Insecta, Berlin 4 (1996), S. 80 - 92

Laufkäferzönosen (Coleoptera: Carabidae) in unterschiedlich grundwasserbeeinflußten Erlenbruchwäldern (Alnion glutinosae) der Dübener Heide (Nordwestsachsen)

Von Jan Stegner, Leipzig

Mit 4 Abbildungen

Zusammenfassung

In drei Erlenbruchwäldern sowie drei ausgetrockneten Degradationsstadien ehemaliger Erlenbruchwälder in Nordwest-Sachsen wurden seit 1993 die Carabiden erfaßt. Typisch für intakte Erlenbrüche ist ein hoher Anteil stenöker und euryöker Feuchtgebietsarten in Kombination mit einer Gruppe von Waldarten. An den ausgetrockneten Standorten ist der Anteil der Feuchtgebietsarten deutlich niedriger und insbesondere mesophile Waldarten nehmen zu. Offenlandarten wandern zunehmend ein.

An einem Beispiel werden die Auswirkungen einer kurzfristigen starken Vernässung eines Erlenbruchwaldes verfolgt. Es kommt zu gravierenden Verschiebungen der beiden ökologischen Gruppen. Artenzahl und Aktivitätsabundanz von Feuchtgebietsarten nehmen zu, einige Waldarten werden binnen eines Jahres teilweise vollständig ausgelöscht.

Summary

In three alder carrs and three dried up degradation stages of former alder carrs in Northwestern Saxony carabid beetles were investigated since 1993. Typical for intact alder carrs is a high percentage of stenoecious and euryoecious wetland species in combination with a group of forest species. At the dried up locations the percentage of wetland species is clearly lower and especially mesophilic forest species increase. Species of open country immigrate increasingly.

In one example the consequences of a short term strong overdaming of an alder carr are recorded. There are radical changes in both ecological groups. Number of species and activity abundance of wetland species increase, some forest species become within one year partly complete extinguished.

Einleitung

Laufkäfer sind wegen des vergleichsweise guten Kenntnisstandes von Ökologie und Verbreitung, ihrer unterschiedlichen Habitatansprüche und der guten Erfaßbarkeit mittlerweile eine der Standardgruppen für verschiedenste Forschungen, praxisbezogene Anwendungen oder Planungen geworden (vgl. z.B. Trautner 1992, Trautner & Müller-Motzfeld 1995). Da Carabiden als überwiegend zoophage Gruppe nicht unmittelbar von der Vegetation abhängen, bilden sie ein die Vegetation ergänzendes Indikatorsystem. Gleichzeitig sind jedoch ökologische Zusammenfassungen (z. B. Koch 1989, 1993) oft noch stark pauschalisiert und bedürfen einer Hinterlegung mit regionalspezifischen Angaben (siehe Nettmann 1993).

Erlenbruchwälder *(Alnion glutinosae)* sind deutschlandweit in ihrem Bestand bedroht (Riecken et al. 1994). Im Vergleich zu anderen Wäldern (z.B. Auwäldern) ist es bedenklich, daß für Bruchwälder nur relativ wenige Untersuchungen zur Bodenfauna aus wenigen Regionen vorliegen. Kleinere Arbeiten bzw. Artenlisten finden sich z.B. bei Baguette (1987: Nordholland), Barndt (1981: Westberlin), Grüm (1986: Ostpolen), Hingst et al. (1995: Schleswig-Holstein), Hozak (1995: Ostniedersachsen), Korbel (1951: Südtschechien), Koth (1974: Arnsberger Wald), Löser et al. (1982: Murnauer Moos), Pospischil (1982: Münsterland) und Renner (1980: Evesell-Bruch bei Bielefeld). Als einzige jüngere Arbeit beschäftigt sich Nötzold (1996: Bornhöved) mit einer größeren Palette von Erlenbrüchen und stellt Einflüsse der Grundwasserabsenkungen dar. Mit der vorliegenden Arbeit soll ein Beitrag zur Kenntnis der Laufkäferfauna von Erlenbrüchen und ihrer Degradationsstadien für den nordwestsächsischen Raum geleistet werden.

Standörtliche Bedingungen in Erlenbruchwäldern

Zum Verständnis der Fragestellung sowie der durchgeführten Untersuchungen ist es erforderlich, einleitend kurz den in der Literatur vorhandenen Kenntnisstand zu Erlenbruchwäldern zusammenzufassen.

Häufig entstehen Bruchwälder als Sukzessions-Endstadien von Niedermooren. Sie können an geeigneten Stellen in enger Beziehung bzw. Übergang zu Bacherlenwäldern oder Auwäldern stehen. Erlenbruchwälder sind in Deutschland nur noch sehr selten ungestört zu finden. In der Roten Liste der Biotoptypen Deutschlands (RIECKEN et al. 1994) werden Bruchwälder und verwandte Waldgesellschaften als kaum regenerierbar und stark gefährdet eingestuft.

Bruchwälder stocken in der Regel auf Gley- oder Moorböden. Die Böden haben einen hohen Grundwasserstand (nahe der Oberfläche), der natürlicherweise nur um wenige Dezimeter im Jahr schwankt. Bruchwaldböden sind meist nur im Winter und zeitigen Frühjahr überstaut, bleiben aber im Jahresverlauf naß. Bruchwälder haben aber in ungestörtem Zustand typische Grundwasserganglinien (BLANKENBURG 1994, siehe auch Abb. 1, oben). Wechselfeuchte und das Vorhandensein zumindest schwach bewegten Grundwassers sind wesentliche Voraussetzungen für die Existenz dieser Wälder. Der

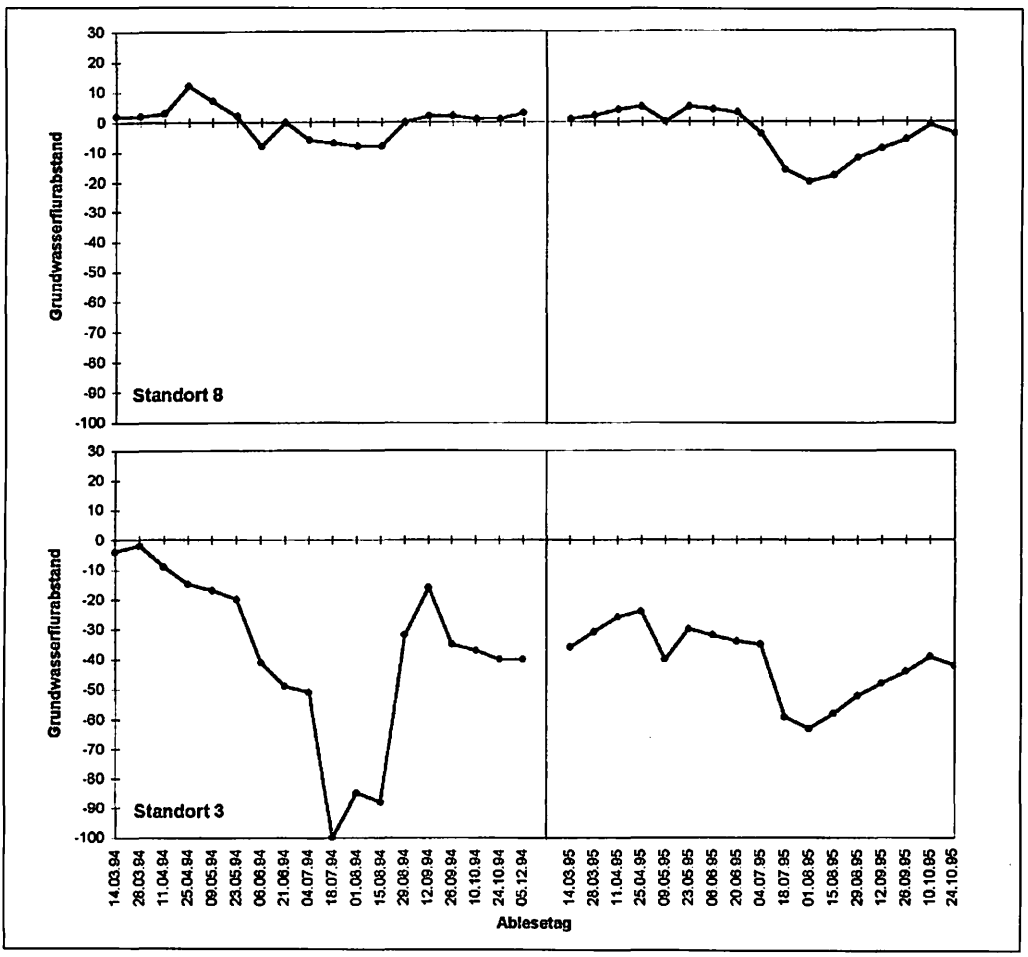


Abb. 1. Jahresganglinien des Grundwasserflurabstandes (in cm) 1994: oben Standort 8 als Beispiel für naturnahe Grundwasserverhältnisse; unten Standort 3 als Beispiel für stark gestörte Grundwasserverhältnisse

Hauptgrund für die Bedeutung bewegten Grundwassers wird in der Mineralstoff- (v. a. Basen-) Versorgung gesehen (JANIESCH 1981). Die Wassersättigung der Bruchwaldböden intakter Bestände liegt um 80-100 %, jedoch nie unter 60 %. Die hohe Wassersättigung führt zu geringen Sauerstoffgehalten, niedrigen Redoxpotentialen und meist stark reduzierenden Bedingungen im Boden. Die pH-Werte liegen wegen des Basengehaltes in Erlenbrüchen im neutralen Bereich, können aber in austrocknenden Bruchwäldern sinken.

Typisch für Erlenbruchwälder, insbesondere in nasser Ausprägung, ist die Bulten-Schlenken-Struktur (DÖRING 1987, KOPP & SCHWANECKE 1994). Sie führte teilweise zur Ansicht, daß Bruchwälder Mosaikkomplexe verschiedener Pflanzengesellschaften (Erlenwald + Röhricht) sind (DIERSCHKE 1988, 1994). Dieses Mikrorelief ist in Abhängigkeit von Standortsfaktoren, Entstehung und Alter des Waldes sowie geographischer Lage unterschiedlich ausgeprägt. Es führt zu extrem kleinräumigen mikroklimatischen Unterschieden. Ähnliche Effekte gehen in bewirtschafteten Erlenbruchwäldern von den (teilweise vorhandenen) Rabatten aus.

Das Mikroklima der Bruchwälder wird bestimmt von Grundwasserstand (Wassergehalt des Bodens) und Vegetationsdichte. Es ist geprägt von Schatten, Dunkelheit, gleichmäßig hoher Luftfeuchte im Sommer, relativer Luftruhe und gedämpften Temperaturschwankungen (ELLENBERG 1986, TÜXEN 1974). Der hohe Wassergehalt des Bodens bedingt eine höhere Wärmekapazität und Wärmeleitfähigkeit, damit ausgeglichenere Temperaturverhältnisse (geringere Amplitude und weniger Temperaturextreme) (HENNINGS 1995, SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1992). Zu Beginn der Vegetationsperiode sind Bruchwälder im Vergleich zu anderen Biotoptypen sehr kalt und der Boden hier länger gefroren. Die Auswirkungen von Grundwasserabsenkungen auf Boden und Vegetationsverhältnisse von Erlenbruchwäldern werden unter verschiedenen Gesichtspunkten von KAZDA et al. (1992), KUNTZE (1994), SAUERBREY (1995) und SCHMIDT (1994) beschrieben. Die Effekte und mögliche Sukzessionen sind in Tabelle 2 und Abb. 1, unten dargestellt. Sie konzentrieren sich im wesentlichen auf Torfsackung (typische "Stelzwurzeln" der Erlen), Torfschwund (Mineralisation und Humifizierung) und Vererdung, womit veränderte Bodeneigenschaften, Nährstofffreisetzung und -auswaschung verbunden sind, die ihrerseits eine eutrophierungsbedingte Sukzession von Erlenbruchwäldern hin zu anderen Waldgesellschaften nach sich ziehen. Nach SCHRAUTZER et al. (1991) nehmen nährstoffarme (mesotraphente) Standorte eher eine Entwicklung hin zu birken- und stieleichenreichen Erlenwäldern mit *Quercion*-Charakter; eutraphente Standorte hingegen entwickeln sich zu

Tabelle 1. Untersuchungsstandorte, die in der vorliegenden Arbeit berücksichtigt sind

Nr.	Beschreibung	Jahre	Fläche	GW	Pflanzengesellschaft	Störungen/Botanische Zeiger
1	nasser Erlenbruch	93/95-96	25 ha	-2 (23)	*Carici elongatae - Alnetum glutinosae*, Subass. *betuletosum pubescentis*	keine Störzeiger
2	nasser Erlenbruch	93-96	30 ha	-10 (27)	*Carici elongatae - Alnetum glutinosae*, Subass. *betuletosum pubescentis*	wenige Trockenheitszeiger (*Rubus idaeus*)
3	stark degradierter Erlenwald	93-96	1,2 ha	-39 (98)	*Rubus idaeus - Alnus glutinosa* - Gesellschaft	Entwässerungsgräben, Trockenheits- und Lichtzeiger (v.a. *Humulus* und *Rubus*)
8	nasser Erlenbruch	93-96	10 ha	-2 (32)	*Carici elongatae - Alnetum glutinosae*, Subass. *typicum*	Unterausbildung mit *Carex acutiformis*
13	stark degradierter Erlenwald	93-95	1,5 ha	-72 (42)	*Rubus idaeus - Alnus glutinosa* - Gesellschaft	sehr trocken, Nitrophyten und Lichtzeiger (v.a. *Humulus*)
15	stark degradierter Erlenwald	94/95	12 ha	-47 (83)	*Urtica dioica - Alnus glutinosa* - Gesellschaft	Nährstoffzeiger

GW = Mittlerer Grundwasserflurabstand in Zentimetern im Fangzeitraum, in Klammern die größte Amplitude

Tabelle 2. Veränderungen in Erlenbruchwäldern nach Grundwasserabsenkungen (nach verschiedenen Autoren)

	vor Entwässerung	nach Entwässerung
Bodenchemie:	NH_4^+ → $NO_3^- + 2\ H^+$ Fe^{2+} → $Fe^{3+} + 2\ H^+$ Mn^{2+} → $Mn^{4+} + 2\ H^+$ FeS_2 → $Fe^{3+} + S^{6+} + H^+$	
Torfkörper	Torfbildung	Sackung (Zunahme Rohdichte, Höhenabnahme, Verlust Grobporen); bis zu stau- bis haftnassem Boden Torfschwund durch Humifizierung oder Mineralisierung (abhängig von Zersetzungsgrad und Trophie) Vererdung, Ausbildung eines Krümelgefüges
Reliefkoeffizient (Mikrorelief)	höher (v.a. junge Bestände) oder niedriger (meist ältere Bestände)	steigt zunächst (Torfsackung → "Stelzwurzeln") geht mit Vererdung gegen 1
Bodenfestigkeit	sehr gering	in ca. 1 m Tiefe starke Verdichtung
Boden-organismen	geringe Aktivität, v.a. Actinomyceten als Wurzelsymbionten der Erle	stärkere Aktivität durch aerobe Bedingungen+ höhere Temperatur, starke Zunahme Saprophager und Phytophager starke Durchmischung und Durchlüftung des Bodens durch Bodentiere
Bodenluft	anaerobe Bedingungen (Luft < 5 Vol%)	aerobe Bedingungen (Luft > 10..20 Vol%)
Bodenfeuchte	sehr hoch (um 80 Vol%), mehr Groß- und Mittelporen	niedrig (60 Vol% und weniger), v.a. Feinporen, Speicherkapazität für Wasser nimmt ab
pH-Werte	neutral bis schwach sauer	bei geringerer Pufferung starke Versauerung
Nährstoffe	Nährstoffakkumulation	Nitrat- und Nährstoffauswaschung
Grundwasser	ganzjährig hoch, im Sommer wenig unter Flur	meist ganzjährig unter Flur
Wechselfeuchte	wegen geringer Schwankungsamplitude Wechselfeuchteindex gering	tarke Schwankungsamplitude, daher starke Wechselfeuchte
Temperatur	ausgeglichen kühl durch Bodenfeuchte und Beschattung	wärmer, stärkere Amplitude durch fehlende Bodenfeuchte, ggf. stärkere Einstrahlung
Vegetation	*Carex acutiformis* *Carex elata*	nährstoffreich: *Urtica dioica* nährstoffarm: *Rubus fruticosus agg.* Licht: *Humulus lupulus*
Soziologie (ausgewählte)	*Carici elongatae-Alnetum glutinosae betuletosum* *Carici elongatae-Alnetum glutinosae typicum*	*Rubus idaeus-Alnus glutinosa*-Gesellschaft *Urtica dioica-Alnus glutinosa*-Gesellschaft

Waldgesellschaften, die dem *Alno - Ulmion* nahestehen.

Die Untersuchungsgebiete

Seit 1993 werden an verschiedenen Standorten der Dübener Heide und der Muldenaue in Nordwestsachsen Untersuchungen zu den Carabiden in Erlenbrüchen und verwandten Waldgesellschaften vorgenommen. Das Untersuchungsgebiet liegt im Nordraum des Regierungsbezirkes Leipzig (Kreise Torgau-Oschatz und Delitzsch) und gehört naturräumlich zum Großraum Düben-Dahlener Heide (Haase 1995). In die vorliegende Arbeit gehen nur Ergebnisse der Jahre 1993-1995 von sechs Standorten in der südlichen Dübener Heide (Presseler Heidewald- und Moorgebiet; Gebietsbeschreibung siehe Stegner 1994) ein, die aufgrund ihrer Genese unmittelbar miteinander vergleichbar sind

und in räumlicher Nähe zueinander liegen. Die Beschreibung der Standorte ist Tabelle 1 zu entnehmen.

Material und Methoden

An den Untersuchungsstandorten wurden jährlich von 14. März bis 24. Oktober je fünf Barberfallen (Ø 9 cm) mit 0,5 %igem Formalin als Konservierungsmittel eingesetzt (Abstand 7 - 10 m) und in 14-tägigem Rhythmus geleert. Bei der Auswahl der einzelnen Fallenstandorte wurde versucht, möglichst einheitliche Bedingungen einzuhalten. Die Besonderheiten von Erlenbruchwäldern ließen nicht in jedem Fall eine absolute Homogenität der Fallenstandorte zu. So besteht z. B. das praktische Problem, daß zwischen den Schlenken (Überstauung) und den Bulten (starke Durchwurzelung) oft nur wenig Platz ist.

Ab 1994 (Standort 1 ab 1995) wurden an allen Standorten Grundwasserpegel (perforierte PE-Rohre, Länge 1 m, Ø 5 cm) zur Überwachung des Grundwasserflurabstandes gesetzt und parallel zur Fallenleerung abgelesen.

Die Bestimmung der Arten erfolgte nach Freude et al. (1976), Kempf (1986), Lohse & Lucht (1989) und Schmidt (1994). Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm MVSP PLUS 2.1 (Kovach 1986-1993). Die ökologische Charakterisierung der Arten folgt im wesentlichen Müller-Motzfeld (1987).

Ergebnisse

Auf den sechs Untersuchungsflächen wurden von 1993 bis 1995 insgesamt 8957 Individuen von 53 Carabidenarten gefangen. Da einige Standorte erst ab 1994 besammelt wurden, gehen in die weiteren Auswertungen nur die Daten von 1994/95 ein (6403 Individuen von 44 Arten).

Die Artenidentität der Standorte nach Jaccard ist in Abbildung 2 dargestellt. Anhand der Arten sind zwei Standortgruppen zu unterscheiden: die nassen Bruchwälder (1, 2, 8) und die ausgetrockneten Erlenwälder (3, 13, 15). Bei Berechnung der Dominanzidentität (Renkonen) ergibt sich ein ähnliches Bild, wobei hier der nährstoffreichere nasse Standort 8 in die Nähe der trockenen Standorte rückt. Dies begründet sich in der starken Betonung eudominanter Waldarten durch diese Methode.

Die Benennung einer Leitartengruppe von Carabiden für Erlenbruchwälder soll beim gegenwärtigen geringen Kenntnisstand unterbleiben. Es kommen an keinem Standort Arten vor, die in Nordwestsachsen auf Erlenbruchwälder beschränkt wären. Die Ergebnisse verschiedener Untersuchungen bzw.

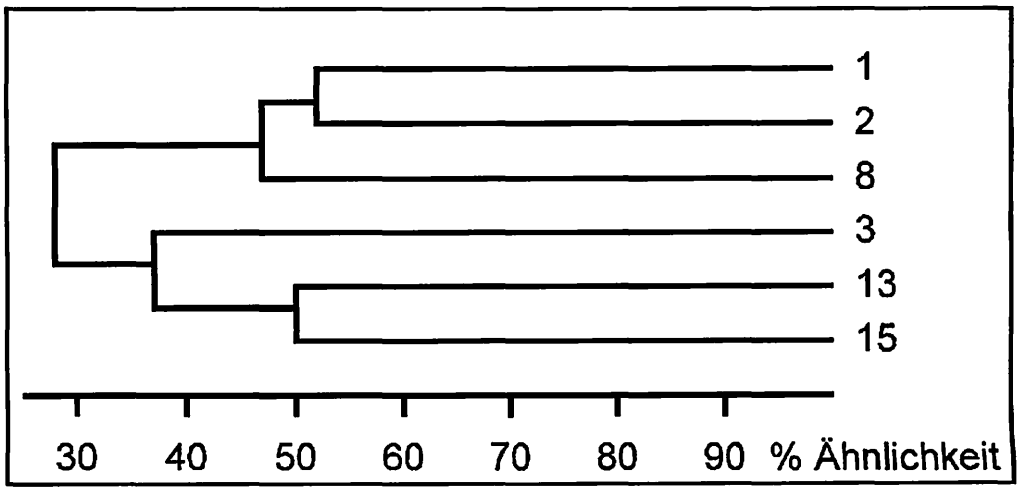


Abb. 2. Ähnlichkeitsdendrogramm (Average Linkage-Unweighted Pair Group) der Artenidentität (Jaccard) anhand der Daten 1994/95

Artenlisten (siehe Einleitung) weichen auch so stark voneinander und von den hier vorliegenden ab, daß eine Leitartengruppe eventuell überhaupt nur regional gefunden werden könnte.

In den feuchten Erlenbruchwäldern deutet

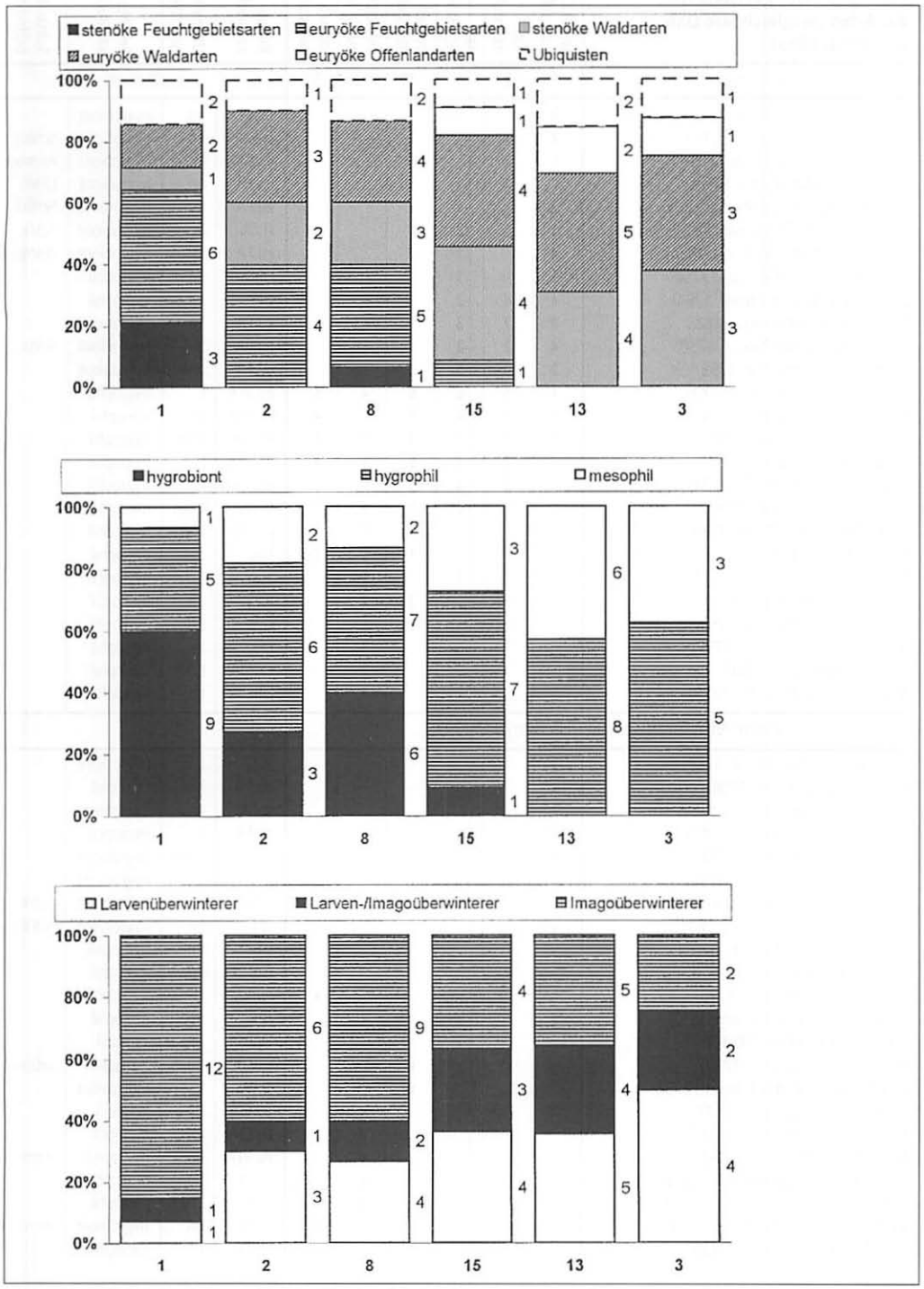


Abb. 3. Vergleich der Artenzahlen unterschiedlich stark entwässerter Erlenbrüche: oben Monotopweite, in der Mitte Feuchteansprüche, unten Überwinterungstypen der vorkommenden Carabidenarten

Tabelle 3. Sortierte Tabelle der Carabidenarten mit logarithmischen Häufigkeitsklassen aus Daten von 1994/95 (Standort 1: 1994 überstaut; * Angaben von TIETZE, 1993 mündl.)

Standorte/Häufigkeitsklassen der Arten (vergleichbare Daten von 1994/1995)	sehr naß, nährstoffarm	naß, nährstoffarm	naß, nährstoffreich	trocken, nährstoffreich	sehr trocken, mäßig reich	trocken, nährstoffarm	Biotop-anspruch	Überwinte-rungstyp	Feuchte-anspruch	Substrat-präferenz
Standort	1	2	8	15	13	3	Ökologie			
Agonum viduum (DUFTSCHMID, 1812)	3						st.FA	Im	hygrobiont	
Oodes helopioides (FABRICIUS, 1792)	2						st.FA	Im	hygrobiont	Schlick
Pterostichus diligens (STURM, 1824)	1						eu.FA	Im	hygrobiont	Anmoor
Stomis pumicatus (PANZER, 1796)		1					eu.FA	Im	hygrobiont	Lehm
Europhilus fuliginosus (PANZER, 1809)	2		1				eu.FA	Im	hygrobiont	Schlick
Elaphrus cupreus DUFTSCHMID, 1812	1		2				st.FA	Im	hygrobiont	Schlick
Pterostichus brunneus (STURM, 1824)	4		1				eu.FA	Im	hygrobiont	Anmoor
Loricera pilicornis (FABRICIUS, 1775)	1		1				Ubi	Im	hygrophil	
Dyschirius globoscus (HERBST, 1784)	4	4	2				Ubi	Im	hygrophil	
Pterostichus rhaeticus HEER, 1838	4	2	3				eu.FA	Im	hygrobiont	
Pterostichus nigrita (PAYKULL, 1790)	4	2	2				eu.FA	Im	hygrobiont	Anmoor
Carabus granulatus LINNÉ, 1758	2	2	5	3			eu.FA	Im	hygrobiont	
Pterostichus niger (SCHALLER, 1793)	4	5	6	6	4	5	eu.WA	L	hygrophil	
Pterostichus oblongopunctatus (F., 1787)	1	3	4	5	5	4	eu.WA	Im	mesophil	
Carabus coriaceus LINNÉ, 1758	1	1	2	4	3	2	st.WA	L/Im	hygrophil	
Carabus hortensis LINNÉ, 1758		2	3	6	6	4	eu.WA	L	hygrophil	
Abax parallelepipedus PILL. & M., 1783		2	4	5	6	5	st.WA	L	hygrophil	
Carabus violaceus LINNÉ, 1758			2	5	4	3	st.WA	L/Im	mesophil	
Carabus nemoralis MÜLLER, 1764				4	5	2	eu.OA	Im	hygrophil	
Pterostichus melanarius (ILL., 1798)				1	3	1	Ubi	L	mesophil	
Nebria breviocollis (FABRICIUS, 1792)			1		2		eu.WA	L	hygrophil	
Carabus convexus FABRICIUS, 1775				3	4		eu.WA	Im	hygrophil	
Cychrus caraboides LINNÉ, 1758				1	1		st.WA	L/Im	hygrophil	
Amara communis (PANZER, 1797)					3		Ubi	Im	mesophil	
Harpalus latus (LINNÉ, 1758)					2		eu.OA	L/Im	mesophil	
Notiophilus biguttatus (F., 1779)					1		Ubi	Im	mesophil	
weitere Arten (Einzelexemplare/Handfang/Fang 1996):										
Patrobus atrorufus (STROEM, 1768)	x						st.FA	L	hygrobiont	
Poecilus cupreus (LINNÉ, 1758)	x						eu.FA	Im	mesophil	
Stenolophus mixtus (HERBST, 1784)	x						st.FA	Im	hygrobiont	
Leistus terminatus (HELLWIG, 1793)	x*						eu.FA	L	hygrophil	
Trechus rubens (FABRICIUS, 1792)	x*						st.FA	L/Im	hygrobiont	
Platynus assimilis (PAYKULL, 1790)	x*						st.WA	Im	hygrobiont	
Bembidion doris (PANZER, 1797)	x*						st.FA	Im	hygrobiont	Schlick
Bembidion obliquum STURM, 1825	x*						st.FA	Im	hygrobiont	Schlick
Anisodactylus binotatus (F., 1787)	x*						Ubi	Im	hygrophil	
Amara similata (GYLLENHAL, 1810)		x					Ubi	Im	mesophil	
Epaphius secalis (PAYKULL, 1790)	x*		x			x	eu.FA	L	hygrophil	
Amara familiaris (DUFTSCHMID, 1812)	x*		x		x		Ubi	Im	mesophil	
Amara aenea (DE GEER, 1774)			x				Ubi	Im	xerophil	
Dromius agilis (FABRICIUS, 1787)				x			st.WA	Im	mesophil	arboricol
Oxypselaphus obscurus (HERBST, 1784)				x			st.FA	Im	hygrobiont	
Amara lunicollis SCHIØDTE, 1837					x		eu.OA	Im	xerophil	
Notiophilus aquaticus (LINNÉ, 1758)					x		eu.OA	L/Im	mesophil	
Notiophilus rufipes CURTIS, 1829					x		eu.WA	Im	hygrophil	Anmoor
Badister unipustulatus BONELLI, 1813					x		st.FA	Im	hygrophil	
Trechus quadristriatus (SCHRANK, 1781)					x		Ubi	L/Im	mesophil	
Bembidion mannerheimii SAHLB., 1827						x	st.FA	Im	hygrobiont	Anmoor
Poecilus versicolor (STURM, 1824)						x	eu.FA	Im	mesophil	

sich jedoch eine Tendenz an, die bestimmten vegetationskundlichen Überlegungen entspräche. Auch die Carabidenzönose könnte man als Mosaikgesellschaft auffassen, die aus einer ökologischen Gruppe von Feuchtgebietsarten und einer Gruppe von Waldarten zusammengesetzt ist. Dies entspräche dem oben genannten vegetationskundlichen Mosaik aus Röhricht und Erlenwald. Es wird deutlich, daß das Mikrorelief der Erlenbrüche eine Rolle für die Carabidenzönose spielt. Dazu läuft derzeit eine speziellere Untersuchung.

Reaktion der Carabiden auf Grundwasserabsenkung

Die tabellarisch geordneten Häufigkeiten der Carabiden (siehe Tabelle 3) zeigt sehr deutlich die Abfolge des Auftretens verschiedener Arten an unterschiedlich stark ausgetrockneten Standorten. Während die staunassen Erlenbrüche einen hohen Anteil an Feuchtgebietsarten haben, nimmt mit zunehmender Austrocknung der Anteil hygrophiler und mesophiler Waldarten zu. An den ausgetrockneten nährstoffärmeren Standorten kommt es schließlich wegen des Ausfalles von Bäumen zu einer Verlichtung, die möglicherweise ein Eindringen von Offenland-Arten fördert (Abb. 3, oben/Mitte). Ungeachtet des Vorkommens teilweise anderer Arten deckt sich die Abfolge ökologischer Gruppen mit den Ergebnissen von Nötzold (1996) in Schleswig-Holstein.

Die veränderten Standortbedingungen spiegeln sich auch in der Verteilung der Überwinterungstypen (Abb. 3, unten) wider: während in den nassen Bruchwäldern überwiegend Arten mit Imago-Überwinterung leben, nimmt bei Austrocknung der Anteil von indifferenten und Larven-Überwinterern deutlich zu. Dieser Effekt wurde bereits verschiedentlich dokumentiert (z.B. Federmann 1980, Pospischil 1982, Nötzold 1996) und wird mit von Thiele (1977) mit der höheren Empfindlichkeit der Larven gegenüber den kühl-feuchten Bedingungen in überstauten Wäldern erklärt. Die Imaginalüberwinterer sind in den nassen Erlenbrüchen im Totholz (bzw. unter der Rinde desselben) zu finden und erfahren hier teilweise eine Submersion bei winterlicher Überstauung. Siepe (1989) nennt Beispiele für submersionsresistente Auwaldarten in Überwinterung, die teilweise an den hier untersuchten Standorten vorkommen (z.B. *Europhilus fuliginosus*, *Oodes helopioides*, *Patrobus atrorufus*), womit aber kein Beweis für generell submerses Überwintern erbracht wird.

Tabelle 4. Übersicht über verschieden stark degradierte Erlenwälder und ihre Laufkäfer

Zustand	nasse, nährstoffarme Erlenbrüche	nasse, nährstoffreiche Erlenbrüche	zunehmend austrocknende Erlenbrüche, z.T. nährstoffreich	Brennessel-Erlenwald	Himbeer-Erlenwald
Gesellschaft	*Carici elongatae-Alnetum glutinosae betuletosum/ sphagnetosum*	*Carici elongatae-Alnetum glutinosae typicum*		*Urtica dioica-Alnus glutinosa-* Gesellschaft	*Rubus idaeus-Alnus glutinosa-* Gesellschaft
Artengruppen	stenöke/euryöke Feuchtgebietsarten, weniger hygrophile Waldarten	weniger stenöke Feuchtgebietsarten, mehr euryöke Feuchtgebietsarten, mehr (auch stenöke) Waldarten	v.a. stenöke/euryöke Waldarten, weniger euryöke Feuchtgebietsarten	Waldarten, z.T. Offenlandarten	wie Brennessel-Erlenwald, aber artenärmer, und mehr Offenlandarten
charakteristische Arten	*Agonum viduum* *Oodes helopioides* *Pt. diligens* *Stomis pumicatus* *Stenolophus mixtus*	*Europh. fuliginosus* *Elaphrus cupreus* *Pt. brunneus* *Loricera pilicornis* *Dyschirius globosus* *Pt. rhaeticus/nigrita* *Carabus granulatus*	*Abax parallelep.* *Pt. oblongopunct.* *Pterostichus niger* *Carabus coriaceus* *Carabus hortensis* *Carabus granulatus*	*Abax parallelep.* *Carabus coriaceus* *Carabus violaceus* *Carabus nemoralis* *Pt. oblongopunct.* *Pterostichus niger* *Pt. melanarius*	euryöke und mesophile Arten wie bei Brennessel-Erlenwald, *Amara communis*, *Harpalus latus*, *Notiophilus bigutt.*

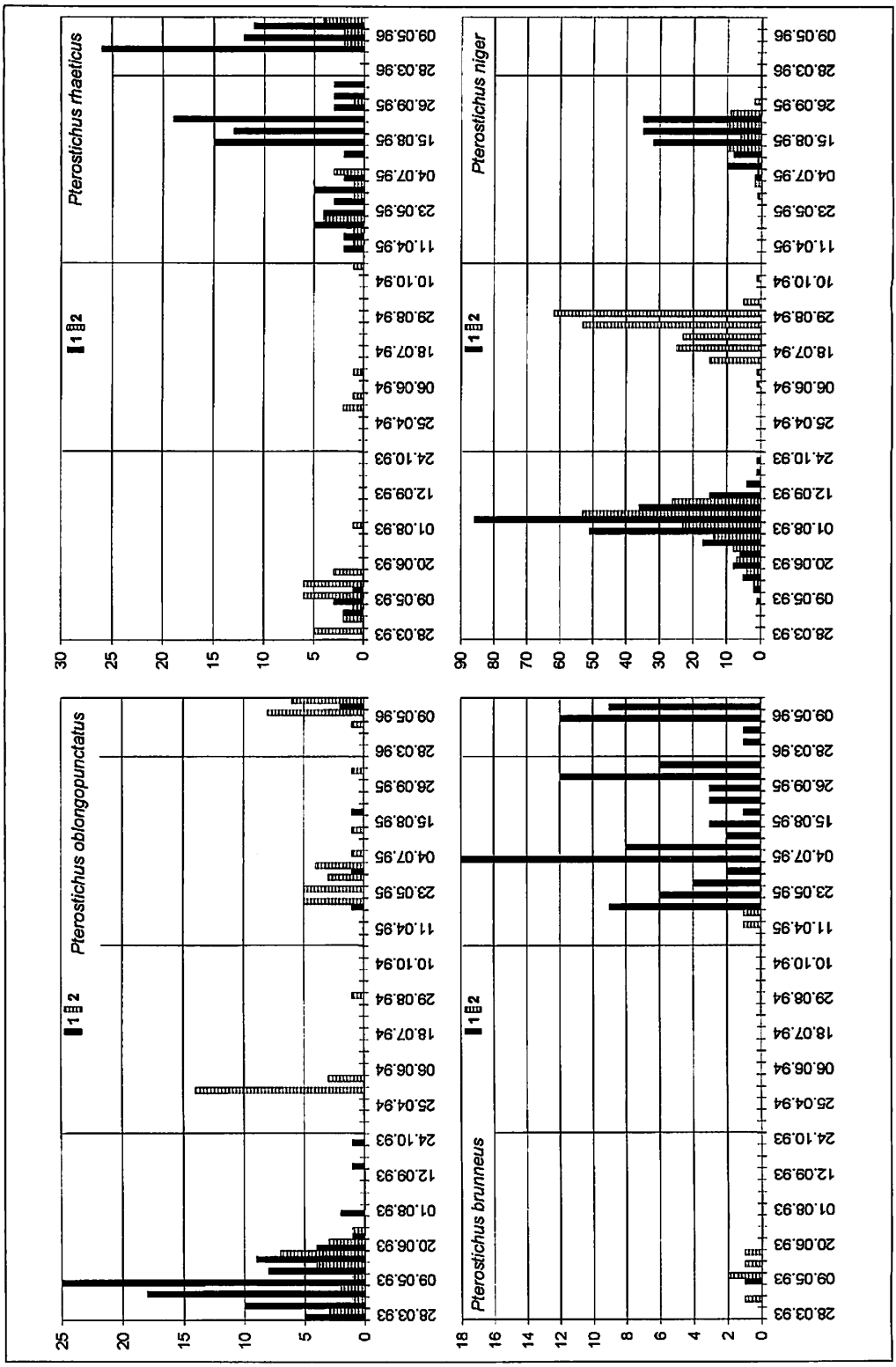


Abb. 4. Bestandsentwicklung ausgewählter Arten von 1993-1995 am 1994 überstauten Standort 1 (schwarze Balken) und am 50 Meter entfernten Vergleichsstandort 2 (schraffierte Balken)

Tabelle 4 gibt eine Übersicht über die verschiedenen Formen degradierter Erlen-(bruch)wälder und jeweils typische ökologische Gruppen und Arten von Carabiden.

Reaktion der Carabiden auf Vernässung - ein Beispiel

Standorte 1 und 2 liegen in einem insgesamt etwa 55 ha großen geschlossenen Erlenbruchwald auf zwei Seiten eines Dammes (alter Knüppeldamm, inzwischen mit Asphaltstraße), der den Wald sowohl oberflächlich schneidet als auch hydrologisch teilt, in etwa 50 Metern Entfernung zueinander. Der Wald mit Standort 1 wird in breiter Front vom Grundwasser durchströmt; dieses kann den Damm jedoch nur an einer einzigen Stelle passieren. 1993 waren beide Waldteile etwa gleich feucht. 1994 wurde der Dammdurchlaß von Februar bis Mitte Oktober soweit verschlossen, daß der Waldteil mit Standort 1 in der gesamten Vegetationsperiode zu 20-40 cm überstaut war. Eine Erfassung der Bodenfauna war hier nicht mehr möglich. Der Waldteil, in dem Standort 1 liegt, ist seither feuchter als Standort 2 (vgl. Tabelle 1). Dieses Ereignis, für den Erlenbruch als ökologische "Katastrophe" zu werten, führte 1995 zu gravierenden Veränderungen der Carabidenfauna. Durch den Vergleich mit dem nahegelegenen Standort 2 (gleicher Wald, andere Dammseite) lassen sich natürliche Populationsschwankungen ausschließen.

Die Auswirkungen auf verschiedene Carabidenarten sind in Tabelle 5 zusammengefaßt. Eine Reihe von Feuchtgebietsarten ist durch die fast einjährige Überstauung deutlich gefördert worden. Die Individuenzahlen von *Dyschirius globosus*, *Pterostichus brunneus*, *Pterostichus nigrita*, *Pterostichus rhaeticus* und *Stenolophus mixtus* nahmen gegenüber 1993 deutlich zu; *Agonum viduum* und *Oodes helopioides* wurden 1995 erstmalig an diesem Standort gesammelt. Hingegen wurden *Carabus hortensis* und *Abax parallelepipedus* nach der Überstauung gar nicht mehr gefunden; die Individuenzahlen von *Pterostichus oblongopunctatus* nahmen sehr deutlich ab. Bei den Arten *Carabus granulatus* und *Pterostichus niger* lassen sich keine deutlichen Auswirkungen finden, sie werden als indifferent geführt. In Abb. 4 ist beispielhaft die Bestandsentwicklung einiger Arten dargestellt. Dabei wird deutlich, daß am Vergleichsstandort 2 keine deutlichen Populationsschwankungen stattfanden.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß insbesondere die größeren Waldarten nach Überstauung des Waldbodens nicht mehr vorkommen und auch 1995/96 nicht wieder eingewandert sind. Kleine hygrophile und hygrobionte Arten haben von der Überstauung profitiert. Es ist anzunehmen, daß sie aus den angrenzenden nicht überstauten Bereichen eingewandert sind oder in Randlagen auf höheren Bulten Rückzugsflächen hatten.

Das genannte Beispiel zeigt den relativ kurzfristigen Einfluß auf eine Carabidenzönose. Dessen ungeachtet führte die Überstauung auf mehreren Hektar Fläche zu

Tabelle 5. Veränderungen der Aktivitätsabundanz verschiedener Laufkäferarten an Standort 1 zwischen 1993 und 1995 infolge einer Überstauung 1994

Art	Zunahme	indifferent	Abnahme
Dyschirius globosus	▲		
Stenolophus mixtus	▲		
Pterostichus brunneus	▲		
Pterostichus nigrita	▲		
Pterostichus rhaeticus	▲		
Agonum viduum	▲		
Oodes helopioides	▲		
Carabus granulatus		●	
Pterostichus niger		●	
Carabus hortensis			▼
Pterostichus oblongopunctatus			▼
Abax parallelepipedus			▼

schweren Schäden an den Erlen und ist somit keinesfalls als Handlungsanweisung brauchbar.

Diskussion

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen deutliche Unterschiede zwischen unterschiedlich grundwasserbeeinflußten Erlenbruch- und Erlenwäldern sowie eine gewisse Abhängigkeit vom Nährstoffreichtum. Da die verschiedenen Standorte parallel untersucht wurden, kann nur spekuliert werden, daß eine Grundwasserabsenkung zu einem Prozeß mit den erfaßten Stationen führen würde.

Im Presseler Heidewald- und Moorgebiet ist in den letzten Jahrzehnten ein deutliches Grundwasserdefizit zu verzeichnen; es wurde 1992 gegenüber 1970 auf rund 10 Mio. m^3 geschätzt und resultiert aus Veränderungen in der Waldstruktur, landwirtschaftlichen Meliorationsmaßnahmen und Trinkwasserentnahme (STEGNER 1994). Der entscheidende Eingriff, der die Standorte 3 und 13 zum Austrocknen brachte, geschah mit der Trockenlegung einer nahegelegenen Bachaue zwischen 1974 und 1976. Der gegenwärtige Zustand der beiden trockenen Erlenwälder wurde also 20 Jahre nach der Grundwasserabsenkung beschrieben, ohne daß gesagt werden kann, wie schnell tatsächlich die Änderungen der Carabidenzönosen eintraten.

Im Gegensatz zur derzeit nicht bestimmbaren Leitartengruppe für nasse Erlenbruchwälder sind die Ergebnisse an ausgetrockneten Standorten in verschiedenen Regionen ähnlich. POSPISCHIL (1982) nennt für ein ausgetrocknetes Erlengehölz unter anderem *Carabus nemoralis*, *Nebria brevicollis*, *Notiophilus biguttatus*, *Abax parallelepipedus* und *Pterostichus melanarius*. Weitere dort aufgeführte Arten hängen eher von umgebenden Biotopen ab. NÖTZOLD (1996) nennt für Standorte mit niedriger Bodenfeuchte und stark schwankendem Grundwasserstand als charakteristische Arten *Pterostichus niger*, *Abax parallelepipedus*, *Carabus hortensis* und *Pterostichus oblongopunctatus*. Diese Ergebnisse decken sich sehr stark mit denen in der Presseler Heide.

Eine fehlende winterliche Überstauung ermöglicht hygrophilen Arten, die sich im Herbst fortpflanzen und als Larven überwintern, eine verstärkte Besiedlung der Wälder. Beispiele dafür sind *Nebria brevicollis*, *Pterostichus niger*, *Carabus coriaceus* oder *Carabus hortensis*. Die genannten Arten kommen auch in nassen Erlenbrüchen vor, jedoch in deutlich geringerer Zahl. Winteraktiven Larven (z.B. *Nebria brevicollis* - *vgl.* THIELE 1977) steht in trockenen Erlenwäldern selbst bei Bodenfrost zumindest noch die Laubschicht zur Verfügung, während nasse Erlenbrüche dann eine ± geschlossene Eisdecke haben.

Wieweit das Eindringen von meso- und xerophilen Offenlandarten, z. B. *Harpalus latus* oder *Carabus nemoralis* in ausgetrocknete Erlenwälder neben der Bodentrockenheit auch von den Lichtverhältnissen abhängt, ist noch nicht sicher zu sagen. Die Austrocknung geht meist mit Schäden an den Erlen einher, was zu verstärkter Einstrahlung führt ("Waldrand-Klima"). Die nährstoffarme Degradationsform (*Rubus idaeus-Alnus glutinosa*-Gesellschaft) ist stark von *Humulus lupulus* als Lichtzeiger geprägt; dieser wiederum schirmt den Boden so stark gegen Insolation ab, daß das Mikroklima im Sommer relativ ausgeglichen bleibt. In der nährstoffreichen Variante wird dieser Effekt durch eine dichte Schicht von *Urtica dioica* bewirkt.

Die Austrocknung von Erlenbrüchen führt weiterhin zu einem starken Anstieg des Nahrungsangebotes für Carabiden. Durch den Übergang zu aeroben Verhältnissen im Boden wird die gesamte Bodenmikro- und -mesofauna gefördert. IRMLER (1995) dokumentiert im Vergleich eines Erlenbruches (im Sinne der vorliegenden Arbeit bereits gestört) mit einem degradierten Erlenwald eine Zunahme der Biomassen von Testaceen, verschiedenen Gruppen der Mesofauna (u.a. Collembolen), Gastropoden und Elateriden; jedoch eine Abnahme der Biomasse von Lumbriciden (es ist jedoch naheliegend, daß in ganzjährig vernäßten Brüchen kaum Lumbriciden vorkommen). Bei den vorliegenden Daten wird eine starke Zunahme der Bio-

masse von Laufkäfern in trockenen Erlenwäldern deutlich. Dies könnte ein Hinweis auf nahrungsökologische Förderung größerer Arten (*Carabus*-Arten, *Abax parallelepipedus*) sein. Entsprechende quantitative Untersuchungen stehen für die in dieser Arbeit betrachteten Standorte noch aus.

Über mögliche Wiedervernässungen von Erlenbruchwäldern liegen - im Gegensatz zu Hochund Niedermooren - für Mitteleuropa keine publizierten Ergebnisse vor. Theoretische Grundlagen für Grund- und Stauwasserregulierung in Wäldern stellen KOPP & SCHWANECKE (1994) vor, allerdings sind diese vorrangig auf forstliche Erträge ausgerichtet. Da die Böden in ausgetrockneten Bruchwäldern im wesentlichen vererden, ist nicht sicher, wieweit bei Vernässung eine den Niedermooren (vgl. SCHMIDT 1995) entsprechende Torfquellung stattfindet. SCHERZINGER (1995) verweist darauf, daß aus Sekundärwäldern mit gestörtem Wasserhaushalt eine autogene Sukzession zu gänzlich anderen "Tertiärwäldern" führen würde, wohingegen eine Wiedervernässung die Entwicklung langfristig umkehren könnte.

Die Frage, wieweit eine vorsichtige Wiedervernässung zu einer Wiederherstellung eines typischen Erlenbruchwaldes mit entsprechender Vegetation und Fauna führen kann, muß vorläufig offenbleiben. An einem Beispiel, welches gleichwohl für den Bruchwald schädigende Folgen hatte, konnte aber gezeigt werden, wie schnell eine "Reaktion" der Laufkäferzönose möglich ist. Durch die Vernässung wurden gewaltsam eine Gruppe von Waldarten ausgeschaltet und günstige Bedingungen für das Einwandern stenöker Feuchtgebietsarten geschaffen. Letzteres war jedoch nur möglich, weil mit den angrenzenden Flächen (Bruchwald und Übergangsmoor) ein Refugium für diese Arten bestand. Trotz dieses "Erfolges" für die Carabidenzönose muß darauf hingewiesen werden, daß derart kurzfristige gravierende Veränderungen des Wasserregimes im Sinne des Biotopschutzes grundsätzlich abzulehnen sind!

Danksagung

Den Herren Dr. U. IRMLER (Kiel), Prof. Dr. G. MÜLLER-MOTZFELD (Greifswald), J. SCHMIDT (Rostock), Prof. Dr. K. RICHTER (Waldsteinberg), Prof. Dr. F. TIETZE (Halle) und Dr. R. WARNKE-GRÜTTNER (Halle) sei an dieser Stelle für ihre vielfältige Unterstützung in fachlichen Fragen gedankt. Die Herren Forstamtsleiter U. NEBEL (Doberschütz) und Dr. R. ZIMMERMANN (Falkenberg) halfen mir freundlicherweise in allen den Wald betreffenden Fragen.

Literatur

BAGUETTE, M. (1987): Spring Distribution of Carabid Beetles in different Plant Communities of Belgian Forsts. - Acta Phytopath. Entom. Hung. **22** (1-4), 57-69.

BARNDT, D. (1981): Liste der Laufkäfer-Arten von Berlin (West) mit Kennzeichnung und Auswertung der verschollenen und gefährdeten Arten (Rote Liste). - Ent. Bl., Sonderheft 77, 1-35.

BLANKENBURG, J. (1994): Hydrologie der Niedermoore. - NNA-Berichte **7** (2), 57-58.

DIERSCHKE, H. (1988): Methodische und syntaxonomische Probleme bei der Untersuchung und Bewertung nasser Mikrostandorte in Laubwäldern. - In: BARKMAN, J.J. & SYKORA, K.V.(eds.): Dependent Plant Communities. - SPB Academic Publishing, The Hague.

DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie. - Eugen Ulmer, Stuttgart.

DÖRING, U. (1987): Zur Feinstruktur amphibischer Erlenbruchwälder. - Tuexenia **7**, 347-366.

ELLENBERG, H. (1986): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. - 4., verb. Aufl., Ulmer, Stuttgart.

FEDERMANN, C. (1980): Freiland- und Laboruntersuchungen zur Fortpflanzungsbiologie und Habitatbindung sumpfbewohnender Carabiden-Arten der Gattung *Pterostichus* (Subgenus *Melanius*; Coleoptera, Carabidae). Vergleichende Studien über sympatrische Arten engster Verwandtschaft. - Dipl.-Arb. Univ. Köln.

FREUDE, H., HARDE, K. W., & LOHSE, G. A.(1976): Die Käfer Mitteleuropas. Band 2 - GOECKE & EVERS, Krefeld.

GRÜM, L. (1986): The energy flow through carabid communities inhabiting forests. - In: Vth Meeting of European Carabidologists at Stara Brda Pilska, Poland September, 13-15, 1982. - Warsaw Agricultural Press, 157-167.

HAASE, G. (1995): Düben-Dahlener Heide. - In: MANNSFELD, K. & RICHTER, H. (Hrsg.): Naturräume in Sachsen. - Forschungen zur Deutschen Landeskunde, Band 238, Trier, 42-50.

HENNINGS, H. H. (1995): Einfluß von Vernässung und freier Vegetationsentwicklung auf den Wärmehaushalt von Niedermooren. - Z. f. Kulturtechnik und Landentwicklung **36**, 141-144.

HINGST, R., IRMLER, U., & STEINBORN, H.-A. (1995): Die Laufkäfergemeinschaften in Wald- und Agrarökosystemen Schleswig-Holsteins. - Mitt. dtsch. Ges. allg. angew. Ent. **9**, 733-737.

HOZAK, T. (1995): Zum Flügeldimorphismus und zur Besiedlung instabiler Lebensräume bei Bruchwaldcarabiden. - Verh. Ges. f. Ökol. **24**, 649-652.

JANIESCH, P. (1981): Ökophysiologische Untersuchungen an *Carex*-Arten aus Erlenbruchwäldern. - Habilitationsschrift FB Biologie Univ. Münster.

KAZDA, M., VERBÜCHELN, G., LUWE, M., & BRANS, S.(1992): Auswirkungen von Grundwasserabsenkungen auf Erlenbruchwälder am Rhein. - Natur und Landschaft **67/6**, 283-287.

KEMPF, L. (1986): Zwei neue Bestimmungsschlüssel für die Gattung *Agonum*, U. G. *Europhilus* CHAUDOIR (Coleoptera, Carabidae). - Ent. Nachr. Ber. 30/2, 81-86.

KOCH, K. (1989): Die Käfer Mitteleuropas. Ökologie Band 1. - GOECKE & EVERS, Krefeld.

KOCH, K. (1993): Die Käfer Mitteleuropas. Ökologie Band 4. - GOECKE & EVERS, Krefeld.

KOPP, D., & SCHWANECKE, W. (1994): Standörtlich-naturräumliche Grundlagen ökologiegerechter Forstwirtschaft. - Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.

KORBEL, L. (1951): Coleoptera Svätojurského Suru. - Academia Scientarum et Artium Slovaca, Bratislava.

KOTH, W. (1974): Vergesellschaftungen von Carabiden (Coleoptera, Insecta) bodennasser Habitate des Arnsberger Waldes verglichen mit Hilfe der Renkonen-Zahl - Abh. Landesmus. Nat.kde. Münster/Westf. **36** (3), 1-43.

KOVACH, W. L. (1986-1993): A MultiVariate Statistical Package for IBM PC's, ver. 2.1. - Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales.

KUNTZE, H. (1994): Entwicklung und Systematik der Moorböden. - NNA-Berichte **7** (2), 17-19.

LOHSE, G. A., & LUCHT, W. H.(1989): Die Käfer Mitteleuropas. 1. Supplementband mit Katalogteil. - GOECKE & EVERS, Krefeld, 346 p.

LÖSER, S., MEYER, E., & THALER, K. (1982): Laufkäfer, Kurzflügelkäfer, Asseln, Webespinnen, Weberknechte und Tausendfüßer des Naturschutzgebietes "Murnauer Moos" und der angrenzenden westlichen Talhänge (Coleoptera: Carabidae, Staphylinidae; Crustacea: Isopoda; Aranei; Opiliones; Diplopoda). - Entomofauna, Suppl. 1, 369 S.

MÜLLER-MOTZFELD, G. (1987): Die Carabidenfauna der drei Nordbezirke der DDR - eine ökofaunistische Analyse zum Problem der Faunenveränderungen. - Diss. B EMAU Greifswald.

NETTMANN, H.-K. (1993): Zur Notwendigkeit regionalisierter Untersuchungen für den zoologischen Arten- und Biotopschutz.. In: HENLE, K. & KAULE, G. (Hrsg): Arten- und Biotopschutzforschung für Deutschland. - Forschungszentrum Jülich GmbH, Jülich, 106-113.

NÖTZOLD, R. (1996): Die Kurzflügel- und Laufkäfergemeinschaften (Carabidae und Staphylinidae) des Bodens verschiedener Erlenbruchbiotope im Raum Bornhöved und ihre Abhängigkeit von Standortfaktoren. - Faun.-Ökol. Mitt. Suppl. **20**, 9-46.

POSPISCHIL, R. (1982): Käfer als Indikatoren für den Wasserhaushalt des Waldes. - Dech. Beih. **26**, 158-170.

RIECKEN, U., RIES, U., & SSYMANK, A.(1994): Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen der Bundesrepublik Deutschland. - Schr. R. f. Landschaftspflege u. Naturschutz, 41. - Kilda, Greven.

SAUERBREY, R. (1995): Gesättigte und ungesättigte Wasserleitfähigkeit in Niedermoorböden. - Z. f. Kulturtechnik und Landentwicklung **36**, 140-140.

SCHEFFER, F., & SCHACHTSCHABEL, P. (1992): Lehrbuch der Bodenkunde. - 13., durchges. Aufl., F. ENKE Verlag Stuttgart.

SCHERZINGER, W. (1995): Naturschutz im Wald. - Ulmer, Stuttgart.

SCHMIDT, W. (1994): Über den Einfluß der Entwässerung und Nutzung auf die Gefügeentwicklung in Niedermoorböden. - NNA-Berichte **7** (2), 59-66.

SCHMIDT, W. (1995): Einfluß der Wiedervernässung auf physikalische Eigenschaften des Moorkörpers der Friedländer Großen Wiese. - Z. f. Kulturtechnik und Landentwicklung **36**, 107-112.

SCHRAUTZER, J., HÄRDTLE, W., HEMPRICH, G., & WIEBE, C. (1991): Zur Synökologie und Synsystematik gestörter Erlenwälder im Gebiet der Bornhöveder Seenkette (Schleswig-Holstein). - Tuexenia **11**, 293-307.

SIEPE, A. (1989): Untersuchungen zur Besiedlung einer Auen-Katena am südlichen Oberrhein durch Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae) unter besonderer Berücksichtigung der Einflüsse des Flutgeschehens. - Diss. Univ. Freiburg (Breisgau): 420 S.

STEGNER, J. (1994): Naturschutzgroßprojekt "Presseler Heidewald- und Moorgebiet". - Naturschutzarbeit in Sachsen **36**, 47-56.

THIELE, H.-U. (1977): Carabid Beetles in Their Environments. A Study on Habitat Selection by Adaptations in Physiology and Behaviour. - Springer, Berlin-Heidelberg-New York.

TRAUTNER, J. (1992): Laufkäfer - Methoden der Bestandsaufnahme und Hinweise für die Auswertung bei Naturschutz- und Eingriffsplanungen. - In: TRAUTNER, J. (Hrsg.): Arten- und Biotopschutz in der Planung: Methodische Standards zur Erfassung von Tiergruppen, BVDL-Tagung Bad Wurzach, 9.-10. Nov. 1991 - Margraf, Weikersheim, 145-162.

TRAUTNER, J., & MÜLLER-MOTZFELD, G. (1995): Faunistisch-ökologischer Bearbeitungsstand, Gefährdung und Checkliste der Laufkäfer. - Naturschutz und Landschaftsplanung **27** (3), 96-105, I-XII.

TÜXEN, R. (1974): Das Lahrener Moor. - Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem., N.F. 17, 39-68.

Anschrift des Verfassers:
Dipl.-Biol. JAN STEGNER, Bautzmannstraße 12, D-04315 Leipzig