben sich für die Arten *Bembidion lampros* und *B. tetracollum*, wobei diese Arten nie ganz ausstarben, aber über lange Zeit in ihrem Bestand stark reduziert waren. Die Neubesiedelung durch die Arten braucht somit eine gewisse Zeit.

Im Gebiet des Alten Landes werden seit den frühen sechziger Jahren flächendeckend Pestizide ausgebracht. Dies geschah zur Hochzeit des Obstbaus im Alten Land und noch vor der Einführung der integrierten Produktion (THIEMANN, mdl. Mitt.). Die flächendeckende Pestizidbehandlung hat einen entscheidenden Einfluß auf das Vorkommen vieler Laufkäferarten.

In der vorliegenden Arbeit konnten zahlreiche Laufkäfer-Arten, die LOHSE (1954) für den Niederelbe- raum aufgeführt hat, auf den beprobten Flächen nicht mehr nachgewiesen werden. In angrenzenden Gebieten, wie z.B. Altenwerder oder dem Stader Umland können diese Tiere aber nach wie vor angetroffen werden. In der Tabelle 16 sind die Arten aufgeführt, die auf den Flächen vorkommen könnten.

Tabelle 16: *Carabiden-Arten, die aus dem Alten Land bekannt sind, aber nicht im Untersuchungsgebiet nachgewiesen werden konnten. Die Gefährdungskategorien (nach ASSMANN et al., 2003) sowie das nächste aktuelle Vorkommen (VfNHZH<sup>4</sup>, 2004) sind ebenfalls angeführt.*

Art	LOHSE (1954)	Rote Liste Niedersachsen (ASSMANN et al., 2003)	VfNHZH (1950 bis heute)
<i>Carabus auratus</i> LINNÉ	häufig, auf Lehmböden im Niederelberaum	selten und Art der Vorwarnliste.	Stader Umland, Moorburg (STRELOW, 1994)
<i>C. cancellatus</i> ILLIGER	im ganzen Gebiet vorkommend	selten, Vorwarnliste	bis 1950 in Stade
<i>Notiophilus palustris</i> DUFT.	im ganzen Gebiet an feuchten und schattigen Stellen sehr häufig	Häufig, nicht gefährdet	Nincooper Moor, Dollern / Moorburg (STRELOW, 1994)
<i>Dyschirius aeneus</i> DEJEAN	nicht selten, auf Ton- und Kleiböden	mäßig häufig, nicht gefährdet	Stader Umland
<i>Dyschirius globosus</i> HERBST	verbreitet, im ganzen Gebiet auf kaltem Klei- und Moorboden, Ton feuchtem Wald- und Ackerboden	häufig, nicht gefährdet	Altenwerder
<i>Bembidion femoratum</i> STURM	im ganzen Gebiet häufig, auf Ton, Sand Ackerboden und Klei	häufig, nicht gefährdet	Altenwerder, Dollern, Stader Umland
<i>Bembidion quadrimaculatum</i> L.	im ganzen Gebiet häufig besonders auf Tonböden (Lehm, Klei, Moor)	häufig, nicht gefährdet	Altenwerder
<i>Bembidion articulatum</i> PANZER	im ganzen Gebiet an Ufern auf Tonböden	mäßig häufig	Francop, Altenwerder
<i>Bembidion biguttatum</i> F.	im ganzen Gebiet an sumpfigen Ufern, auf Klei- und Tonböden	mäßig häufig, nicht gefährdet	Altenwerder
<i>Asaphidion pallipes</i> DEJEAN	im Gebiet sehr verbreitet, bevorzugt bebauten Boden, gesellig	selten, Gefährdungskategorie 3	Dollern
<i>Harpalus tardus</i> PANZER	im ganzen Gebiet häufig, stellenweise gemein	mäßig häufig, nicht gefährdet	Stader Umland
<i>Agonum sexpunctatum</i> L.	im ganzen Gebiet meist in Ackerrändern und Knicks in offener Landschaft verbreitet und häufig	häufig, nicht gefährdet	Stader Umland
<i>Calathus fuscipes</i> GOEZE	im Gebiet sehr verbreitet, bevorzugt bebauten Boden, gesellig	häufig, nicht gefährdet	
<i>Amara convexiucula</i> MARSHAM	im Elbegebiet auf aufgeschwemmten Böden, vielfach zahlreich	selten, nicht gefährdet	Altenwerder

Insgesamt sind in der vorliegenden Arbeit nur drei *Carabus*-Arten nachgewiesen worden. Nach den Beschreibungen von LOHSE (1954) sollten aber mindestens zwei weitere *Carabus*-Arten (*C. auratus*, *C. cancellatus*) und zwölf weitere Carabiden-Arten auf den Untersuchungsflächen des Alten Landes

4 Verbreitungskarten des Vereins für Naturwissenschaftliche Heimatforschung zu Hamburg e.V. (VfNHZH) [<http://www.entomologie.de/hamburg/karten>]

vorkommen, die einerseits von LOHSE (1954) als vorkommend beschrieben wurden bzw. auf den Verbreitungskarten des VfNHZH für das Alte Land noch heute ausgewiesen werden.

Eine Rückbesiedelung der nun wieder spritzmittelarmen Flächen – zumindest bei den größeren zusammenhängenden Arealen – könnte nun wieder erfolgen. Für die nicht flugfähigen Laufkäfer z.B. *C. auratus* dienen die Uferbereiche des Grabensystems (Gräben, Vorfluter und Wettern (Hauptabzugsgräben)), welches sich wie ein Geflecht durch die Obstanbauflächen des Alten Landes zieht, als Leitlinien für die Wiederbesiedlung der Flächen. Trotzdem ist *C. auratus* – auch in den seit zehn Jahren ökologisch bewirtschafteten Bereichen in Steinkirchen – nicht mehr anzutreffen. Die ausbreitungsaktive aber flugunfähige Art kann im ca. 9 km zur Steinkirchener Fläche entfernten Stade nach wie vor angetroffen werden. Der Grund für das Ausbleiben von *C. auratus* könnte in der Ausbreitungsgeschwindigkeit von ca. fünf Kilometern in zehn Jahren liegen (vergl. BASEDOW, 1998), sowie an der Bewirtschaftung der Flächen dazwischen und den Gräben, die nicht frei von Pflanzenschutzmitteln gehalten werden.

Die in dieser Arbeit untersuchten Flächen wurden zwischen einem und zehn Jahren ökologisch bewirtschaftet. Bei der seit zehn Jahren ökologisch bewirtschafteten Fläche sind erste Tendenzen zur „Erholung“ zu erkennen. Ein Indiz für die „Verbesserung“ ist durch die Ergebnisse der Dominanzidentitäten-Berechnung und durch die Untersuchung der Flügelausprägung der dimorphen Art *Trechus obtusus* belegt. DEN BOER et al. (1980) konnte in seinen Untersuchungen zeigen, dass der Anteil makropterer (flugfähiger) Individuen bei solchen Arten von Carabiden, die hinsichtlich der Ausbildung der Hinterflügel dimorph sind, in gerade gegründeten Populationen höher ist als in länger existierenden. Durch die vorliegenden Untersuchungen wurde ein signifikanter Unterschied zwischen Populationen in jungen ökologischen Obstanbauflächen (mit überwiegend makropteren Individuen) und der „alten“ ökologisch bewirtschafteten Obstfläche E (mit überwiegend brachypteren Individuen) festgestellt. Die Bedingungen für diese Art sind also auf dieser Fläche am Besten, so dass sich hier eine brachyptere Population erhalten kann. Die Schlußfolgerung liegt nahe, dass diese Beobachtung auf die Bewirtschaftungsform zurückzuführen ist (HOZAK, 1995), obgleich sich auch ohne Veränderung des Insektizideinsatzes für kurze Zeit eine makroptere Population etablieren könnte.

### 5.6. Schlussfolgerungen und Ausblick

Der Flächenanteil ökologisch bewirtschafteter Höfe im Alten Land ist zu gering, die Flächen sind zu schmal und liegen zu verstreut, so dass eine „Verbesserung“ durch die ökologische Anbauweise keine oder nur geringe Auswirkungen auf das Gesamtgebiet des Alten Landes haben könnte. Darüber hinaus werden die Flächen aus Sicht des Naturschutzes zu intensiv bewirtschaftet. Zur „Ökologisierung“ der Obstanlage gehört nicht nur der Austausch der Pflanzenschutzpräparate. Es sind weiterhin die Schwefel- und Kupferspritzungen negativ zu bewerten, die durch Einführung schorfresistenter Obstsorten entfallen könnten. Derzeit ist ein Verzicht auf Kupfer für den Öko-Obstbau aber nicht ohne un-

---

tragbare wirtschaftliche Einbußen möglich (KIENZLE, 2003). Auf der anderen Seite ist wohl nur der ökologische – im Gegensatz zum konventionellen oder integrierten – Landbau langfristig in der Lage, sichere Refugien für bedrohte Agrar-Arten zu schaffen (BASEDOW, 1998).

Auf einer Ackerfläche werden annähernd 100% der Fläche landwirtschaftlich genutzt, die Nettoproduktion bezieht sich also auf die gesamte Fläche. In einer Obstanlage wird die Nettoproduktion jedoch nur auf ca. einem Drittel (max. zur Hälfte je nach Pflanzdichte) der Fläche erwirtschaftet, zwei Drittel der vorhandenen landwirtschaftlichen Fläche könnte man also zur Stabilität des Ökosystems "nutzen". Mit Nutzung ist hier die Bereitstellung von Ressourcen für die Biocoenose gemeint, also die Fläche die nicht oder nur temporär (z.B. als Fahrgasse) für den Kulturpflanzenanbau genutzt wird. Die Nutzung der Nichtwirtschaftsflächen als Ausgleichsfläche ist im ökologischen Anbau am ehesten durchzusetzen, da hier der Ansatz zum Wirtschaften mit der Natur am ausgeprägtesten ist. Das Beispiel der Einsaat von Blütenpflanzen in den Mittelteil der Fahrgasse ist hierfür ein Beispiel (KIENZLE, 1993). Nur hier ist das Einbringen von anderen Strukturen wie Blütenpflanzen überhaupt möglich, da im konventionellen bzw. integrierten Obstbau, Blütenpflanzen dem Spritzregime durch bienengiftige Pflanzenschutzmittel entgegen stehen. Weitere Maßnahmen (z.B. Förderung von Hochstammanlagen, Förderung und Wiederherstellung der Durchgängigkeit von Grabensystemen und deren sensible Pflege und eine extensivere Bewirtschaftung), wie sie MIERWALD (2003) in seinem Konzept für das Alte Land fordert, sind dringend erforderlich, um eine Verbesserung im Naturhaushalt zu erzielen.

Einige seiner Forderungen sind im Ökologischen Obstbau mittlerweile schon Realität (z.B. der Verzicht auf chemisch-synthetische Spritzmittel). Durch eine vielfältige und möglichst großräumige Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen kann eine naturschutzfachliche Aufwertung des Raumes erreicht werden. Dabei muss darauf geachtet werden, dass es zu möglichst wenig Ertragseinbußen bei den beteiligten Betrieben kommt. Einige Maßnahmen, die hier empfohlen werden, sind sicherlich mit dem erwerbsmäßigen Obstanbau im Alten Land nicht vereinbar. Dieser Zielkonflikt kann nur politisch gelöst werden. Dabei ist, falls ein entsprechender Durchsetzungswillen vorliegt, ein hinreichender Ausgleich für die Landwirte zu berücksichtigen.

## 6. Zusammenfassung

Seit in den 1970er Jahren erkannt wurde, dass der Einsatz von „Pestiziden“ und die Fragmentierung der Landschaft den Rückgang der Arten maßgeblich verursacht haben, verstärkten sich die Bemühungen, diesen Rückgang zu stoppen. Um dem Aussterben vieler Tier- und Pflanzenarten in der Kulturlandschaft entgegen zu wirken, werden seit vielen Jahren Untersuchungen durchgeführt, um Auswege aus dem Konflikt zwischen ökonomischer Notwendigkeit und nötigem Naturschutz zu finden. Es wird nach Handlungsempfehlungen gesucht, die in der Landwirtschaft tragfähig und für den Arten- und Biotopschutz wichtig sind. Anfang der 1990er Jahre begann die Hansestadt Hamburg die ökologische Landwirtschaft zu fördern. Parallel wurden wissenschaftliche Begleituntersuchungen auf den umgestellten Flächen durchgeführt, um eine Überprüfung der eingeleiteten Förderprogramme zu ermöglichen. In diesem Spannungsfeld zwischen Landwirtschaft und Naturschutz ist die vorliegende Arbeit entstanden, welche die Carabiden-Fauna (Carabidae, Coleoptera) auf unterschiedlich intensiv bewirtschafteten Obstanbauflächen im Alten Land bei Hamburg untersuchte. Es sollten Aussagen über den Erfolg der Umstellungen intensiv genutzter landwirtschaftlicher Flächen getroffen werden. Dabei sollte folgende Ausgangshypothese auf ihren Wahrheitsgehalt hin überprüft werden:

*Nach einer Umstellung der landwirtschaftlichen Produktion im Obstbau, von der konventionellen bzw. integrierten auf eine ökologische Wirtschaftsweise und somit dem Wegfall von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln, setzt eine „Erholung“ der Natur im Allgemeinen und der Laufkäferzö-nosen im Speziellen ein.*

Die Untersuchungen dieser Arbeit wurden in den Jahren 1993 bis 1995 auf ausgewählten Obstanbauflächen im hamburgischen und niedersächsischen Teil des Alten Landes durchgeführt. Als Probenflächen für die Erhebung der Daten wurden Apfelanlagen in Nincop (Hamburg), in Hove (Niedersachsen) und in Steinkirchen (Niedersachsen) ausgewählt. Untersucht wurden vier Flächen auf ökologisch bewirtschafteten Höfen und als Vergleich eine Fläche auf einem integriert bewirtschafteten Obsthof. Die ökologischen Flächen wurden zwischen ein und zehn Jahren nach NATURLAND-Richtlinien bzw. Demeter-Richtlinien (10-Jahres-Fläche in Steinkirchen) bewirtschaftet. Die epigäische Fauna wurde mit Hilfe von Bodenfallen nach BARBER (1931) gefangen und die Laufkäfer bis auf Artniveau bestimmt.

Über den Gesamtzeitraum wurden 720 Fallen ausgebracht und ausgewertet. Über diesen Zeitraum wurden 27.908 Käfer gefangen. Davon waren insgesamt 9.021 *Carabiden*, deren Einordnung 52 Arten ergab. Die am häufigsten vorkommende Art stellte *Pterostichus melanarius* mit 2.276 Exemplaren (25%).

Zur Charakterisierung der Flächen wurden die Dominanzen und die Diversitäten berechnet. Dabei wurde die Dominanzstruktur der Untersuchungsflächen tabellarisch dargestellt. Es wurden 81,6% aller Individuen den Hauptarten zugeordnet, was  $\frac{1}{7}$  aller nachgewiesenen Arten entspricht und 18,4% den Nebenarten. Bei den Hauptarten war die 1. Klasse (eudominante Arten) nicht besetzt. In der 2.

Klasse (dominante Arten) fanden sich drei Arten und in der 3. Klasse (subdominante Arten) 4 Arten. Bei den Nebenarten fanden sich 6 rezedente Arten (8,98%), 11 subrezedente (7,08%) und 28 sporadisch auftretende Arten (2,29%) wieder. Als Strukturmerkmal des Ökosystems „Obstanlage“ wurden die Diversitätsindices nach SHANNON-WIENER und SIMPSON berechnet.

Zum Vergleich der Flächen untereinander wurde die Art- und die Dominanzidentität berechnet. Dabei wurden die Artidentitäten nach JACCARD und SØRENSEN, die Dominanzidentität nach RENKONEN und der Ähnlichkeitsindex nach WAINSTEIN in einem Trellis-Diagramm für die einzelnen Flächen gegenüber gestellt. Anhand der Klasseneinteilung in sechs Klassen und der grafischen Darstellung im Trellis-Diagramm wurde deutlich, dass die Demeter-Fläche, welche am längsten ökologisch bewirtschaftet wurde, mit allen anderen untersuchten Flächen die geringste Übereinstimmung besaß.

Um die Vergleichbarkeit der Proben zu verbessern wurde die Rarefaction-Methode angewandt. Diese Technik der "Rarefaction" oder Ausdünnung dient dazu, die Anzahl der Arten zu berechnen, die in jeder Probe zu erwarten wäre, wenn alle Proben die gleiche Größe hätten bzw. ob die Ausdehnung der Beprobung (mehr Fallen oder längerer Fangzeitraum) die Anzahl der Arten erhöht hätte. Die Berechnungen erfolgten nach den Berechnungsmethoden von HURLBERT und SHINOZAKI. Die Kurven wiesen einen durchweg mittleren Steigungswinkel auf, zeigten also weitverbreitete und häufige Arten. Die Kurven einiger Flächen erreichten fast ihr Maximum, so dass eine Erhöhung der Fallenzahlen nur noch einen geringen Zuwachs an Arten bewirkt hätte.

Es wurde diskutiert, dass die Intensivierung der Landwirtschaft für den Rückgang der Arten verantwortlich ist. Dabei wurden verschiedene Qualitäten der Intensivierung beleuchtet, besonders die speziellen Bedingungen im Obstbau. Anschließend wurden die Auswirkungen der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung auf die Laufkäfer betrachtet.

Einer der Hauptgründe für den Rückgang der Laufkäfer auf landwirtschaftlich genutzten Flächen ist der Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln. Durch Extensivierungsmaßnahmen, wie z.B. der Umstellung auf die ökologische Wirtschaftsweise kann die Diversität von Laufkäferzönosen zum Teil deutlich gefördert werden. Durch die vorliegende Arbeit, konnten – bezogen auf die Laufkäferzönosen – aber praktisch keine Unterschiede zwischen den ökologisch und nichtökologisch bewirtschafteten Flächen im Alten Land nachgewiesen werden. Es konnten jedoch – bei der seit zehn Jahren ökologisch bewirtschafteten Fläche – erste Tendenzen zur „Erholung“ gezeigt werden. Ein Indiz für die „Verbesserung“ wurde durch die Untersuchung der Flügelausprägung der dimorphen Art *Trechus obtusus* belegt. Es wurde ein signifikanter Unterschied zwischen Populationen in jungen ökologischen Obstanbauflächen (mit überwiegend makropteren Individuen) und der „alten“ ökologisch bewirtschafteten Obstfläche (mit überwiegend brachypteren Individuen) festgestellt.

Als Gründe für ein Ausbleiben der Erholung der Laufkäferzönosen wurden folgende drei Bereiche diskutiert:

1. Die Größe der ökologisch bewirtschafteten Flächen, die – vor dem Hintergrund der Bewegungsmuster von Laufkäfern – durchweg zu klein bzw. zu schmal waren, um einen positiven Effekt auf das Gesamtökosystem des Alten Landes zu haben.
2. Die nach der Umstellung vorherrschende Bewirtschaftung, die man als sehr intensiv bezeichnen muss und die nicht automatisch mit einer Extensivierung gleichzusetzen war. Auch die ökologische Produktion von Tafelobst im Alten Land bewegt sich auf einem sehr intensiven Niveau. Dabei fielen besonders die Kupfer- und Schwefelspritzungen gegen verschiedene Pilzarten auf, die im Ökoobstbau nach wie vor erlaubt sind. Eine mechanische Bodenbearbeitung der Baumreihen gegen wurzelkonkurrierende Kräuter, hat ebenfalls einen negativen Einfluss auf die Laufkäferzönosen.
3. Die Möglichkeiten der Neubesiedelung, die Aufgrund der immer noch vorherrschenden integrierten Anbauweise des Alten Landes, für viele Carabiden-Arten nicht möglich ist, da es keine spritzmittelfreien Korridore hin zu den ökologischen Flächen gibt. Die damit verbundene langsame Ausbreitungsgeschwindigkeit der flugunfähigen Carabiden, könnte bei den noch jungen ökologischen Flächen ebenfalls ein Grund für das Ausbleiben bestimmter standorttypischer *Carabus*-Arten sein. Es wurde gezeigt, dass Arten die bei Erhebungen in den 1950er Jahren nachgewiesen werden konnten nicht mehr auf den Flächen vorhanden waren. Dieser Umstand und das nicht mehr vollständige Grabensystem, welches sich vor 1960 wie ein Geflecht durch die Obstanbauflächen des Alten Landes zog und deren Uferbereiche als Leitlinien für die Wiederbesiedelung der Flächen dienen konnte, wurde anhand der häufigen – hier aber nicht gefundenen – Art *Carabus auratus* ausführlich diskutiert.

Es wurde empfohlen die Bereitstellung von Ressourcen, die nicht oder nur temporär (z.B. als Fahrgasse) für den Kulturpflanzenanbau genutzt werden, in einem Förderprogramm zu berücksichtigen. Die Nutzung der Nichtwirtschaftsflächen als Ausgleichsfläche ist im ökologischen Anbau am ehesten durchzusetzen, da hier der Ansatz zum Wirtschaften mit der Natur am ausgeprägtesten ist. Das Beispiel der Einsaat von Blütenpflanzen in den Mittelteil der Fahrgasse ist hierfür ein Beispiel. Nur im Öko-Anbau ist das Einbringen von anderen Strukturen wie z.B. Blütenpflanzen überhaupt möglich. Weitere Maßnahmen (z.B. Förderung von Hochstammanlagen, Förderung und Wiederherstellung der Durchgängigkeit von Grabensystemen und deren sensible Pflege und eine extensivere Bewirtschaftung), wie sie MIERWALD (2003) in seinem Konzept für das Alte Land fordert, sind dringend erforderlich, um eine Verbesserung im Naturhaushalt zu erzielen.



## 7. Literaturverzeichnis

### A

- ACHTZIGER, R.; NIGMANN, U. & ZWÖLFER, H. (1992): Rarefaction-Methoden und ihre Einsatzmöglichkeiten bei der zooökologischen Zustandsanalyse und Bewertung von Biotopen. - Z. Ökologie u. Naturschutz 1: 89-105.
- ADIS, J. (1979): Probleme der Interpretation beim Fang von Insekten mit Bodenfallen. - Zool. Anz. 202, 177-184.
- ANDERSSON, O. (1993): Ökologischer Obstbau im Alten Land. - Ökologie & Landbau 21(88): 45-48, Bad Dürkheim.
- ARBEITSGEMEINSCHAFT INTEGRIERTER OBSTANBAU AN DER NIEDERELBE (Hersg.) (1992): Richtlinien für den integrierten Obstanbau an der Niederelbe. - 3. Ausgabe, 42 S., Jork.
- ASSMANN, T. (1998): Bedeutung der Kontinuität von Lebensräumen für den Naturschutz – Untersuchungen an waldbewohnenden Laufkäfern (Coleoptera, Carabidae) mit Beispielen für methodische Ergänzungen zur Langzeitforschung. Schr.-R. f. Landschaftspfl. u. Natursch., H58, S. 191-214. BfN, Bonn-Bad Godesberg.
- ASSMANN, T.; GÜNTHER, J.M. (2000): Relict populations in ancient woodlands: genetic differentiation, variability and power of dispersal of *Carabus glabratus* (Coleoptera, Carabidae) in north-western Germany. In: Brandmayr P.; Lövei, G.L.; Zetto Brandmayr T.; A. & Vigna Taglianti A. (eds): Natural history and applied ecology of carabid beetles. Pensoft Publishers Sofia, Moscow: 179-206.
- ASSMANN, T.; DORMANN, W.; FRÄMBS, H.; GÜRLICH, S.; HANDKE, K.; HUK, T.; SPRICK, P.; TERLUTTER, H. (2003): Rote Liste der in Niedersachsen und Bremen gefährdeten Sandlaufkäfer und Laufkäfer mit Gesamtverzeichnis. Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen, 23Jg., Nr. 2, S. 70 – 95, Hildesheim.

### B

- BAARS, M.A. (1979): Catches in pitfall traps in relation to mean densities of Carabid beetles. - Oecologia 41, 25-46.
- BAARS, M.A. (1979a): Patterns of Movement of Radioactive Carabid Beetles. - Oecologia 44, 125-140.
- BARBER, H. (1931): Traps for cave-inhabiting insects. - J. Elisha Mitchell, Sci. Soc. 46, 259-266.
- BASEDOW, T. (1987): Der Einfluß gesteigerter Bewirtschaftungsintensität im Getreidebau auf die Laufkäfer. Auswertung einer 14jährigen Untersuchung von 1971-1984. – Mitteil. der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. – 235, Berlin
- BASEDOW, T. (1998): Langfristige Bestandsveränderungen von Arthropoden in der Feldflur, ihre Ursachen und deren Bedeutung für den Naturschutz, gezeigt an Laufkäfern (Carabidea) in

Schleswig-Holstein, 1971-96. Schr.-R. f. Landschaftspfl. u. Natursch., H.58, 215-227, BfN, Bonn-Bad Godesberg.

BATHON, H. (1997): Natürliche Fauna – Wirbellose. Schriftenreihe des BML „Angewandte Wissenschaft“ Heft 465 „Biologische Vielfalt in Ökosystemen“, 42-55.

BEGON, M.; BENNETT, M.; BOWERS, R. G.; FRENCH, N. P.; HAZEL, S. M.; TURNER, J. (2002): A clarification of transmission terms in host-microparasite models: numbers, densities and areas. *Epidemiology and Infection* 129:147-153.

BLUMENTHAL, C.L. (1981): Einheimische Carabus-Arten als Bioindikatoren. - *Jb. naturwiss. Verh. Wuppertal* 34, 70-77.

BUTTERWECK, M. (1998): Populationsstudien an Waldlaufkäfern (Coleoptera, Carabidae) – Einfluß von Korridoren und Trittsteinbiotopen. Wissenschaft und Technik Verlag, Berlin .

## C

CARLSON, R.; AUER, M. (1963): *Der stumme Frühling*. - Biederstein Verlag, München.

CHINERY, M. (1987): *Pareys Buch der Insekten*. – 328 S. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.

CHIVERTON, P. (1987): Predation of the bird cherry-oat aphid in cereals. – Dissertation, Department of Plant and Forrest Protection, University of Agriculture Sciences, Uppsala, Sweden.

CHRISTEN, H.R. (1974): *Chemie*. – 9. Aufl., Verlag Diesterweg, Salle – Frankfurt am Main.

## D

DETTNER, K.; PETERS, W. (Hrsg.)(2003): *Lehrbuch der Entomologie*, Spektrum Akademischer Verlag, München.

DEN BOER, P.J. (1977): Dispersal power and survival – carabids in a cultivated countryside. *Miscellan.Pap.Landbouwhoges. Waningen* 14: 1-189.

DEN BOER, P. J.; VAN HUIZEN, T. H. P.; DEN BOER-DAANJE, W.; AUKEMA, B.; DEN BIEMAN, C. F. M. (1980): Wing polymorphism and dimorphism in ground beetles as a stage in an evolutionary process (Coleoptera: Carabidae). *Entomologia Generalis* 6, 107-134.

DEN BOER, P.J. (1981): On the survival of populations in a heterogeneous and variable environment. *Oecologia* 50: 39-53.

DRITSCHILO, W.; WANNER, D. (1980): Ground beetle abundance in organic and conventional corn fields. - *Environ. Entomol.* 9, 629-631.

## E

EDWARDS, C.A.; THOMSEN, A.R. (1975): Some effects of insecticides on predatory beetles. – *Ann. Appl. Biol.* 80: 132 – 135.

- EGGLER, B.D.; GROSS, A. (1996): Quassia-Extrakt; neue Erkenntnisse bei der Regulierung von Schadern im Obstbau. Mitt. d. Biol. Bundesanst., 321:425.
- ELLSBURY, M.M.; POWELL, J.E.; FORCELLA, F.; WOODSON, W.D.; CLAY, S.A.; RIEDELL, W.E. (1998): Diversity and dominant species of ground beetle assemblages (Coleoptera, Carabidae) in crop rotation and chemical input systems for the northern Great Plains. – Annals of the Entomol. Society of America, 91 (5): 619-625.
- ENGELMANN, H.D. (1978): Zur Dominanzklassifikation von Bodenarthropoden. - Pedobiologia 18, 378-380.
- EPSTEIN, D.L.; ZACK, R.S.; BRUNNER, J.F.; GUT, L.; BROWN, J.J. (2001): Ground beetle activity in apple orchards under reduced pesticide management regimes. – Biological Control, 21 (2): 97-104.
- EWG VERORDNUNG (1991): Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 des Rates vom 24. Juni 1991 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel. - Stiftung Ökologie & Landbau, Bad Dürkheim.

## F

- FORSCHUNGSRING FÜR BIOLOGISCH-DYNAMISCHE WIRTSCHAFTSWEISE E.V. (Hersg.) (1990): Allgemeine Richtlinien für die Anerkennung der Demeter-Qualität. - 20 S., Forschungsring für biologisch-dynamische Wirtschaftsweise e.V., Darmstadt.
- FREUDE, H.; HARDE, K.W.; LOHSE, G.A. (1976): Die Käfer Mitteleuropas, Bd. 1, Einführung in die Käferkunde. – Verlag Goecke u. Evers, Krefeld.

## G

- GERTZ, M.; ANDERSSON, O. (1992): Förderung des ökologischen Obstanbaus im Alten Land durch die Freie und Hansestadt Hamburg. - Poster auf dem 5. Internationalen Erfahrungsaustausch über Forschungsergebnisse zum ökologischen Obstbau, Weinsberg.
- GOULET, H. (2003): Biodiversity of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in Canadian agricultural soils. – Canadian Journal of Soil Science, 83 (3): 259-264 Sp. Iss. SI 2003.
- GROSPITZ, T. (1994): Untersuchungen der epigäischen Bodenfauna unter besonderer Berücksichtigung der Carabidae im Biosphärenreservat S-O-Rügen. - Diplomarbeit, Uni Hamburg.

## H

- HAUG, P. (2003): Gesundheitliche Bewertung von Kupferverbindungen als Pflanzenschutzmittel und deren Auswirkungen auf die Umwelt. – 2:2003 Öko-Obstbau der Fördergemeinschaft Ökologischer Obstbau e.V., Weinsberg.
- HAUSCHILDT, H. (1988): Zur Geschichte der Landwirtschaft im Alten Land. - Dissertation, Universität Hamburg.

- HEINRICH, D.; HERGT, M. (1994): dtv-Atlas zur Ökologie, Tafeln und Texte. – 286 Seiten, Deutscher Taschenbuch Verlag, München.
- HEYDEMANN, B. (1953): Agrarökologische Problematik, dargetan an Untersuchungen über die Tierwelt der Bodenoberfläche der Kulturfelder. Dissertation, Uni-Kiel 433pp.
- HEYDEMANN, B. (1955): Carabiden der Kulturfelder, ökologische Indikatoren. - Ber. 7. Wandervers. dtsh. Entomol. Berlin, 172-185.
- HEYDEMANN, B. (1957): Die Biotopstruktur als Raumwiderstand und Raumfülle für die Tierwelt. - Verh. dt. zool. Ges. Leipzig, 332-347.
- HEYDEMANN, B. (1960): Die biozonotische Entwicklung vom Vorland zum Koog. - Vergleichend-ökologische Untersuchungen an der Nordseeküste I. Spinnen (Araneae); Abh.-Akad.Wiss.Lit.Wiesbaden 11: 744-913
- HOFMANN, G. (1994): Untersuchung der Avifauna unterschiedlich bewirtschafteter Obstanbauflächen im „Alten Land“. - Diplomarbeit, Universität Hamburg, Fachbereich Biologie.
- HOLZ, R.; RABUS E.-W., (1993): Naturschutz in Mecklenburg-Vorpommern, Demmler-Verlag, Schwerin.
- HOSSFELD, R. (1963): Synökologischer Vergleich der Fauna von Winter- und Sommerrapsfeldern. – Z. angew. Entomol. 52, 209 – 254.
- HOZAK, T. (1995): Zum Flügelpolymorphismus und zur Besiedelung instabiler Lebensräume bei Bruchwaldcarabiden. - Verh. Ges. Ökologie. 24:64-65.

## J

- JACOBS, W.; RENNER, M. (1989): Biologie und Ökologie der Insekten. - 2. Aufl., 690 S., VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.
- JASSER, H. G. (1982): Vergleichende Untersuchungen der Baumkronenfaunen unterschiedlich bewirtschafteter Apfelanlagen bei Balingen/Württemberg (unter besonderer Berücksichtigung der für den Apfelanbau bedeutenden Arthropodenarten). 364 S., Schriftenreihe "Lebendige Erde", Forschungsring für biologisch-dynamische Wirtschaftsweise, Darmstadt.
- JÜDES, U.; KLOEHN, E.; NOLOF, G.; ZIESEMER, F. (Hrsg.) (1988): Naturschutz in Schleswig-Holstein. Ein Handbuch für Naturschutzpraxis und Unterricht.

## K

- KAULE, G. (1984): Materialien zur flächendeckenden Bewertung für Belange des Artenschutzes im Rahmen der stadtökologischen Modelluntersuchung Hamburg: Schmetterlinge, Fische, Vögel, Amphibien, Kleinsäuger, Libellen, Heuschrecken (Käfer und Spinnen). - Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Freien und Hansestadt Hamburg, Umweltbehörde.

- KAULE, G. (1991): Arten- und Biotopschutz. - 2. Aufl., 519 S., Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.
- KEIPERT, K. (1990): Praktische Erfahrungen aus einem Anbauversuch in der Lehr- und Versuchsanstalt Auweiler, 1978 bis 1990. - Veröffentlichung Landwirtschaftskammer Rheinland, Gruppe Gartenbau, Bonn.
- KIENZLE, J. (1993): Fahrgassenbegrünung im ökologischer Obstbau. - *Ökologie & Landbau* 21(88): 29, Bad Dürkheim.
- KIENZLE, J., SCHULZ, C., ZEBITZ, C.P.W. (1995): Zweijährige Erfahrungen mit dem Einsatz von NeemA-zal in Ökologisch wirtschaftenden Obstbaubetrieben. 7. Intern. Erfahrungsaust. Über Forschungsergebnisse zum Ökol. Obstbau, Beitr. zur Tagung vom 14.-15.12.1995, Weinsberg, 179 S.
- KIENZLE, J. (2003): Einsatz von Kupfer im ökologischen Obstbau. In: Kühne, S.; Friedrich, B. (Hrsg.) Alternativen zur Anwendung von Kupfer als Pflanzenschutzmittel. Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt 118, 19-20, Saphir Verlag, Ribbesbüttel.
- KIENZLE, J. (2003a): Zum Einsatz von Netzschwefel im ökologischen Obstbau. In: Kühne, S.; Friedrich, B. (Hrsg.) Alternativen zur Anwendung von Kupfer als Pflanzenschutzmittel. Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt 123, 20-21, Saphir Verlag, Ribbesbüttel.
- KLEIN, W. (2004): Veränderung der Produktionsfaktoren im Obstbau der letzten 25 Jahre. – Mitt. OVR 59: 250 – 251, Jork.
- KOCH, K. (1989): Die Käfer Mitteleuropas. Bd. 1, Ökologie. 440 S., – Verlag Goecke & Evers, Krefeld.
- KOKTA, C. (1989): Auswirkungen abgestufter Intensität der Pflanzenproduktion auf epigäische Arthropoden, insbesondere Laufkäfer (Coleoptera, Carabidae) in einer dreigliedrigen Fruchtfolge. - Dissertation, Universität Darmstadt.
- KÖHLER, B., RIEDIGER, H. (1970): Das Alte Land. - Verlag Perten Druck, Reinbek bei Hamburg.
- KOSCHKE, N. (1994): Vorkommen, Laichhabitat, Laicherfolg und Kondition von Amphibien in verschieden bewirtschafteten Obstanbaubetrieben des „Alten Landes“ und Finkenwerders. - Diplomarbeit, Universität Hamburg, Fachbereich Biologie.
- KOEPF, H.; SCHAUMANN, W.; HACCIUS, M. (1996): Biologisch-Dynamische Landwirtschaft. - 4. Aufl., 376 S., Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.
- KREUTER, T. (1996): Struktur und Besonderheiten der Carabiden-Zönosen im Nordteil des Ökohofes Seeben. - S. 109-117, In DIEPENBROCK, W.; HÜLSBERGEN, H.-J. (Hrsg.): Langzeiteffekte des ökologischen Landbaus auf Fauna, Flora und Boden., Tagungsband der Martin-Luther-Universität Halle/Saale.
- KREBS, (2001): Ecology. The experimental analysis of distribution and abundance. - 5th ed. Benjamin Cummings, San Francisco, CA. 695 pp.

---

KÜNAST, R. (2001): Die ersten Schritte sind getan. - Ökologie & Landbau 120:34, Bad Dürkheim.

## L

LANGAN, A.M.; TAYLOR, A.; WHEATER, C.P. (2004): Effects of metaldehyde and methiocarb on feeding preferences and survival of a slug predator (*Pterostichus melanarius* (F.), Carabidae, Pterostichini). *Journal of Appl. Entom.*, 128(1), 51-55.

LINDROTH, C.H. (1949): Die fennoskandischen Carabiden. III. Allgemeiner Teil. - Göteborgs kungl. vetensk. Vitterh.-Samh. Handl. B4, 3: 1-911.

LINDROTH, C.H. (1974): Coleoptera, Carabidae. – Handbooks for the identification of british Insects 4 (2): 148 pp., London.

LINDROTH, C.H. (1985): The Carabidae (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark. - Band I & II, *Fauna Entomologica Scandinavica*, Scandinavian Science Press Ltd., Leiden/Copenhagen.

LOHSE, G. A. (1954): Die Laufkäfer des Niederelbegebietes und Schleswig-Holsteins. *Verh. Ver. naturw. Heimatforsch. Hamburg (Stade)* 31, 1-39 und S. 116.

LOHSE, G.A. (1981): Bodenfallen im Naturpark Wilseder Berg mit einer kritischen Beurteilung ihrer Aussagekraft. - *Jb. naturwiss. Verh. Wuppertal* 34, 70-77.

LOHSE, G.A.; LUCHT, W.H. (1989): Die Käfer Mitteleuropas. – Supplem. Bd. 12, Goecke & Evers, Krefeld.

## M

MADER, H.J.; MÜHLENBERG, M. (1981): Artenzusammensetzung und Ressourcenangebot einer kleinflächigen Habitatinsel, untersucht am Beispiel der Carabidenfauna. - *Pedobiologia*, 21: 46-59.

MAGURRAN, A.E.(1996): *Ecological diversity and its measurement*. Chapman & Hall, London: 179pp.

MARTENS, J.M.; GILLAND, L.; KURZ, H. (1986): Biotopschutzkonzept Süderelbmarsch. - *Schriftenreihe der Umweltbehörde*, Heft 16/1986, Hamburg.

MIERWALD, U. (2003): Konzeptionelle Ansätze für Ausgleichsmaßnahmen im Obstbau. Unveröffentlichtes Gutachten für die Behörde für Wirtschaft und Arbeit, Hamburg.

MÜHLENBERG, M. (1993): *Freilandökologie*. - 3. Aufl., Quelle & Meyer, Uni Taschenbücher, Heidelberg, Wiesbaden, 512pp.

MÜLLER, G. (1970): Laboruntersuchungen zur Wirkung von Herbiziden auf Carabiden. - *Arch. f. Pflanzenschutz* 7, 351-364.

MÜLLER, H.J. (1986): *Bestimmung wirbelloser Tiere im Gelände*, 2.Aufl., VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.

MÜLLER-MOTZFELD, G. (1989): LAUFKÄFER (COLEOPTERA: CARABIDAE) ALS PEDOBIOLOGISCHE INDIKATOREN. - *PEDOBIOLOGIA* 33, 145-153.

---

MÜLLER-MOTZFELD, G. (Hrsg.) (2004): Bd. 2 Adephaga 1: Carabidae (Laufkäfer). – In: FREUDE, H.; HARDE, K.W.; LOHSE, G.A.; KLAUSNITZER, B.: Die Käfer Mitteleuropas – Spektrum-Verlag, Heidelberg/Berlin, 2. Auflage.

MUNZERT, M., HÜFFMEIER, H. (Hrsg.) (1998): Die Landwirtschaft. – Band 1: Pflanzliche Erzeugung. 11. Aufl., BLV Verlagsgesellschaft München, 744pp.

## N

NATURLAND (1992): Richtlinien des NATURLAND-Verbandes für naturgemäßen Landbau e.V.. - 2. Auflage, 18 S., NATURLAND-Spezial, Gräfelfing.

NEW, T.R. (2005): Invertebrate Conservation and Agricultural Ecosystems. Cambridge University Press, Cambridge, New York, Melbourne, Madrid, Cape Town, Singapore, Sao Paulo.

NIEHUES, F.-J.; Hockmann, P.; Weber, F. (1996): Genetics and dynamics of a *Carabus auronitens* metapopulation in the Westphalian Lowlands (Coleoptera, Carabidae). - Ann. Zool. Feniici 33: 85-96, Helsinki

NOVAK (1969): Bodenfallen mit großem Öffnungsdurchmesser zur Untersuchung der Bewegungsaktivität von Feldcarabiden (Coleoptera, *Carabidae*). – Acta Univ. Palack. Olomuc. Fac. Rer. Nat. 28: 99-131.

## P

PALLUTT, B. (Hrsg.) (2000): Pflanzenschutz im Ökologischen Landbau - Probleme und Lösungsansätze - Drittes Fachgespräch am 2. November 1999 in Kleinmachnow - "Unkrautregulierung im ökologischen Landbau", Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt Nr. 104., Kleinmachnow.

PAWLIZKI, K.-H. (1984): Auswirkungen abgestufter Produktionsintensitäten auf die Aktivitätsabundanz von Feldcarabiden (Coleoptera, Carabidae) sowie auf die Selbstregulation von Agroökosystemen. - Bayr. Landw. Jb., Sonderh. 2, 11-40.

POSPISCHIL, R. (1982): Käfer als Indikatoren für den Wasserhaushalt des Waldes. - Decheniana-Beihefte 26, 158-170, Bonn.

## R

REIMERS, H. (1994): Zur Heuschreckenfauna des Alten Landes - vergleichende Untersuchungen verschiedener Obstanbauformen. - Diplomarbeit, Fachbereich Biologie, Universität Hamburg.

REITTER, E. (1908-1916): Die Farbtafeln aus REITTER'S Fauna Germanica Käfer. - Reprint 1985, H. Meier GmbH, München.

RIECKEN, U. & RATHS, U. (1996): Use of radio telemetry for studying dispersal and habitat use of *Carabus coriaceus* L.- Ann. Zool. Fennici 33: 109-116, Helsinki

RZEHAKE, H. (1987): Untersuchungen über die Auswirkungen großflächiger, mehrjährig wiederholter Insektizidbehandlungen auf die Abundanzdynamik der Laufkäfer (Coleoptera, Carabidae). - Dissertation, Christian-Albrecht Universität, Kiel.

## S

SCHERNEY, F. (1960): Über die Zu- und Abwanderung von Laufkäfern (Carabidae) in Feldkulturen. - Pflanzenschutz 12, 169-171.

SCHULZ, CHR. (1993): Ökologischer Obstbau und integrierte Produktion. - Ökologie & Landbau 21 (88): 26-29, Bad Dürkheim.

SCHUBERT, R. (Hersg.) (1986): Lehrbuch der Ökologie. - 2.Aufl. 595 S. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.

SCHUBERT, R. (Hersg.) (1991): Bioindikation in terrestrischen Ökosystemen. - 2. Aufl., 338 S., VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.

SCHÜLER, CHR. (1992): Integrierter Pflanzenbau Wunsch oder Wirklichkeit? - Ökologie & Landbau 32 (77), Bad Dürkheim.

SCHWERTFEGER, F. (1975): Ökologie der Tiere. - Bd. 3, Synökologie, 451 S., Paul Parey Verlag, Hamburg, Berlin.

SPENCE, J.R.; NIEMELÄ J.K. (1994): Sampling carabid assemblages with pitfall traps: the madness and the method. Canadian Entomologist 126:881-894.

STRELOW, T. (1994): Bewertung von Obstbauflächen mit unterschiedlichen Bewirtschaftungsformen auf Grund von verschiedenen Insektengruppen. - Diplomarbeit, Universität Hamburg, Fachbereich Biologie.

STRESEMANN, E. (1986): Exkursionsfauna für die Gebiete der DDR und der BRD. - Band 2/1, 7. Aufl., Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin.

SOUTHWOOD, T. R. E.; HENDERSON, P. A. (2000): Ecological Methods. 3rd Edition. Blackwell Science Ltd, Oxford

SUNDERLAND, K.D. (1975): The diet of some predatory arthropods in cereal crops. - J. appl. Ecol. 12, 755-765.

## T

TAMKE, H. (1984): Veränderungen in der Francoper Landschaft. Schutz von Pflanzen- und Tierarten und ihrer Lebensstätten. - "750 Jahre Frankop": 125-136, Frankoper Heimatverein.



- TIEMANN, K.-H. (2004): Kurze Chronik über das Niederelbische Obstanbaugebiet und den Obstbauversuchsring des Alten Landes sowie die Obstbauversuchsanstalt. – Mitt. des Obstbauversuchsrings des Alten Landes (Sonderausgabe) 59/7, 236-238, Jork.
- TISCHLER, W. (1948): Biozönotische Untersuchungen an Wallhecken. - Zool. Jb. Syst. 77: 283-400.
- TISCHLER, W. (1958): Synökologische Untersuchungen an der Fauna der Felder und Feldgehölze. - Z. Morph. Ökol. Tiere 47, 54-114.
- TISCHLER, W. (1975): Agroökologie. - 125 S., VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.
- TISCHLER, W. (1980): Biologie der Kulturlandschaft. Eine Einführung. - Fischer Verlag, Stuttgart.
- TIEHLE, H.-U. (1977): Carabid beetles in their environments. A study on habitat selection by adaptation in physiology and behaviour. 369 pp., Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- TRAUTNER, J.; ASSMANN, T. (1998): Bioindikation durch Laufkäfer – Beispiele und Möglichkeiten. – Bayer.Akad.Natursch.Landschaftspfl., Laufener Seminarbeitr. 8/98, S.169-182, Laufen/Salzach.
- TRETZEL, E. (1955): Technik und Bedeutung des Fallenfanges für ökologische Untersuchungen. - Zool. Anz. 155, 276-287.
- TURICH, D. (1994): Vergleichende Untersuchung von Gewässern in unterschiedlich bewirtschafteten Obstanbauflächen im Alten Land. - Diplomarbeit, Universität Hamburg, Fachbereich Biologie.

## V

- VFNHZZH (2004): Verbreitungskarten. - Verein für Naturwissenschaftliche Heimatforschung zu Hamburg e.V.; <http://www.entomologie.de/hamburg/karten>
- VICKERMANN, G.P. ; SUNDERLAND, K.D. (1975): Arthropods in cereal crops: nocturnal activity, vertical distribution and aphid predation. J. appl. Ecol. 12, 755 – 765.

## W

- WEINITSCHKE, H. (1987): Naturschutz und Landnutzung. - 293 S., VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.
- WINTER, F. (Hersg.) (1992): LUCAS' Anleitung zum Obstbau. - 31. Aufl. 415 S. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

## Z

- ZAHRADNIK, J. (1985): Käfer Mittel- und Nordwesteuropas. – Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, pp498.

**Mündliche Mitteilungen:**

- AUGUSTIN, DIERK      Obstbauer (Demeter-Hof), Klein Hove 21, 21635 Jork, Vorstand Vörderverein Ökologischer Obstbau e.V. und Vorstandsmitglied in der ÖON (Öko-Obstbaugruppe Norddeutschland Versuchs- und Beratungsring e. V.)
- GERTZ, MICHAEL      Fachamt für Ökologische Land- und Forstwirtschaft, Behörde für Wirtschaft und Arbeit, Hamburg
- GÜHRLICH, STEFAN    freier Umweltgutachter und Käferspezialist, Hamburg
- HANSEN, DR. REIMER    Landwirt in Willerswalde Mecklenburg-Vorpommern, ehem. landwirtschaftlicher Berater und ehem. Dozent an der FH Brandenburg.
- HEINRICH, JOHANNES    Obstbauer (Demeter-Hof), Steinkirchen
- KIENZLE, JUTTA        Fg. Angewandte Entomologie, Universität Hohenheim
- PILARCZYK, H.         Obstbauer, Finkenwerder
- QUAST, HEINRICH      Obstbauer (Demeter-Hof), Nincoper Straße 119, 21129 Hamburg
- DR. THIEMANN         Gesamtleiter des Obstbau-Versuchs- und Beratungszentrums mit den Bereichen Forschung (Obstbauversuchsanstalt, OVA) und Beratung (Obstbauversuchsring, OVR), Moorende 53, 21635 Jork

## 8. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

### Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: <i>Carabus coriaceus</i> L.....	1
Abbildung 2: Karte des Alten Landes Maßstab 1:100.000.....	4
Abbildung 3: Diagramm der Wetterdaten aus dem Jahr 1993 (Quelle: OVR, Jork).....	8
Abbildung 4: Diagramm der Wetterdaten aus dem Jahr 1994 (Quelle: OVR, Jork).....	9
Abbildung 5: Diagramm der Wetterdaten aus dem Jahr 1995 (Quelle: OVR, Jork).....	10
Abbildung 6: Aufbau der für diese Arbeit verwendeten Barberfalle.....	24
Abbildung 7: Carabidenrohddichte-Diagramm.....	38
Abbildung 8: Individuen pro Fläche für vier ausgewählte Arten im Jahr 1993.....	43
Abbildung 9: Individuen pro Fläche für vier ausgewählte Arten im Jahr 1994.....	43
Abbildung 10: Individuenzahlen auf den einzelnen Flächen.....	44
Abbildung 11: Jahreszeitliches Auftreten von <i>Pterostichus melanarius</i> .....	44
Abbildung 12: Individuenzahlen auf den einzelnen Flächen.....	45
Abbildung 13: Jahreszeitliches Auftreten von <i>Nebria brevicollis</i> .....	45
Abbildung 14: Individuenzahlen auf den einzelnen Flächen.....	46
Abbildung 15: Jahreszeitliches Auftreten von <i>Patrobus atrorufus</i> .....	46
Abbildung 16: Individuenzahlen auf den einzelnen Flächen.....	47
Abbildung 17: Jahreszeitliches Auftreten von <i>Notiophilus biguttatus</i> .....	47
Abbildung 18: Individuenzahlen auf den einzelnen Flächen.....	48
Abbildung 19: Jahreszeitliches Auftreten von <i>Clivina fossor</i> .....	48
Abbildung 20: Individuenzahlen auf den einzelnen Flächen.....	49
Abbildung 21: Jahreszeitliches Auftreten von <i>Pterostichus strenuus</i> .....	49
Abbildung 22: Individuenzahlen auf den einzelnen Flächen.....	50
Abbildung 23: Jahreszeitliches Auftreten von <i>Loricera pilicornis</i> .....	50
Abbildung 24: Individuenzahlen auf den einzelnen Flächen.....	51
Abbildung 25: Jahreszeitliches Auftreten von <i>Bembidion properans</i> .....	51
Abbildung 26: Individuenzahlen auf den einzelnen Flächen.....	52
Abbildung 27: Jahreszeitliches Auftreten von <i>Pterostichus niger</i> .....	52
Abbildung 28: Individuenzahlen auf den einzelnen Flächen.....	53
Abbildung 29: Jahreszeitliches Auftreten von <i>Asaphidion flavipes</i> .....	53
Abbildung 30: Individuenzahlen auf den einzelnen Flächen.....	54

---

Abbildung 31: Jahreszeitliches Auftreten von <i>Trechus quadristriatus</i> .....	54
Abbildung 32: Individuenzahlen auf den einzelnen Flächen.....	55
Abbildung 33: Jahreszeitliches Auftreten von <i>Amara similata</i> .....	55
Abbildung 34: Individuenzahlen auf den einzelnen Flächen.....	56
Abbildung 35: Jahreszeitliches Auftreten von <i>Harpalus rufipes</i> .....	56
Abbildung 36: Individuenzahlen auf den einzelnen Flächen.....	57
Abbildung 37: Jahreszeitliches Auftreten von <i>Amara familiaris</i> .....	57
Abbildung 38: Individuenzahlen auf den einzelnen Flächen.....	58
Abbildung 39: Jahreszeitliches Auftreten von <i>Trechus obtusus</i> .....	58
Abbildung 40: Flügelausbildung bei <i>Trechus obtusus</i> auf den Untersuchungsflächen.....	59
Abbildung 41: SHANNON-WIENER-Index, Eveness und Varianz für das Jahr 1993.....	62
Abbildung 42: SHANNON-WIENER-Index und Eveness für das Untersuchungsjahr 1994.....	62
Abbildung 43: SIMPSON-Index für das Untersuchungsjahr 1993.....	63
Abbildung 44: SIMPSON-Index für das Untersuchungsjahr 1994.....	63
Abbildung 45: Trellis-Diagramm für das Untersuchungsjahr 1993.....	64
Abbildung 46: Trellis-Diagramm für das Untersuchungsjahr 1994.....	65
Abbildung 47: Art-Abundanz-Kurven für 1993.....	66
Abbildung 48: HURLBERT-Kurven für 1994.....	66
Abbildung 49: Art-Abundanz-Kurven für 1994.....	67
Abbildung 50: HURLBERT-Kurven für 1994.....	67
Abbildung 51: SHINOZAKI-Kurven für die fünf Untersuchungsflächen (A-E).....	68
Abbildung 52: SHINOZAKI-Kurven für die fünf Untersuchungsflächen (A-E).....	69
Abbildung 53: Probenflächen A (1:5.000 Deutsche Grundkarte).....	106
Abbildung 54: Integriert bewirtschaftete Probenfläche A (1:5.000 Deutsche Grundkarte).....	107
Abbildung 55: Ökologisch bewirtschaftete Fläche E (1:5.000 Deutsche Grundkarte).....	108

---

## 9. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Monatswerte der langfristigen Witterungsdaten der Station Jork...	7
Tabelle 2: Wetterdaten für das Jahr 1993 (Quelle: OVR, Jork).....	8
Tabelle 3: Wetterdaten für das Jahr 1994 (Quelle: OVR, Jork).....	9
Tabelle 4: Wetterdaten für das Jahr 1995 (Quelle: OVR, Jork).....	10
Tabelle 5: Die wichtigsten im integrierten Anbau erlaubten Mittel...	14
Tabelle 6: Im ökologischen Anbau erlaubte Mittel (Quelle: AGÖL, 1991).....	15
Tabelle 7: Übersicht über die Untersuchungsflächen.....	18
Tabelle 8: Verteilung der vertikalen Vegetationsstruktur auf den untersuchten Flächen.....	22
Tabelle 9: Standzeiten der Fallen.....	25
Tabelle 10: Logarithmische Klassenbildung nach ENGELMANN (1978).....	28
Tabelle 11: Artenliste der Carabiden mit den Fangzahlen auf den Probenflächen...	36
Tabelle 12: Individuen- und Artenzahlen pro Fläche für die einzelnen Jahre...	42
Tabelle 13: Verteilung der brachypteren und makropteren Individuen...	60
Tabelle 14: Aktivitätsdominanzen nach der Gesamtdominanz absteigend sortiert.....	61
Tabelle 15: Übersicht zu Laufstrecken von Laufkäfern.....	82
Tabelle 16: Carabiden-Arten, die aus dem Alten Land bekannt sind...	85
Tabelle 17: Ökologische Parameter der nachgewiesenen Laufkäfer.....	109

## 10. Lebenslauf

### Persönliche Daten

Vor- und Zuname Olaf Anderßon  
 Geburtsdatum und -ort 20. September 1964, Hamburg  
 Anschrift Langer Weg 1  
 21354 Bleckede  
 Email: olaf.andersson@gmx.de  
 Familienstand Verheiratet, 3 Kinder

### Schulebesuch

Grundschule 1971 - 1975  
 Regerstrasse, Hamburg  
 Gymnasium 1975 - 1984  
 Ernst-Schlee-Gymnasium, Hamburg

**Schulabschluss** 1984 Abitur

**Sonstiges** 1984 – 1985  
 Grundwehrdienst, Bad Segeberg

**Studium** 1986 – 1992  
 Universität Hamburg: Biologiestudium,  
 Abschluss: Diplom  
**Titel der Diplomarbeit:**  
 „Vergleichende Untersuchung der Augenentwicklung bei oberirdischen  
 und Höhlenformen der Gattung *Rhamdia* (Pimelodidae, Teleostei).“

**Promotion** 1993 – 1999  
 Universität Hamburg, Promotionsstudium im Projekt "Ökologischer Obst-  
 bau"  
2004 – 2005  
 Universität Lüneburg: Fortsetzung und Abschluss der Promotion,  
**Titel der Dissertation:**  
 „Die Carabiden-Fauna auf unterschiedlich intensiv bewirtschafteten  
 Obstanbauflächen im Alten Land bei Hamburg.“

**Hauptberufliche  
Tätigkeiten** 1997 - 1999  
 Anderßon & Hofmann GbR - biol.-ökologische Gutachten, Hamburg, Mit-  
 inhaber  
1999 – 2001  
 DATACOLOR Dialog - Medien GmbH, Lüneburg, stellv. EDV-Leiter  
seit 2001  
 gedas on site services GmbH, Projektleiter / Ausbildungsbeauftragter

**Nebenberufliche  
Tätigkeiten** 1999 – 2003  
 EDV-Dozent  
seit 2003  
 Prüfer für Fachinformatiker Anwendungsentwicklung an der Industrie- und  
 Handelskammer, Hamburg  
seit 2004  
 Lehrbeauftragter für Informatik an der Hochschule für angewandte Wissen-  
 schaften Hamburg

## 11. Danksagung

Ich danke Herrn Prof. Dr. Thorsten Aßmann von der Universität Lüneburg für die Betreuung der Arbeit, die Übernahme des Erstgutachtens und die Möglichkeit, diese Arbeit zu einem erfolgreichen Abschluss zu bringen.

Außerdem danke ich herzlich:

Herrn Prof. Dr. Werner Haerdle für die Anfertigung des Zweitgutachtens;

Herrn PD Dr. R. Grimm (Uni Hamburg) für die Vergabe des Themas;

Herrn Michael Gertz für die Unterstützung seitens der Wirtschaftsbehörde / Umweltbehörde Hamburg und den Kontakt zu den Obstbauern im Alten Land;

Den Landwirten im Alten Land für die Möglichkeit der Probennahme, insbesondere den Familien Dirk Augustin und Heinrich Quast für viele fruchtbare Diskussionen rund um das Thema ökologischer Obstanbau;

Frau Vollmer von der Obstbauversuchsanstalt für die Klima- und Wetterdaten;

Herrn Achtziger für die Überlassung eines Computer-Programms für die Rarefaction-Berechnung;

Den Diplomanden des Projektes „Ökologischer Obstbau im Alten Land“ (Gudrun Hofmann, Niels Koschke, Holger Reimers, Nicole Sonnenwald, Thomas Stelow, Dörte Turich) für die Unterstützung und fruchtbare Diskussionen;

Herrn Martin Zörner und Herrn Stephan Gürlich für die Nachbestimmung einiger Carabiden-Arten.

Weiterhin möchte ich allen danken, die auf die eine oder andere Weise zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben, besonders seien hier erwähnt: Thoralf Grospitz, Jens Westphalen, Roland Krohn, Herbert Roller und Olivier Krieger.

Und zu guter Letzt meiner Familie, meinen Eltern und meiner Frau Anne, ohne die ich diese Arbeit nicht zu einem erfolgreichen Abschluss gebracht hätte. Und meinen Kindern Marieke, Niels und Lasse, die so manche Stunde ohne ihren Papa auskommen mussten.

## 12. Anhang

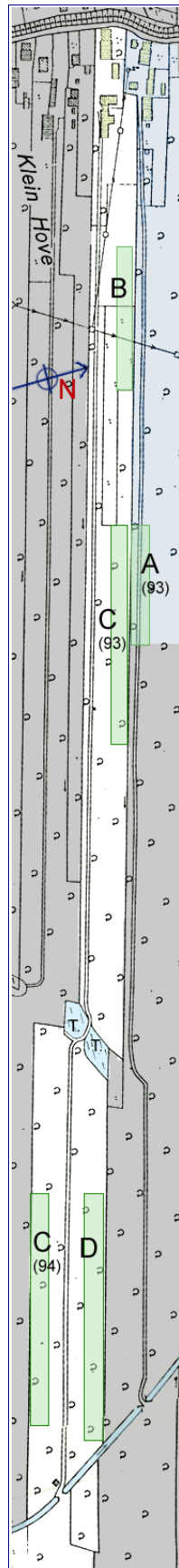


Abbildung 53: Probenflächen A im Jahr 1993 auf dem integriert wirtschaftenden Obsthof Minners; Probenflächen B, C und D auf dem Obsthof Dirk Augustin (alle ökologisch) in Klein Hove, Niedersachsen (1:5.000 Deutsche Grundkarte).



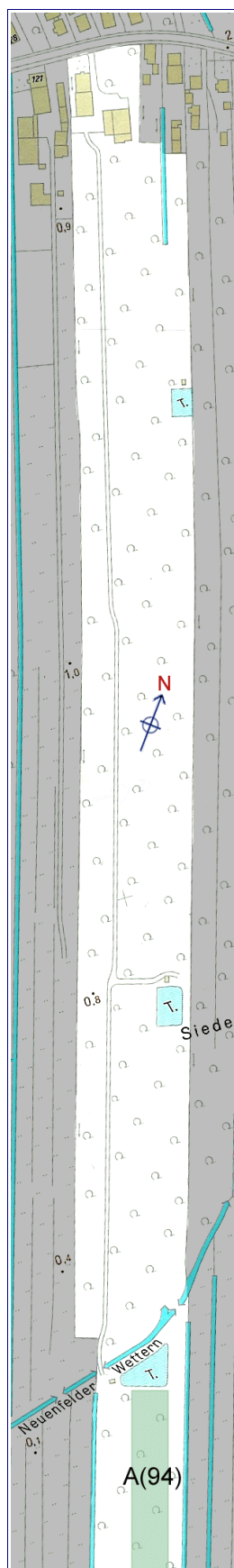


Abbildung 54: Integriert bewirtschaftete Probenfläche A im Jahre 1994 auf dem Obsthof Heinrich Quast Hamburg Nincop (1:5.000 Deutsche Grundkarte).

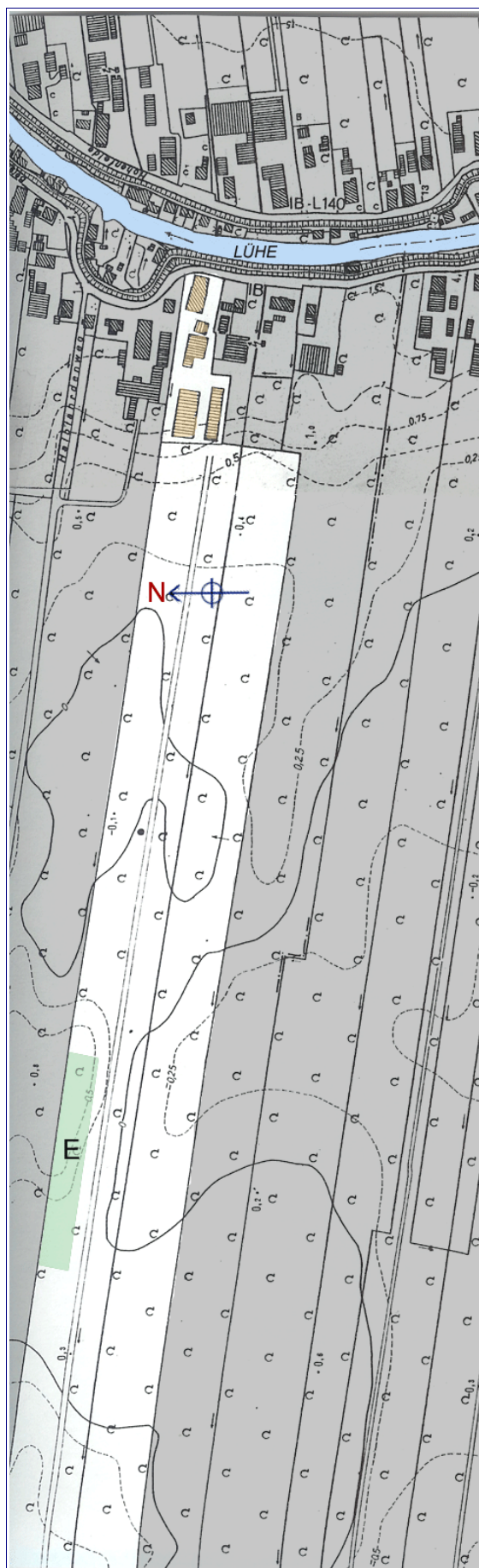


Abbildung 55: Ökologisch bewirtschaftete Fläche E auf dem Obsthof Heinrich in Steinkirchen, Niedersachsen (1:5.000 Deutsche Grundkarte).

Tabelle 17: Ökologische Parameter der nachgewiesenen Laufkäfer (THIELE, 1977; LINDROTH, 1985; BASEDOW, 1987; ASSMANN et al., 2003; MÜLLER-MOTZFELD, 2004)

Arten	Größe (mm)	Verbreitung	Monotop	Ansprüche	Fortpflanzung *)	Verhalten	Nahrung	Bestand	Status	Notiz	
<i>Acupalpus meridianus</i> (LINNÉ, 1761)	3,3 - 3,8	Europa	weniger hygrophil als andere <i>Acupalpus</i> -Arten	auf offenem, sonnenexponiertem Gelände; auf mäßig humosem, tonig bis sandigem Boden; unter kurzer Grasvegetation; man trifft die Art häufig auf Ackerland	F	Frühjahrsbrüter		mh	*		
<i>Acupalpus parvulus</i> (STURM, 1825)	3,0 - 4,0	allgemein verbreitet in Europa		auf offenem, sonnenexponiertem oder leicht schattigem Gelände; am Rand von stehenden oder fließenden Gewässern; auf tonig-sandigem Gelände; vegetationsfreie Stellen zwischen reichem Bestand von <i>Juncus</i> , <i>Carex</i> , <i>Equisetum</i>	F	Frühjahrsbrüter		mh	*	starker Ausbreitungsdrang	
<i>Agonum fuliginosum</i> (PANZER, 1809)	5,5 - 7,8	verbreitet in Zentraleuropa		hygrophil; lebt auf unterschiedlichem, feuchtem, oft schattigen Standorten; am Rande von eutrophen Seen und Flüssen; weniger zahlreich in oligitrophen Sümpfen	F	Frühjahrsbrüter		mh	*		
<i>Agonum muelleri</i> (HERBST, 1784)	7,2 - 9,5	verbreitete Art in Europa	eurytop	heliophil; auf Standorten mit einer breiten Spanne an Humusgehalt mit tonigen Anteilen; Sonnenexponierte Flächen mit karger Vegetation; Verbreitete Art auf landwirtschaftlich genutzten Flächen;	FH	Frühjahrsbrüter		h	*		
<i>Amara aenea</i> (DEGEER, 1774)	6,2 - 8,8	allgemein verbreitet in Europa	xerophil	lebt in offenem Gelände auf trockenem, sandigem bis tonigem Boden; mit dichter aber kurzer Vegetation; in kultiviertem Land	F	Frühjahrsbrüter	ausgesprochen tagaktiv	h	*		
<i>Amara bifrons</i> (GYLLENHAL, 1810)	5,3 - 7,4	allgemein verbreitet in Europa	xerophil	lebt auf sandigem, sonnenexponiertem Boden mit zerstreuter Vegetation; auch auf kultiviertem Land	H	Herbstbrüter	überwiegend nachtaktiv; guter Flieger, der oft zum Licht fliegt	mh	*		
<i>Amara communis</i> (PANZER, 1797)	6,0 - 6,8	allgemein verbreitet in Europa	eurytop	Vorkommen in offener Landschaft auf jeglichem mäßig trockenem Boden, in Wiesen und Feldern; oft unter Moos und trockenem Laub	F	Frühjahrsbrüter	tagaktiv	h	*		
<i>Amara familiaris</i> (DUFTSCHMID, 1812)	5,6 - 7,2	allgemein verbreitet in Europa	eurytop	kommt auf offenem, sonnenexponiertem Gelände vor; auf jederart von Untergrund; die Art ist zahlreich in Wiesen, auf kultiviertem Land, und in den angrenzenden Flächen;	F	Frühjahrsbrüter		lebt von Pflanzensamen	h	*	
<i>Amara lunicollis</i> (SCHIODTE, 1837)	7,3 - 9,0	allgemein verbreitet in Europa	eurytop	auf mehr oder weniger trocknen Standorten; mit torfigem oder sandigem Boden, in offener Landschaft; typischer Bewohner von <i>Calluna</i> -Standorten; auch in nicht zu trockenem Grasland, Wiesen und Ackerland	F	Frühjahrsbrüter	vor allem tagaktiv	h	*	In Gesellschaft mit <i>Carabus arvensis</i> , <i>Bradycellus ruficollis</i> , <i>B. caucasicus</i>	
<i>Amara plebeja</i> (GYLLENHAL, 1810)	6,3 - 7,8	allgemein verbreitet in Europa	eurytop	auf unterschiedlichen Typen von mäßig humosem Boden; ganz besonders auf festem, tonigem Boden mit Feuchtwiesencharakter in der Nähe von offenem Gewässer; auch auf Ackerland;	F	Frühjahrsbrüter		h	*		
<i>Amara similata</i> (GYLLENHAL, 1810)	7,8 - 10,0	allgemein verbreitet in Europa	eurytop	auf unterschiedlichen Typen mäßig trockenem Boden; vor allem in offenen, sonnenexponierten Flächen z.B. Feutwiesen und Grasland; oft auf Ackerland und ganz besonders auf den angrenzenden Flächen und offenen Wäldern;	F	Frühjahrsbrüter	tagaktiv	h	*		
<i>Amara tibialis</i> (PAYKULL, 1798)	4,4 - 5,7	allgemein verbreitet in Europa		auf offenem, sonnenexponiertem, trockenem Land; häufig auf sandigen Böden mit oft sehr dichter aber kurzer Grasvegetation; oft unter <i>Calluna</i> ; bevorzugt in Küstenregionen;	F	Frühjahrsbrüter (Mai - Juni)		s	V		
<i>Anchomenus dorsalis</i> (PONTOPPIDAN, 1763)	5,8 - 7,8	In Mitteleuropa häufige Offenlandart		Auf grundwassernahen aber oberflächlich leicht abtrocknende Böden	FH	Frühjahrsbrüter mit Herbstpopulation	Blattlausräuber	h	*	Überwintert als Imago in Hecken	
<i>Anisodactylus binotatus</i> (FABRICIUS, 1787)	10,0 - 12,8	ziemlich Häufig und weit verbreitet in Europa	hygrophil	in offenem Gelände; häufig in der Nähe von stehenden oder langsam fließenden Gewässern; auf tonhaltigem, kiesigem oder torfigem Boden mit hoher Grasvegetation; auch auf Ackerland	F	Frühjahrsbrüter (Mai)		sh	*		
<i>Asaphidion flavipes</i> (LINNÉ, 1761)	3,9 - 4,7	Europa		bevorzugt offenen Boden mit karger Vegetation; feuchte tonig-sandige Standorte in der Nähe von Gewässern oder in kultiviertem Boden	F	Frühjahrsbrüter		h	*		
<i>Badister bullatus</i> (SCHRANK, 1798)	4,8 - 6,5	allgemein verbreitet	eurytop	sowohl auf feuchten als auch trocknen Standorten; in offenem als auch im schattigem Gelände; vorherrschend in offenen Laubwäldern mit einer dicken Laubstreuschicht oder in offenem Grasland	F	Frühjahrsbrüter (Mai - Juli)		mh	*		

Arten	Größe (mm)	Verbreitung	Monotop	Ansprüche	Fortpflanzung *)	Verhalten	Nahrung	Bestand	Status	Notiz	
<i>Badister lacertosus</i> (STURM, 1815)	6,1 - 7,2	Verbreitung in Europa nicht im Detail bekannt		auf feuchten und ziemlich schattigen Flächen; verweilt unter Moos und Laubstreu in Laubwäldern	F	Frühjahrsbrüter (Mai - Juni)		mh	*		
<i>Badister sodalis</i> (DUFTSCHMID, 1812)	3,9 - 4,8	allgemein verbreitet in Europa		vorherrschend in Laubwäldern; auf feuchtem, verkrautetem, tonigen Boden in schattigen Bereichen; die Art zeigt eine hohe Abundanz zu Sumpfigen Wäldern oder am Rand von Temporärge- wässern; ist auch auf reichen Wiesen zu finden	F	Frühjahrsbrüter (Mai)		s	*		
<i>Bembidion guttula</i> (FABRICIUS, 1792)	2,8 - 3,5	allgemein verbreitet		lebt auf feuchtem tonhaltigem Boden in der Nähe von Fließge- wässern; in offenem Gelände mit reicher Vegetation oder in Laub- wäldern	F	häufig im Frühjahr		mh	*		
<i>Bembidion lampros</i> (HERBST, 1784)	3,0 - 4,4	allgemein verbreitet	eurytop	lebt auf fast allen offenen, sonnenexponierten Böden mit karger Vegetation. Häufig auf trockenen, sandigen Standorten.	F	typischer Frühjahrsbrü- ter	kleine Arthropo- den, Eier von In- sekten	sh	*		
<i>Bembidion properans</i> (STEPHENS, 1828)	3,5 - 4,2	allgemein verbreitet	eurytop	auf sonnenexponierten kargen Standorten mit mittleren humosen oder leicht tonigen Böden.	FH	Häufig im Frühjahr und Spätsommer		mh	*		
<i>Bembidion tetracolum</i> (SAY, 1823)	4,9 - 6,1	allgemein verbreitet	eurytop	häufig auf tonigen Böden, ganz besonders entlang eutropher Ge- wässer. Vor allem in offenem Gelände mit zerstreuter Gras-Vegetation, unter Büschen und in lichten Wäldern und Kulturlandschaften	F	Frühjahrsbrüter	Eier von Insekten	h	*		
<i>Blemus discus</i> (FABRICIUS, 1792)	4,5 - 5,5	Mittel- und Nord- europa überall verstreut und selten	eurytop	Bevorzugt tonige Böden mit Grasvegetation in der Nähe von Ge- wässern, unterirdisch in Gangsystemen von Säugern	H	Herbstbrüter (August)		s	*		
<i>Calathus melanocephalus</i> (LINNÉ, 1758)	6,0 - 8,8	sehr häufig in ganz Europa		in offenem Gelände auf verschiedenen mäßig trocknen Böden mit karger Vegetation; verbreiteter Bewohner trockener Wiesen und landwirtschaftlicher Flächen;	H	Herbstbrüter (August - September); Larven überwintern; junge Kä- fer erscheinen im Früh- jahr und halten eine Sommerruhe; eine An- zahl von alten Käfern reproduzieren sich ein zweites mal	carnivor	h	*		
<i>Carabus coriaceus</i> (LINNÉ, 1758)	32,0 - 40,0	im größten Teil Europas, nicht auf den Bri- tischen Inseln	eurytop	in Laub und Nadelwäldern mit hohem Humusanteil und mittlerer Feuchtigkeit	H	Herbstbrüter (August - September) , die Tiere erscheinen im Spät- sommer, einige Adulte überwintern und werden im Frühjahr ak- tiv	nachtaktiv	mh	*		
<i>Carabus granulatus</i> (LINNÉ, 1758)	16,0 - 23,0	allgemein ver- breitet und recht häufig		hygrophil, in feuchten Wiesen und in offenen Laubwäldern, auf feuchten tonhaltigen Böden; oft in Erlenbeständen an Fluß- oder Seeufern; auch auf Äckern	FH	Frühjahrsbrüter, Fort- pflanzung von Mai - Juni, neue adulte Tiere erscheinen im späten Juli - September	nachtaktiv, tagsüber und im Winter in Baumstümpfen und gefällten Baumstämmen	h	*	Exemplare mit voll entwi- ckelten Hinterflügeln und der Kraft zu fliegen sind aus Zentraleuropa be- kannt	
<i>Carabus nemoralis</i> (MÜLLER, 1764)	22,0 - 26,0	in fast ganz Europa	eurytop	mäßig trockene Böden, reich an Humus; lichte Wälder, Parks und Gärten, sogar in Städten, aber auch im Ackerland	FH	Frühjahrsbrüter, April - Juni, neue adulte Tiere erscheinen im August - September	nachtaktiv	h	*	die Art wird durch die Landwirtschaft gefördert	
<i>Clivina fossor</i> (LINNÉ, 1758)	5,5 - 6,5	gesamtes Euro- pa	eurytop	in offener Landschaft mit humosem Boden mit mehr oder weniger dichter Gras-Vegetation; bevorzugt tonhaltigen Boden niemals auf reinem Sand	F	Frühjahrsbrüter mit geringer Herbstaktivität	gut ausgepräg- tes Flugvermö- gen; nachtaktiv; tagsüber in Kaninchen- bauten oder un- ter Steinen	sowohl pflanzliche als auch tierische (Larven) Nahrung	sh	*	

Arten	Größe (mm)	Verbreitung	Monotop	Ansprüche	Fortpflanzung *)	Verhalten	Nahrung	Bestand	Status	Notiz	
<i>Epaphius secalis</i> (PAYKULL, 1790)	3,5 - 4,0	in fast ganz Europa		in feuchten Bereichen von Laubstreu; häufig auf tonigem, stark humosen Böden; in Wäldern, auf Feuchtwiesen und in der offenen Landschaft	H	Reproduktion erfolgt im Herbst; die Tiere erscheinen von Juni bis September		s	*		
<i>Harpalus affinis</i> (SCHRANK, 1781)	8,5 - 12,0	weit verbreitet in Europa	eurytop	auf allen Arten von offenem Boden; ganz besonders auf sandigen Standorten mit Gras- oder Krautbedeckung; oft auf landwirtschaftlichen und angrenzenden Flächen	FH	überwiegend Frühjahrsbrüter; wenige Individuen pflanzen sich im Herbst fort mit überwinternden Larven; Einige Käfer überwintern und pflanzen sich zweimal fort.	Pflanzenfresser	h	*		
<i>Harpalus latus</i> (LINNÉ, 1758)	8,2 - 11,0	weit verbreitet in Europa	sehr eurytop	auf allen Bodenarten; größte Abundanz mit nicht zu trockenem, tonhaltigem Boden mit Humusanteil; in offenem Gelände wie Gras- und kultiviertem Land, als auch in lichten Laubwäldern;	F/H	Frühjahrs- als auch Herbstbrüter	man findet die Tier ganzjährig	h	*		
<i>Leistus terminatus</i> (HELLWIG, 1793)	5,8 - 8,0	Westeuropa bis nördl. Skandinavien und Südsibirien	hygrophil	hygrophile Art von Schilfbeständen, Mooren, Auen und Bruchwälder, Hartholzauen	H	Herbstbrüter, die Tiere erscheinen Ende Juni, nur wenige adulte Tiere überleben den folgenden Winter		mh	*		
<i>Loricera pilicornis</i> (FABRICIUS, 1775)	6,0 - 8,5	in fast ganz Europa	eurytop	hygrophil; auf humosen, leicht schlammigen Böden. Auf mehr oder weniger schattigen Grund. Häufig an Rändern stehender Gewässer	FH	Frühjahrsbrüter mit Herbstpopulation	nachtaktiv	Collembolen-Jäger, Insektenlarven	sh	*	
<i>Nebria brevicollis</i> (FABRICIUS, 1792)	10,0 - 14,0	allgemein verbreitet und recht häufig	eurytop	hygrophil; Waldart; vorherrschend in Laubwäldern auf feuchtem, verkrautetem Untergrund oder schattigen offenen Gelände, wie Parks und Gärten	H	Herbstbrüter; erste Tiere erscheinen im Frühjahr und halten nach einer kurzen Aktivitätsphase eine Sommerruhe. Larven und adulte Tiere überwintern	nachtaktiv	sh	*		
<i>Notiophilus biguttatus</i> (FABRICIUS, 1797)	3,5 - 5,5	weit verbreitet	eurytop	xerophil; bewohnen Rodungen in Laub- und Nadelwäldern; unter Pflanzenresten mit mehr oder weniger trockenen, sonnigen Boden mit geringer Vegetation	F	Frühjahrsbrüter (Mai - Juni); erste adulte Tiere erscheinen im Sommer bis Herbst		h	*		
<i>Ophonus rufibarbis</i> (FABRICIUS, 1792)	6,0 - 9,1	in Mitteleuropa stellenweise häufig	eurytop	In mehr oder weniger schattigen Habitaten mit nicht zu trockenen Böden	F	Frühjahrsbrüter (Mai bis August)		mh	*		
<i>Patrobus atrorufus</i> (STRÖM, 1768)	7,4 - 10,0	Mitteleuropa	eurytop	hygrophil; vorrangig in humosen Laubwäldern auf tonigen, krautigen Böden in der Nähe von Gewässern. Auch in Gärten und Parks und auf feuchten Standorten der offenen Kulturlandschaft.	H	Herbstbrüter (August - September). Larven und Käfer überwintern; Verpuppung im Frühjahr; adulte Tiere erscheinen im zeitigen Frühjahr für Kurze Zeit; Sommerruhe bis August		mh	*		
<i>Philorhizus sigma</i> (ROSSI, 1970)	3,2 - 4,0	Mitteleuropa		Predominant an stehendem und fließenden Gewässern, auf von <i>Alnus</i> - und <i>Salix</i> -Arten beschatteten Flächen, in reicher <i>Phragmites</i> -Vegetation	F	Frühjahrsbrüter (April - Juni) mit adulten Tieren auch im Winter		mh	*		
<i>Poecilus versicolor</i> (STURM, 1824)	8,0 - 11,5	Mitteleuropa		Auf verschiedenen offenen Böden un kultiviertem Lan, bevorzugt leicht trockene Böden mit lichter Vegetation	FH	Frühjahrsbrüter mit Herbstpopulation	tagaktiv	sh	*		
<i>Harpalus rufipes</i> (DEGEER, 1774)	11,0 - 16,0	Häufig in Mitteleuropa	eurytop	Auf allen Bodentypen mit Bevorzugung von Lehmböden, typisch für Kulturland	H	Herbstbrüter (Juli bis September)	nachtaktiv	auch Samen von Getreide, Erdbeeren und Nadelhölzern	sh	*	

Arten	Größe (mm)	Verbreitung	Monotop	Ansprüche	Fortpflanzung *)	Verhalten	Nahrung	Bestand	Status	Notiz	
<i>Pterostichus diligens</i> (STURM, 1824)	5,3 - 6,7	häufig in ganz Europa		hygrophil; Uferstreifen von Flüssen und Seen, Feuchtwiesen und feuchten Wäldern; typisch für oligotrophe Seen; unter Erlen; weniger häufig in eutrophen Sümpfen	FH	Frühjahrsbrüter mit Herbstpopulation	nachtaktiv	Collembolenjäger; Milben	h	*	
<i>Pterostichus melanarius</i> (ILLIGER, 1798)	12,0 - 18,0	sehr häufig und weit verbreitet	eurytop	tritt auf nicht zu trockenem und offenem Boden auf z.B. Wiesen und Grasland, sowie Ackerland, Gärten, Parks etc.	H	überwiegend Herbstbrüter (August - September); einige adulte Tiere überwintern und Reproduzieren im Frühjahr	nachtaktiv	breites Nahrungsspektrum auch pflanzlich z.B. Erdbeeren	sh	*	gefördert durch die Landwirtschaft; spielt eine entscheidende Rolle bei der Kontrolle verschiedener Schadinsekten
<i>Pterostichus minor</i> (GYLLENHAL, 1827)	6,8 - 8,7	in den meisten Teilen Europas	eurytop	hygrophil; in allen Arten von feuchten Standorten mit reicher Vegetation, sowohl in Wäldern als auch in Offenlandschaften;	FH	Frühjahrsbrüter (Mai - Juni); erste adulte Tiere erscheinen im Herbst			mh	*	
<i>Pterostichus niger</i> (SCHALLER, 1783)	15 - 20,5	sehr häufig	eurytop	Waldart, die in fast jeder Art Wald zu finden ist; bevorzugt humusreiche sandige, feuchte Böden; auch in Hecken, Gärten und Parks; weniger häufig auf Ackerland und in Feuchtwiesen;	F/H	Herbstbrüter (August - September); einige adulte Tiere Überwintern und Reproduzieren sich erneut im Frühjahr	nachtaktiv	Insektenlarven oder Aas	h	*	
<i>Pterostichus nigrita</i> (PAYKULL, 1790)	8,8 - 12,8	verbreitet und häufig		hygrophil; die adulten Tiere sind sehr sensitiv bezüglich eines geringen Humusgehaltes. Sie kommen in der Feuchtigkeitszone von Gewässern vor; eutrophe Sümpfe; humusreicher Boden mit reicher Vegetation	F	Frühjahrsbrüter	nachtaktiv		h	*	
<i>Pterostichus strenuus</i> (PANZER, 1797)	6,0 - 7,2	in den meisten Teilen Europas	ubiquist	Bewohner der Streu feuchter Laubwälder, auf tonigem Böden; auch in schattigen Bereichen offener Landschaften	FH	Frühjahrsbrüter (April - Juni) mit Herbstpopulation	nachtaktiv		sh	*	
<i>Pterostichus vernalis</i> (PANZER, 1796)	6,0 - 7,5	weit verbreitet	hygrophil	sehr hygrophile Art; bevorzugt eutrophe Sümpfe und Feuchtwiesen in der Nähe von Gewässern;	F	Frühjahrsbrüter			h	*	
<i>Stomis pumicatus</i> (PANZER, 1796)	6,8 - 8,3	verbreitet in Mitteleuropa	eurytop	auf tonigem, humosen Boden; auf Wiesen und in Feldern, in Gärten, Parks und lichten Laubwäldern;	F	erscheint hauptsächlich im Frühjahr und Frühsommer; geringes Auftreten auch im Herbst	nachtaktiv		mh	*	Favorisiert durch menschlichen Einfluß
<i>Synuchus vivalis</i> (ILLIGER, 1798)	6,0 - 8,5	mäßig verbreitet		überwiegend auf trocknen Standorten der offenen Landschaft; leicht sandiger Boden mit spärlicher Vegetation; oft auf kultiviertem Land	H	Herbstbrüter mit adulten Tieren im Sommer		eher Pflanzenfresser; Larven teilweise carnivor	mh	*	
<i>Trechoblemus micros</i> (HERBST, 1784)	4,0 - 5,0	ganz Europa und Nord-Asien; verstreut und selten, aber überall nachgewiesen		auf schweren nassen Böden unter tief eingebetteten Steinen; unterirdisch in Gangsystemen von Säugern	H	Herbstbrüter mit Frühjahrstieren (Sommerruhe)			mh	*	
<i>Trechus obtusus</i> (ERICHSON, 1837)	3,6 - 4,1	weit verbreitet in Europa	eurytop	Vorkommen auf mäßig humosem und schattigem Grund; in Hecken und lichtigem Laubwald	F/H	Frühjahrs- und Herbstbrüter			h	*	
<i>Trechus quadristriatus</i> (SCHRANK, 1781)	3,5 - 4,0	Europa		Vorkommen auf trockenem mit kurzer Gras-Vegetation bestandenen Grund mit sandigem bis tonigem Boden; auf Ackerland	H	überwiegend Herbstbrüter mit überwinternden Larven; einige adulte Tiere sind aber auch Frühjahrsbrüter		Eier von Insekten	sh	*	

\*) Phänologischer Typ nach LARSSON (1993): F = Frühjahrsbrüter, H = Herbstbrüter, FH = Frühjahrsbrüter mit Herbstbestand.