

# Collembolen an Wald- Dauerbeobachtungsflächen in Baden-Württemberg

 Auswertung der Erhebungen von 1986 bis 2003 und Beschreibung  
der Autökologie ausgewählter Arten

ID U74-M326-J07  
ID-U74-M316-J07

Seit 1986 nimmt die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) im Rahmen der Medienübergreifenden Umweltbeobachtung (ehem. Ökologisches Wirkungskataster) an ca. 60 in Baden-Württemberg verteilten Boden-Dauerbeobachtungsflächen (BDF) die Collembolenfaunen auf. Diese Untersuchungen wurden mehrfach wiederholt. Die Wiederholungsuntersuchungen fanden in den Jahren 1986/87, 1988/90, 1991/92, 1997 und 2003 statt, so dass Collembolendaten aus einer Zeitspanne von knapp 20 Jahren zur Verfügung standen.

Dieser Bericht stellt zum einen die Erkenntnisse aus der Literatur zur Autökologie möglichst vieler in Baden-Württemberg vorkommender Collembolenarten vor und wertet zum anderen die Ergebnisse der Langzeituntersuchung aus bioindikatorischer Sicht vor allem im Hinblick auf Klimaerwärmung und Bodenversauerung aus.

Auf der Gemeinschaftsebene erhöhten sich die Gesamtindividuumdichten in allen Regionen kontinuierlich bis zur Erreichung der höchsten Werte in den Jahren 1997



Abbildung 1: Verschiedene Collembolen-Arten unter dem Binokular (Foto: D. Russell)



bzw. z.T. bereits 1991/92. Erst im Jahre 2003 wurden wieder reduzierte Abundanzen vorgefunden. Bei den einzelnen Arten traten in der großen Mehrheit der Fälle ebenfalls zunehmende Abundanzen auf, die ihre individuellen Populationen oft bereits 1991/92 erreichten. Auch hier wurden wieder reduzierte Populationen im Jahre 2003 festgestellt. Noch deutlicher entwickelte sich die durchschnittliche Anzahl erfasster Arten pro Termin, die in allen Regionen kontinuierlich von 1986 bis 1997 anstieg. Die Artenzahlen nahmen dann ebenfalls im Jahr 2003 wieder ab. Diese allgemeinen Entwicklungen sprechen nicht für negative Auswirkungen auf die Collembolenfaunen der BDF. Die meisten experimentellen und Freiland-Studien zur Klimaveränderung stellten signifikante Reduktionen der Abundanzen und Artenzahlen von Collembolengemeinschaften in Folge erhöhter Temperaturen oder Trockenheit fest (HANSEN et al. 2004, LINDBERG 2003, LINDBERG & BENGTSSON 2006, MCGEOGH et al. 2006, SJURSEN et al. 2005). Die Entwicklungen der Collembolen in den BDF Baden-Württembergs deuten deshalb bis 1997 eher auf eine allgemeine Verbesserung der Lebensraumbedingungen hin. Die Abnahmen im Jahr 2003 bei allen Parametern: Individuendichten insgesamt, Populationen einzelner Arten oder Artengruppen, Artenzahlen sowie die Anzahl seltener Arten – ist höchstwahrscheinlich auf die außerordentlich heiße und trockene Witterung des Jahres zurückzuführen.

Deshalb sprechen die hier festgestellten Erhöhungen der Gesamtdichten, Dichten einzelner Arten sowie des Artenreichtums nicht unbedingt gegen eine mögliche Erwärmung der klimatischen Verhältnisse in den untersuchten DBF während der letzten 20 Jahren, sondern zeigen lediglich dass keine negativen Auswirkungen festzustellen sind.

Durch die Gruppierung von Arten ähnlicher ökolo-

gischer Ansprüche wurde schließlich ein explizit bioindikatorisches Vorgehen bei der Datenanalyse angewandt. Der Frage nach einer möglichen Versauerung der Böden der BDF wurde mithilfe von Arten nachgegangen, die ihre höchsten Populationsdichten entweder in sauren Böden (= „azidophile“ Arten i.w.S.) oder in neutralen bis höchstens schwach sauren Böden (= „azidophobe“ Arten i.w.S.) erreichen. Die Entwicklungen dieser Gruppen waren eindeutig. „Azidophile“ Arten zeigten keine durchgehenden Entwicklungstendenzen. In manchen Regionen nahmen solche Arten zwar bis 1991/92 zu, danach gingen ihre Populationen aber wieder zurück. Dies kann als Hinweis darauf gewertet werden, dass das Säurepotential der Böden hoch ist. Allerdings waren diese Entwicklungen selten statistisch signifikant. Die Zunahmen „azidophober“ Arten waren dagegen oft hochsignifikant, sodass ihre Populationssteigerung als gesichert gelten kann. Die hier ausgewerteten Collembolenfaunen der BDF zeigen keine Anzeichen einer zunehmenden Versauerung der Böden. Bioindikatorisch ist im Gegenteil eine abnehmende Versauerung der Böden spätestens ab 1991 in allen Regionen zu verzeichnen, auch in montanen Regionen mit hohem Nadelwaldanteil.

Die Frage nach möglichen Anzeichen einer Klimaerwärmung war bioindikatorisch komplexer zu beantworten. Drei autökologische Faktoren wurden hierfür herangezogen. Erstens wurde nach Veränderungen biogeographischer Verbreitungstypen gesucht, zweitens die Entwicklung von Arten analysiert, die bevorzugt im Tiefland bzw. in montanen Gebieten vorkommen und drittens wurde nach einer Entwicklung von Arten geforscht, die bevorzugt in wärmeren Böden größere Populationen aufbauen (= thermophile Arten i.w.S.). In der Gesamtbetrachtung zeigen die ökologischen Artengruppen nur geringe Entwicklungstendenzen. Die niedrigen Individuendichten der meisten Vertreter dieser Gruppen machten eine eindeutige Aussage schwierig. Deshalb

kann mit den zur Verfügung stehenden Daten ein eindeutiges Anzeichen eines Klimawandels bioindikatorisch nicht konstatiert werden. Die leichten Bestandsveränderungen der hier betrachteten ökologischen Gruppen erlauben es jedoch ebenso wenig, Auswirkungen einer Klimaerwärmung auszuschließen. Eine leichte Tendenz hin zu wärmer werdenden Habitatbedingungen kann mit den vorliegenden Ergebnissen somit als möglich betrachtet werden, ist aber nicht eindeutig nachzuweisen.

## IMPRESSUM

<b>HERAUSGEBER</b>	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg Postfach 10 01 63, 76231 Karlsruhe, <a href="http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de">www.lubw.baden-wuerttemberg.de</a>
<b>BEARBEITUNG</b>	Dr. Birgit Balkenhol, Dr. David. J. Russell, Staatliches Museum für Naturkunde Görlitz, 02806 Görlitz Für den Inhalt sind die Bearbeiter verantwortlich. Die geäußerten Interpretationen und Einschätzungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.
<b>AUFTRAGGEBER</b>	LUBW, Referat Medienübergreifende Umweltbeobachtung, Projekt ID WV159 Kontakt: Kay Rahtkens, <a href="mailto:kay.rahtkens@lubw.bwl.de">kay.rahtkens@lubw.bwl.de</a> , Tel. 0721 5600-1279
<b>BEZUG</b>	<a href="http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/91063/">http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/91063/</a> ID Umweltbeobachtung U74-M326-J07
<b>STAND</b>	Stand Juli 2007, Internetausgabe August 2013

Nachdruck und Verteilung für kommerzielle Zwecke – auch auszugsweise – ist darüber hinaus nur mit Zustimmung des Herausgebers unter Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren gestattet.

---

## **Inhaltsverzeichnis**

Hintergrund und Fragestellung	4
Vorgehensweise und Methoden	4
Datengrundlage	4
Statische Überprüfung	6
Ermittlung der Autökologie der vorkommenden Arten	10
Autökologische Ansprüche der nachgewiesenen Collembolenarten	11
Ergebnisse der statistischen Analysen	72
Schlussfolgerungen	97
Literatur	105

## Hintergrund und Fragestellung

Seit 1986 nimmt die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) im Rahmen des Ökologischen Wirkungskatasters aus ca. 60 in Waldstandorten Baden-Württembergs verteilte Boden-Dauerbeobachtungsflächen (BDF) die Collembolenfaunen auf. Diese Untersuchungen werden alle 2-5 Jahre wiederholt. In den vergangenen Jahren wurden die nachgewiesenen Arten der Collembolen bezüglich Umweltfaktoren wie Immissionsbelastung, Schwermetallbelastung usw. bioindikatorisch ausgewertet (GEFU 1985, 1986, 1987, 1992, 1994; SCHICK 1990; STIERHOF 1993; LFU 1993). Die letzte Untersuchung der Collembolenfaunen aus diesen BDF fand im Jahr 2003 statt, so dass Collembolendaten aus einer Zeitspanne von knapp 20 Jahren zur Verfügung stehen.

Die LUBW stellt nun die Frage, ob Langzeitentwicklungen in diesem Datensatz zu erkennen sind. Sie hat deshalb dem Staatlichen Museum für Naturkunde Görlitz (SMNG) die bisher gesammelten Daten mit dem Auftrag zur Verfügung gestellt, diese hinsichtlich zeitlicher Entwicklungstendenzen v.a. bezüglich der Bodenversauerung und des Klimawandels zu analysieren. Das SMNG besitzt eine umfangreiche wissenschaftliche Literatursammlung mit ökologischen Studien über Collembolen. Es ist deshalb in der Lage, die autökologischen Ansprüche und zoogeographische Verteilung der in Deutschland und somit der in den BDF Baden-Württembergs vorkommenden Collembolenarten zu ermitteln. Es wurde zwischen der LUBW und dem SMNG vereinbart, diese Informationen zusammenzustellen und sie zusammen mit einer statistischen Analyse des kompletten Collembolen-Datensatzes dieser BDF hinsichtlich eventueller Langzeitentwicklungen unter Berücksichtigung der oben genannten Fragestellungen bioindikatorisch zu bewerten.

## Vorgehensweise und Methoden

### Datengrundlage

Als Datengrundlagen wurden vom LUBW Dateien geliefert, die bei den bisherigen Untersuchungen zur Collembolenfauna des Ökologischen Wirkungskatasters gewonnen wurden. Diese Dateien (17 Excel<sup>®</sup>- sowie einige Word<sup>®</sup>-Dateien) befanden sich in verschiedenen Ordnern, die nur Werkvertragsnummern als Titel enthielten. Die Excel-Dateien enthielten z.T. Collembolen-Datensätze, z.T. Angaben zum Fundort, zur Autökologie einzelner Arten oder Informationen zu den Dauerbeobachtungsflächen. Der Inhalt der Dateien war nicht einheitlich aufgebaut und strukturiert. Außerdem wiederholten sich viele Datensätze mehrfach in den verschiedenen Dateien. Da der jeweilige Inhalt aus den Dateinamen nicht ersichtlich war, musste jede einzelne Datei gesichtet, die relevanten Informationen heraus gesucht und isoliert sowie redundante Datensätze verworfen werden. Mehrfach aufgeführte Datensätze wurden genau auf ihren Inhalt und geringe Veränderungen geprüft und die notwendigen Daten für die Analysen zusammengestellt. Erst dann konnten die einzelnen Dauerbeobachtungsflächen (DBF), ihre Beprobungszeitpunkte und -häufigkeiten identifiziert werden.

Die Datentabellen der verschiedenen Beprobungsjahre waren unterschiedlich aufgebaut. Von 1986 bis 1992 enthielten die Dateien außerdem keine Rohdaten (= Anzahl der Individuen jeder nachgewiesenen Art in jeder einzelnen Probe), sondern für jede DBF lediglich die Summe aller 3 Proben jedes Beprobungszeitpunktes (d.h. für jede nachgewiesene Art statt 9 Datensätze im Jahr lediglich 3 Daten: = Terminsummen jeweils für die Probentermine „Frühjahr“, „Sommer“ und „Herbst“). Erst ab 1997 beinhalteten die Dateien tatsächliche Rohdaten. Außerdem waren die Daten von 1986 bis 1992 als hochgerechnete Individuendichten (in Individuen/m<sup>2</sup>) angegeben, ab 1997 als tatsächliche Individuenzahl pro Probe. Nicht jede DBF wurde in jedem Untersuchungsjahr beprobt, sondern meistens jeweils nur die Hälfte der Untersuchungsflächen. Lediglich im Jahre 1997 wurden alle DBF berücksichtigt. Für die einzelnen Jahre sind deshalb meist nur Teildatensätze vorhanden. Die einzelnen Jahresdatensätze wurden daraufhin eingehend hinsichtlich der Beprobungstermine geprüft, damit entsprechende Übersichtstabellen für die Probenzeiten zusammengestellt werden konnten. Im Jahr 2003 wurden nur 30 DBF (statt ca. 60) beprobt. Somit sind für 30 DBF Daten für 5 Untersuchungsjahre, für die anderen ca. 30 DBF jedoch für lediglich 4 Untersuchungsjahre vorhanden. Nur einzelne DBF wurden in weniger als 4 verschiedenen Jahren beprobt. Da mit dieser Datengrundlage keine fundierten Entwicklungstendenzen zu erkennen sind, wurden diese DBF für die Analysen nicht verwendet. Eine Auflistung der DBF sowie ihrer jeweiligen Beprobungszeitpunkte sind im Anhang 1 wiedergegeben. Eine Excel<sup>®</sup>-Datei mit den verwendeten Daten ist als Anlage diesem Bericht beigelegt.

Für die Erstellung der Tabellen wurden zunächst die Bezeichnungen der Probepunkte und –flächen miteinander verglichen, vereinheitlicht und aus den vielen Einzeldateien eine Datei mit den Probeflächen und –daten zusammengestellt. Damit eine Auswertung der Daten des ökologischen Wirkungskatasters möglich wurde, mussten dann alle Artenlisten der verschiedenen Tabellen hinsichtlich taxonomischer Synonyme überprüft und die Artnamen auf einen einheitlich neuen wissenschaftlichen Stand gebracht werden. Anschließend wurde eine Gesamtartenliste der in allen Untersuchungsgebieten und –jahren erfassten Collembolen erstellt, um die Daten der verschiedenen Untersuchungsgebiete und –jahre vergleichen zu können. In diese Tabelle wurden die entsprechenden Datensätze der Collembolenarten der einzelnen Probepunkte und –termine überführt. So wurden aus den vielen verschiedenen vorhandenen Tabellen einheitlich strukturierte, hinsichtlich der Bezeichnung der Probeflächen und Arten vergleichbare Listen erstellt, die die Grundlagen für alle ökologischen Bewertungen und statistischen Berechnungen bieten.

Da die angewendeten statistischen Verfahren mit Absolutzahlen vorgenommen werden, wurden diejenigen Datensätze, die im Ind./m<sup>2</sup> vorlagen, in Absolutzahlen umgerechnet. Nach Durchsicht der Daten wurde offensichtlich, dass Arten, die mit 92 Ind./m<sup>2</sup> angegeben wurden, in den entsprechenden Flächen bzw. Terminen als einzelnes Individuum erfasst wurden. Entsprechend wurden allen Ind./m<sup>2</sup>-Angaben durch den Faktor 92 dividiert. Außerdem wurde für die Jahre 1997 und 2003, in denen nur Einzeldaten der Probepunkte vorlagen, Dateien mit Terminsummen erstellt. Für den Vergleich der Diversität der Standorte wurden alle Ergebnisse eines jeden Standortes getrennt zusammengestellt sowie Artensummen und Gesamtsummen errechnet.

### Statische Überprüfung

Ziel der vorliegenden Analysen war nicht, Entwicklungen in einzelnen Standorten zu erkennen und zu bewerten, sondern allgemeine Tendenzen des ganzen Datensatzes zu prüfen, v.a. bzgl. Bodenversauerung und Klimaerwärmung. Nach den ersten Analysen der Daten wurde jedoch offensichtlich, dass aufgrund der hohen Variabilität der Umweltbedingungen aus den weit verstreuten DBF nur wenige statistisch gesicherte Tendenzen mit dem kompletten Datensatz zu erkennen waren. Um mögliche Veränderungen innerhalb verschiedener geographischer Regionen des Monitoringgebietes feststellen zu können, wurden die DBF für die weiteren Analysen in unterschiedliche Gruppen aufgeteilt. Hierfür wurden die einzelnen DBF zunächst anhand verschiedener Kriterien geordnet, z.B. Höhe über NN, Exposition, Niederschlag, Hauptbaumart, Bodentyp, Humusform, geographische Lage usw. Die bezüglich der Habitatbedingungen sinnvollste Gruppierung entstand dabei aus der Kombination aus Höhe über NN und geographischer Lage. Hierdurch bestand weiterhin die Möglichkeit zu prüfen, ob unterschiedliche Entwicklungstendenzen in höheren Lagen gegenüber tieferen Lagen oder aufgrund der räumlichen Nähe zu geographisch benachbarten Gebieten, z.B. in der Oberrheinebene, am Fuß der Alpen, aus Bayern usw., zu erkennen sind. Die DBF wurden somit zunächst in Tieflandstandorte, Standorte höherer Lagen sowie Standorte mittlerer Höhenlagen eingeteilt. Als Grenzwerte wurden 300 und 600 m ü.NN gewählt. Anhand der häufigsten Angaben zu den Höhenstufen der dazugehörigen DBF werden diese Gruppen im Folgenden „collin“ (Tieflandstandorte), „submontan“ sowie „montan“ (höhere Lagen) genannt. Diese Bezeichnungen werden hier v.a. für die Einstufung der Höhenlagen verwendet und erheben keinen Anspruch auf die richtige Zuordnung der einzelnen DBF zu den tatsächlichen Höhenstufen, die ökologische Kennzeichnungen sind und sich auf mehrere Faktoren als die absolute Höhe über NN beziehen (WALTER UND BRECKLE 1991). Die „collinen“ Flächen befanden sich entlang der Oberrheinebene. Die „submontanen“ Flächen kamen v.a. im Rheintal am Fuß der Alpen sowie im nördlichen Baden-Württemberg vor. Um die DBF-Gruppen in vergleichbarer Anzahl zu halten, wurden die nördlichen DBF in zwei Gruppen östlich bzw. westlich des Neckars geteilt. Die höher liegenden „montanen“ Flächen befanden sich v.a. im Schwarzwald bzw. im südlichen Württemberg. Damit entstanden 6 Gruppen von DBF, die jeweils bzgl. ihrer geographischen und Höhenlage relativ einheitlich waren. Die räumliche Aufteilung der DBF ist in Abb. 1 und eine Liste der den Gruppen zugehörige DBF im Anhang 2 wiedergegeben. Die im Folgenden beschriebenen Analysenschritte wurden anschließend für jede Region (= Gruppe von DBF) getrennt durchgeführt.

Um gesicherte Entwicklungstendenzen zu erkennen, wurden die Daten statistisch überprüft. Hierfür wurde aufgrund der nicht-normalen Verteilung von Bodentieren im Allgemeinen und Collembola im Besonderen eine nicht-parametrische Varianzanalyse (ANOVA) angewandt (modifizierter Friedman Test; ZAR 1999), die mit den Rängen (= Reihenfolge) der Werte statt mit Absolutzahlen arbeitet. Als „Gruppen“, zwischen denen Unterschiede zu überprüfen waren, wurden die unterschiedlichen Untersuchungsjahre eingesetzt. Da meistens nur die Hälfte der DBF in einem Untersuchungsjahr beprobt wurden, mussten bis 1992 die

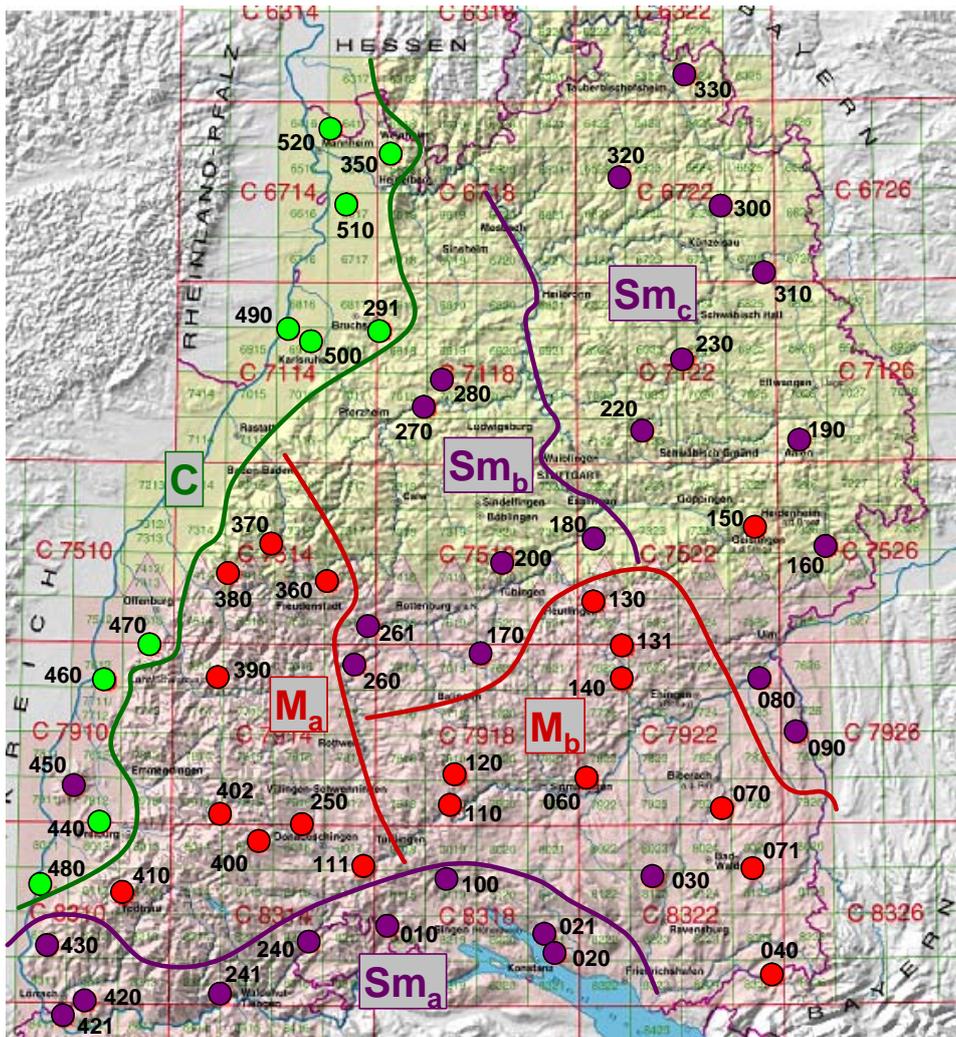


Abb. 1. Lage der untersuchten Boden-Dauerbeobachtungsflächen (BDF) und ihre Einteilung in die verschiedenen Regionen. C: colline Region, Sm: submontane Regionen, M: montane Regionen. Zahlen geben die Nummer der BDF an.

Ergebnisse von zwei Jahren zusammengefasst werden, um die komplette Gruppe der DBF überprüfen zu können (1986/1987; 1988/1990; 1991/1992; 1997 sowie 2003 [insgesamt nur 30 Flächen in diesem Jahr]). Es muss betont werden, dass eine solche Zusammenfassung bei einer statistischen Analyse streng genommen nicht zulässig ist, da die einzelnen „Stichproben“ nicht mehr unabhängig voneinander sind, z.B. aufgrund unterschiedlicher klimatischer Bedingungen in den verschiedenen Jahren. Zeitliche Entwicklungstendenzen waren jedoch nicht anders zu überprüfen. Da fast alle Bodentierarten saisonale Populationsdynamiken zeigen (jahreszeitliche Phänologie), wurden bei der Rangbildung für jede DBF jeweils nur die Frühjahrs-, Sommer- bzw. Herbstwerte der verschiedenen Jahre miteinander verglichen. Statistisch geprüft wurden dann die Rangsummen aller Flächen und „Jahreszeiten“ der jeweiligen regionalen Gruppe. Da nur die Terminsummen als Datengrundlage existierten, konnte nur ein Wert pro DBF und Beprobungstermin verwendet werden. Damit reduziert sich der Friedman-Test zu einem Kruskal-Wallis H-Test. Der Friedman-Test wurde trotzdem angewandt, weil er auch für fehlende Werte (z.B. einzelne Ausfälle bzw. fehlende Flächen in 2003) ausgerichtet ist (unbalanciertes Verfahren).

Zunächst wurde nach Entwicklungstendenzen der Gemeinschaften insgesamt gesucht. Erstens wurde für jede Region die Gesamtanzahl der Individuen auf signifikante Veränderungen von 1986 bis 2003 geprüft. Als Prüfdaten hierfür dienten die Summen aller Individuen der erfassten Collembola jeder DBF und jedes Beprobungszeitpunktes. Zweitens wurde die Gesamtanzahl nachgewiesener Arten pro Fläche und Zeitpunkt analysiert. Hierfür flossen nur die auf Artniveau angegebenen Daten in die Analyse ein, d.h. Angaben auf Gattungs-, Familien- oder gar höherem taxonomischen Niveau wurden hierbei verworfen (z.B. „*Mesaphorura spec.*“, „*Bourletiellidae spec.*“), da eine doppelte Zählung der gleichen Art sonst nicht ausgeschlossen werden konnte. Da Veränderungen der Gesamtindividuenzahlen nicht nur durch die gesamte Gemeinschaft, sondern auch durch Populationsveränderungen einzelner Arten zustande kommen können, wurden als Indikatoren für Gemeinschaftsentwicklungen insgesamt Veränderungen der Anzahl seltener Arten geprüft. Dabei wurden als „selten“ solche Arten aufgefasst, die in einer Region während des gesamten Beobachtungszeitraumes mit  $10^1$  (= 10) oder weniger Individuen nachgewiesen wurden. Die Berücksichtigung von Taxa als getrennte Arten erfolgte bei den seltenen Arten wie bei den Gesamtartenzahlen (s. oben).

Als nächstes wurden Veränderungen einzelner Arten ermittelt. Hierzu wurden zunächst für jede Region die Jahressummen jeder Art gebildet. Anhand dieser Jahressummen wurden diejenigen Arten identifiziert, bei denen sich Entwicklungstendenzen abzeichneten, z.B. Zunahmen oder Abnahmen im Verlauf der Jahre aber auch starke Abundanzveränderungen in einzelnen Jahren. Die Populationsentwicklungen sämtlicher auf diese Weise identifizierter Arten wurden anschließend für jede Region auf statistische Signifikanz mit den oben beschriebenen Verfahren überprüft. Dabei wurden Arten, die in mehreren Jahren fehlten, nicht berücksichtigt, da das statistische Verfahren keine sinnvollen Ergebnisse mit vielen 0-Werten liefert. Außerdem wurden nur die Daten der bis auf das Artniveau determinierten Individuen verwendet, d.h., Werte für vermutlich gleiche Arten wie z.B. „*Hymenaphorura sibiricus*“ und „*Hymenaphorura spec.*“ wurden nicht zusammengefasst, weil nicht überprüft werden konnte, ob sie wirklich zur gleichen Art gehören.

Weiterhin wurden die Entwicklungstendenzen von Arten ähnlicher ökologischer Ansprüche geprüft. Bezüglich verschiedener ökologischer Faktoren wurden für die einzelnen Arten die autökologischen und zoogeographischen Angaben in der Literatur eruiert (s. unten). Aus dieser Zusammenstellung wurden dann Gruppen von Arten ermittelt, für die ähnliche ökologische Ansprüche attestiert werden. Dabei wurden jeweils nur diejenigen Arten berücksichtigt, für die in verschiedenen Literaturangaben die gleichen Ansprüche beschrieben werden. D.h., Arten mit widersprüchlichen Angaben wurden verworfen, ohne die Widersprüche zu werten. Außerdem wurden nur Literaturangaben und nicht die „Expertenmeinung“ der Auftragsnehmer berücksichtigt. Nur wenn eigene Erfahrung den Literaturangaben deutlich widersprach, wurden Arten nicht berücksichtigt. Dies geschah jedoch selten. Die anschließend geprüften ökologischen Faktoren richteten sich nach der Fragestellung dieses Werkvertrags. Bzgl. Versauerung waren die zu prüfenden ökologischen Ansprüche unkompliziert. Es wurden Arten identifiziert, die entweder häufiger in sauren Böden (bis pH 5-6) vorkamen bzw. durch Untersuchungen mehrerer Autoren deutlich als

acidophil gekennzeichnet werden oder in basischen bis höchstens schwach sauren Böden (> pH 5,5) vorkamen bzw. als acidophob gekennzeichnet werden. Hierbei gäbe eine Zunahme acidophiler bzw. acidotoleranter Arten Hinweise auf eine Versauerung der Böden der DBF.

Bezüglich der Klimaerwärmung wurden verschiedene Faktoren geprüft. Zuerst wurden Artengruppen anhand ihrer zoogeographischen Verbreitung ermittelt. Es wurden Arten zusammengestellt, die tendenziell entweder eine südliche bis südöstliche Verbreitung oder aber eine eher nördliche Verbreitung aufweisen. Nur sehr wenige der vorkommenden Arten weisen eine nördliche Verbreitung auf. Sie wurden in den Analysen mit Arten, die kühlere Böden bevorzugen (s. weiter unten), zusammengefasst. Hier würde eine Zunahme von „südlichen“ Arten eine verstärkte Ausbreitung von Arten aus wärmeren Länder bedeuten, was ein Hinweis für zunehmend warme klimatische Bedingungen wäre. Weiterhin wurden Arten zusammengefasst, die in stärkeren Populationen oder in mehreren Untersuchungen ausschließlich in wärmeren Böden vorkamen (ab 10 °C Jahresmitteltemperatur) bzw. deutlich als thermophil gekennzeichnet sind und andererseits Arten, die eher in kühleren Böden vorkommen bzw. als thermophob bezeichnet werden. Hier gäbe eine Zunahme thermophiler bzw. thermotoleranter Arten sowie eine Abnahme thermophober Arten im Verlauf der Jahre einen Hinweis auf wärmer werdende Bedingungen in den DBF. Des Weiteren wurden zwei Gruppen aus Artengruppen gebildet, die in montanen bzw. Tiefland-Standorten vorkommen. Hier lag die Annahme zugrunde, dass bei wärmer werdenden klimatischen Bedingungen v.a. die montanen Standorte von einem stärkeren ökologischen Wandel getroffen werden, so dass montane Arten zurück gehen und Tiefland-Arten zunehmen.

Bei der Auswertung der Entwicklungstendenzen einzelner Arten ist aufgefallen, dass signifikante Veränderungen oft bei solchen Arten auftraten, die häufig in Laubwaldböden vorkommen. Aus diesem Grund wurden weiterhin Arten gruppiert, die ihren Verbreitungsschwerpunkt in Nadelwäldern, Laubwäldern oder Laubmischwäldern haben. Hiermit wurde geprüft, ob Veränderungen der Collembolenfaunen zu erkennen sind, die neben den klimatischen oder bodenchemischen Bedingungen mit dem Habitattyp zusammenhängen.

Es sei angemerkt, dass nicht für alle Arten klare Hinweise in der Literatur auf eine deutliche Bevorzugung für die einzelnen Faktoren zu finden waren. Einige Arten zeigen außerdem eine hohe ökologische Toleranz gegenüber dem jeweiligen Faktor. Andererseits kann bei vielen Arten eine Bevorzugung verschiedener Faktoren konstatiert werden. Eine Liste der bei den verschiedenen ökologischen Faktoren berücksichtigten Arten ist im Anhang 3 wiedergegeben.

Für jeden einzelnen autökologischen Faktor wurden für jede DBF und jeden Beprobungszeitpunkt die Individuenzahlen aller ökologischen Gruppen zusammen addiert. Die somit kumulierten Individuenzahlen wurden dann nach statistisch signifikanten Veränderungen mit dem oben beschriebenen Verfahren geprüft. Für die einzelnen DBF standen keine bodenkundlichen oder klimatischen Daten für die verschiedenen Untersuchungsjahre zur Verfügung. Dadurch waren keine Korrelationen oder ähnlichen Analysen zwischen den verschiedenen ökologischen Artengruppen und den tatsächlichen klimatischen bzw. Bodenwerten möglich. Eventuelle Entwicklungen der ökologischen

Artengruppen zeigen deshalb keine kausalen Zusammenhänge auf, sondern sind als Hinweise für mögliche ökologische Entwicklungen in den DBF zu verstehen.

#### Ermittlung der Autökologie der vorkommenden Arten

Untersuchungen der Collembolenfauna finden erst in den letzten Jahrzehnten verstärkt statt. Ihre Ergebnisse sind in der Literatur z.T. sehr zerstreut oder sind gar nicht veröffentlicht worden. Außerdem existieren extrem wenige ökologische Review-Studien zur Collembola. Deshalb gibt es keine Zusammenfassung der autökologischen Ansprüche der einzelnen in Deutschland oder gar Europa vorkommenden Arten, wie sie z.B. für Spinnen oder Laufkäfer zu finden sind. Aus diesem Grund wurden die autökologischen Ansprüche und zoogeographische Verbreitung der bei dem Ökologischen Wirkungskataster nachgewiesenen Arten aus verschiedenen Quellen ermittelt. Als grundlegende Werke für die geographische Verbreitung bzw. Lebenszyklus, Ernährung und die ökologischen Präferenzen der Species wurden die Standardwerke „Entomofauna Germanica“ sowie die vier bisher erschienenen Bände der „Synopsis on Palaearctic Collembola“ herangezogen. Den Arbeiten von SCHICK (1990) und STIERHOF (2003) wurden neben ökologischen und phänologischen Angaben v.a. auch Daten der einzelnen Untersuchungsgebiete (Jahresniederschläge, Jahresmitteltemperaturen, pH-Werte) entnommen. Weitere Informationen ergaben Recherchen in Internet-Datenbanken ([www.faunaeur.org](http://www.faunaeur.org), [www.biologie.uni-ulm.de/systax/](http://www.biologie.uni-ulm.de/systax/), [www.collembola.org/taxa/collembo.htm](http://www.collembola.org/taxa/collembo.htm)). Ein großer Teil der nach diesen Literaturstudien noch verbliebenen Fragen konnten mit Hilfe der umfangreichen Literatursammlung des Naturkundemuseums Görlitz und von über das Internet verfügbaren Veröffentlichungen beantwortet werden. Da die Literatursammlung sehr aufwändig ist, reichte die zur Verfügung stehende Zeit nicht aus, alle der mehrere tausend Artikel der Görlitzer Sammlung durchzusehen. Außerdem fehlen für viele Collembolenarten spezifische Untersuchungen insbesondere zur Ernährung und zum Lebenszyklus, sodass weiterhin Fragen offen bleiben. Die im Anhang 3 aufgeführte Liste kann somit Grundlagen und Anregungen für weitergehende Untersuchungen der Arten bieten.

Autökologische Angaben in den von der LUBW mitgelieferten Excel®-Dateien bzw. dem Bericht der GEFU wurden in der Tabelle nicht berücksichtigt, da die zugrunde liegenden Literatur-Angaben nicht zu überprüfen waren. Dies ist nicht als Kritik an den Angaben dieser Arbeiten zu verstehen. Im vorliegenden Bericht wurden jedoch zwecks Sicherheit der Angaben ausschließlich wissenschaftlich „peer-reviewed“ Studien verwendet. Unterschiedliche Einschätzungen zwischen dem vorliegenden Bericht und früheren Angaben sind dadurch möglich, aber wertfrei zu betrachten, da sie wahrscheinlich lediglich auf unterschiedlichen Quellen basieren.

## Autökologische Ansprüche der nachgewiesenen Collembolenarten

**Ordnung: Arthropleona**

**Überfamilie: Poduromorpha**

**Familie: Brachystomellidae**

***Brachystomella curvula* Gisin, 1948**

**Synonyme:** unbekannt

**Nahrung:** Bau der Mundwerkzeuge deutet auf schabend-, oder ritzend-saugende Ernährung (Stierhof 2003)

**Lebensform:** hemiedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt, nur Funde im Herbst (Stierhof 2003)

**Ökologische Präferenz:**

pH: vor allem in basenarmen Böden, aber auch kalkreichen Böden (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: xerotolerant, Jahresniederschläge 550 - 900 ml (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 9.0 - 10.0 °C (Stierhof 2003)

Habitat: sonnige, trockene Standorte, Eichen-Buchenwald mit hohem forstlichen Kiefernanteil, interstitiell in Sandböden (Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Ostpalearktis ([www.faunaeur.org](http://www.faunaeur.org) 02.2007), auch Mittelmeergebiet und Inseln im Nordatlantik (Azoren, Madeira, Kanaren, Kapverden) (Bellinger in Stierhof 2003), bisher keine gesicherten Funde für Deutschland (vgl. Entomofauna Germanica 2003), Höhe ü. NN: 98 m, planar (Stierhof 2003)

**Familie: Hypogastruridae**

**Unterfamilie: Hypogastrurinae**

***Ceratophysella armata* (Nicolet, 1841)**

**Synonyme:** *Podura armata* Nicolet, 1841, *Achorutes buxtoni* Brown, 1926

**Nahrung:** Pilze, soll an Pilzkulturen zuweilen wirtschaftliche Schäden verursachen (Stierhof 2003)

**Lebensform:** hemiedaphisch (Rusek 1995, Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt, Abundanzmaximum: Frühling

**Ökologische Präferenz:**

pH: 3.1 - 7.2 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: mäßig frische bis frische Standorte (z.T. mit sommerlichen Trockenperioden), mesophil (Stierhof 2003, Rusek 1995), Jahresniederschläge: 550 - 2000 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 6.5 - 10 °C (Stierhof 2003)

Habitat: weitverbreitet in Laubwäldern, Nadelwäldern, Wiesen- und Ackerböden (Schick 1990, Stierhof 2003), an stickstoffreicher zerfallender Pflanzensubstanz wie Stallmist,

Kompost, Laubstreu, Pilzen, unter Steinen, Moos, typischer Humusbesiedler (Schick 1990, Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Kosmopolit (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 230 - 1600 m (Skarzynski 2003, Stierhof 2003)

### ***Ceratophysella bengtssoni* (Ågren, 1904)**

**Synonyme:** *Achorutes bengtssoni* Agren, 1904

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** hemiedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** Winterart mit Frühlingsmaximum (Stierhof 2003)

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: 3,0 - 7,0 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: hygrophil (Stierhof 2003), Jahresniederschläge: ca. 500 mm (Böhle 1991), 700 - 950 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 4,5 - 9,5 °C (Stierhof 2003)

Habitat: Südhang-Blockhalde, Hallenbuchenwald, Getreidefeld (Böhle 1991),  
Habitatpräferenz: Fichtenwald, auch im Mischwald und Ökoton Wald/Wiese (Rusek 1992),  
Laub- und Mischwälder (Stierhof 2003), Offenlandflächen, Wälder, Höhlen, vielleicht eurytop (Bretfeld 1999), Laub- und Mischwälder (Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Europa, Nordamerika (Bretfeld 1999, Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 220 - 955m (Stierhof 2003)

### ***Ceratophysella denticulata* (Bagnall, 1941)**

**Synonyme:** *Achorutes denticulata* Bagnall, 1941, *Achorutes distinguendus* Bagnall, 1941, *Achorutes (Ceratophysella) cuspidata* Axelson, 1905, *Hypogastrura (Ceratophysella) exilis* Yosii, 1956, *Hypogastrura (Ceratophysella) afghanistanensis* Stach, 1963

**Nahrung:** v.a. Pilzmaterial (Ponge 2000)

**Lebensform:** hemiedaphisch (Rusek 1995, Chauvat et al. 2003, Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** Fortpflanzung im Frühling und Herbst, bevorzugt Reproduktion in kalten, feuchten, tieferen Bodenschichten (Skarzynski 2000), univoltin (Stierhof 2003)

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: 3.0 – 5.8 (Kopeszki & Meyer 1994), 3.0 - 7.1 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: hygrophil (Fjellberg in Bretfeld 1999), mesophil (Rusek 1995, Stierhof 2003),  
Jahresniederschläge: 1300 – 1700 mm (Kopeszki & Meyer 1994), 650 – 1500 (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 8.2 - 13.6 °C, maximale Abundanz bei 12.4 und 13.6 °C (Kopeszki & Meyer 1994), 4,5 - 9,5 °C (Stierhof 2003), thermophil (Gisin 1960)

Habitat: eurytop (Schick 1990, Böhle 1991, Kopeszki & Meyer 1994, Schulz 1997, Skarzynski 2000, Stierhof 2003, Thibaud et al. 2004)

**Biogeographie:** Palaearktis (Rusek 1995, Schulz et al. 2003), Kosmopolit (Thibaud et al. 2004), Höhe ü. NN: 112 - 1603 m (Nosek in Schick 1990, Böhle 1991, Kopeszki & Meyer 1994, Skarzynski 2001, Chauvat et al. 2003, Stierhof 2003)

### ***Ceratophysella sigillata* (Uzel, 1891)**

**Synonyme:** *Achorutes sigillata* Uzel, 1890, *Achorutes pseudarmatus* Folsom, 1916

**Nahrung:** Algen (auf Baumrinde) und Mikroorganismen auf Totholz, Hefepilze (Zettel & Zettel 1994, Zettel et al. 2002)

**Lebensform:** hemiedaphisch (Zettel & Zettel 1994, Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** Winteraktive Art mit Fortpflanzung im Frühling, Sommerdormanz (Zettel & Zettel 1994, Zettel & Zettel 1994a, Stierhof 2003)

**Ökologische Präferenz:**

pH: 3.6 (Kopeszki & Meier 1994), 3.0 – 5.1, in basenarmen - basenreichen Böden (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: frische bis feuchte und wechselfeuchte Standorte (Stierhof 2003),

Jahresniederschläge: 1550 mm (Kopeszki & Meyer 1994), 600 - 1500 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 12.4 °C (Kopeszki & Meyer 1994), 5,5 - 8 °C, im Westallgäuer Hügelland 7 - 8 °C (Stierhof 2003)

Habitat: in Europa v.a. in Bergwäldern, aber auch Weinberge, Grünland (Zettel & Zettel 1992, Zettel et al. 2002, Stierhof 2003, Thibaud et al. 2004), Birkenbruchwald (Schulz 1995)

**Biogeographie:** Holarktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 590 - 1580 m (Kopeszki & Meyer 1994), 610 - 885 m (Stierhof 2003)

***Ceratophysella succinta* (Gisin, 1949)**

**Synonyme:** *Hypogastrura succinea* Gisin, 1949

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** hemiedaphisch (Rusek 1995, Stierhof 2003), epigeisch (Dunger 1989, Krawczynski 2006)

**Lebenszyklus:** Dichtemaximum im Frühling (Stierhof 2003), Dichte- u. Aktivitätsmaxima im Oktober - Mai, im Sommer wenig Tiere (Hühner in Stierhof 2003), im Winter geringere Individuendichte (Hühner in Schick 1990)

**Ökologische Präferenz:**

pH: 3.6 und 5.6 (Kopeszki & Meyer 1994), 3.3 – 6.3, maximale Abundanzen bei 4,0 - 5,3 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: mesophil (Rusek 1995), frische Standorte (Stierhof 2003) Jahresniederschläge: 650 - 900 mm (Kopeszki & Meyer 1994), 1250 – 1550 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 12.4 - 13.6 °C (Kopeszki & Meyer 1994), 5.0 – 9.0 °C (Stierhof 2003)

Habitat: eurytop (Schick 1990, Rusek 1995, Skarzynski 2001, Stierhof 2003, Thibaud et al. 2004)

**Biogeographie:** Holarktis (Kopeszki & Meyer 1994, Rusek 1995), Höhe ü. NN: 112 – 720 m (Stierhof 2003)

***Choreutinula inermis* (Tullberg, 1871)**

**Synonyme:** *Achorutes inermis* (Tullberg, 1871), *Choreutinula montana* Martynova, 1968, *Schoettella sensibilis* Schoett 1902, *Achorutes montana* Martynova, 1968, *Achorutes sensibilis* Schoett, 1902, *Hypogastrura inermis* Linnaniemi, 1912, *Beckerellodes inermis* Franz & Sertl-Butschek, 1954

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** hemiedaphisch (Stierhof 2003, Thibaud et al. 2004)

**Lebenszyklus:** unbekannt, Aktivitätsmaximum im Herbst (Thibaud et al. 2004)

**Ökologische Präferenz:**

pH: 3.3 – 6.7, maximale Abundanzen bei 3.3 - 3.4, basenarme Böden (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: meidet sehr feuchte und nasse Standorte, mäßig xerotolerant (Bockemühl 1956, Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 800 - 2000 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 6.0 - 8,5 °C (Stierhof 2003)

Habitat: in Mitteleuropa eine Waldart, besiedelt Bodenstreu, Rinde, Moos, auch in Höhlen (Stierhof 2003, Thibaud et al. 2004)

**Biogeographie:** Palaearktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 355 - 1015 m (Stierhof 2003)

***Hypogastrura purpurescens* (Lubbock, 1867)**

**Synonyme:** *Achorutes purpurescens* Lubbock, 1967, *Achorutes britannicus* Bagnall, 1940, *Achorutes carolinae* Schaeffer, 1900, *Hypogastrura pseudopurpurescens* Womersley, 1928, *Achorutes purpureus* Nicolet, 1841, *Ancistracanthella simoneti* Gisin, 1949

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** hemiedaphisch (Strebel & Altner 1961, Christian 1987, Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** aktive Stadien in allen Jahreszeiten: Fortpflanzung im Herbst, evtl. bis Frühjahr (April, Mai) fortgesetzt, im Sommer nur Jugendstadien (Volz 1989)

Abundanzmaximum: unbekannt

**Ökologische Präferenz:**

pH: 5.1, basenreicher Boden (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: mesophil (Strebel & Altner 1961), mäßig frische bis wechselfrische Standorte (Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 800 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: ca. 8°C (Stierhof 2003)

Habitat: vorwiegend Wälder, troglphil (Christian 1987), eutropher Buchenmischwald (Stierhof 2003), Epilitoral von Flüssen, Höhlen (Skarzynski 2001)

**Biogeographie:** Kosmopolit (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 330 m, kollin bis submontan (Stierhof 2003)

***Orogastrura parva* (Gisin, 1949)**

**Synonyme:** *Hypogastrura parva* Gisin, 1949, *Hypogastrura monticola* Gisin, 1947

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** hemiedaphisch (Stierhof 2003, S. 30)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: unbekannt

**Ökologische Präferenz:**

pH: unbekannt

Feuchtigkeit: unbekannt, Jahresniederschläge: unbekannt

Jahresmitteltemperatur: in kalten Klimaten (Skarzynski 2001)

Habitat: Nadelwälder, Felsenrasen (Skarzynski 2001)

**Biogeographie:** Ost-Palaearktis ([www.faunaeur.org](http://www.faunaeur.org) 05.2007), Höhe ü. NN: 1100 - 2700 m (Thibaud et al. 2004), gewöhnlich oberhalb von 1000 m: typisch für europäische Berge

(Skarzynski 2001), nicht in der Entomofauna Germanica 2003 und [www.faunaeur.org](http://www.faunaeur.org) 05.2007 für Deutschland aufgeführt

### ***Schaefferia emucronata* Absolon, 1900**

**Synonyme:** *Hypogastrura emucronata emucronata* Stach, 1939

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** hemiedaphisch (Stierhof 2003, S. 30), edaphische Gattung (Thibaud et al. 2004)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: unbekannt

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: unbekannt

Feuchtigkeit: unbekannt, Jahresniederschläge: unbekannt

Jahresmitteltemperatur: unbekannt

Habitat: Höhlen, troglobiont (Schulz 1995, Palissa 2000, Skarzynski 2001, Schulz et al. 2003, Kovařík 2004, Thibaud et al. 2004), Gehölze (Thibaud et al. 2004)

**Biogeographie:** Holarktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 1800 – 3000 m (Thibaud et al. 2004), Mittelgebirge (Palissa 2000)

### ***Schoettella ununguiculata* (Tullberg, 1869)**

**Synonyme:** *Achorutes ununguiculata* Tullberg, 1869, *Podura tullbergi* Lubbock, 1873

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** hemiedaphisch (Kopeszki & Meyer 1994, Stierhof 2003, Thibaud et al. 2004)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: unbekannt

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: 3.0 (Kopeszki & Meyer 1994)

Feuchtigkeit: unbekannt, Jahresniederschläge: 1700 mm (Kopeszki & Meyer 1994)

Jahresmitteltemperatur: 11.4 0C (Kopeszki & Meyer 1994)

Habitat: Wälder und Grünland (Thibaud et al. 2004), Tannen-Fichtenwald (Kopeszki & Meyer 1994)

**Biogeographie:** Holarktis (Kopeszki & Meyer 1994, Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 870 m (Kopeszki & Meyer 1994)

### ***Willemia anophthalma* Börner, 1901**

**Synonyme:** unbekannt

**Nahrung:** Pilze (Ponge 2000)

**Lebensform:** euedaphisch (Rusek 1995, Stierhof 2003), hemiedaphisch (Kopeszki & Meyer 1994)

**Lebenszyklus:** unbekannt, parthenogenetisch (Kopeszki & Meyer 1994)

Abundanzmaximum: Frühling und Herbst/Winter, fehlt in den Sommermonaten

(Bockemühl 1966), Winter- u. Sommermaximum (Usher in Schick 1990), Herbst (Stierhof 2003)

### **Ökologische Präferenz:**

pH: acidophil (Gisin 1943, Rusek 1989, Kopeszki & Meyer 1994), pH 5 - ca. 3 (Stierhof 2003), nicht nur auf saurem Boden, auch auf stark kalkhaltigen Böden (Bockemühl 1966), 3.0 - 5.8, max. Abundanz bei 3.3 u. 3.0 (Kopeszki & Meyer 1994)

Feuchtigkeit: xerophil, meidet Nässe, höchstens auf leicht feuchten Standorten (Gisin 1943), meidet nasse Stellen (Bockemühl 1966), Jahresniederschläge: 700 - 1800 mm (Stierhof 2003), 1250 - 1700 mm, maximale Abundanz bei 1580 und 1700 mm (Kopeszki & Meyer 1994)

Jahresmitteltemperatur: 6 - 8 °C (Stierhof 2003), 8.2 - 13.6 °C, maximale Abundanz bei 8.2 und 11.4 °C (Kopeszki & Meyer 1994)

Habitat: Laub-, Nadel- und Mischwälder (Schick 1990), Trockenhang-Buchenwald, Begleitart auf Blockhalden, Fichtenwälder (Böhle 1991), Nadel- und Mischwälder (Kopeszki & Meyer 1994), Birken-Eichenwälder (Fagi-Querceta) (Rusek 1995), Fichtenwald, Ahornjungwuchs (Schulz 1997), in nahezu allen untersuchten Habitaten: Laubwälder, Nadelwälder, nasse Habitate der Quellen und Flüsse, Moore, Felsenrasen, Höhlen (Skarzynski 2001), Fichtenwälder (*Picea abies*) (Chauvat et al. 2003)

**Biogeographie:** Kosmopolit (Rusek 1995, Schulz et al. 2003), Holarktis (Thibaud et al. 2004), Höhe ü. NN: submontane und montane Höhenstufe (Böhle 1991), 400 – 1600 m (Skarzynski 2001), 380 m (Chauvat et al. 2003)

### ***Willemia denisi* Mills, 1932**

**Synonyme:** *Willemia aspinata* Stach, 1949, *Willemia elisabetharum* Weiner, 1986

**Nahrung:** im Darminhalt nur Pilzmaterial (Ponge 2000)

**Lebensform:** euedaphisch (Kopeszki & Meyer 1994, Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: Herbst (Stierhof 2003)

### **Ökologische Präferenz:**

pH: 3.0 – 7.2, höchste mittlere Abundanzen bei 3,2 - 4, acidophil (Stierhof 2003), 3.0 - 5.8, höchste Abundanz bei 3.0 (Kopeszki & Meyer 1994)

Feuchtigkeit: mesophil (Kopeszki & Meyer 1994), mäßig trockene bis mäßig feuchte Standorte (Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 1250 - 1700 mm, höchste Abundanz bei 1700 mm (Kopeszki & Meyer 1994), 700 - 2000 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 8.2 - 13.6 °C, höchste Abundanz bei 11.4 °C (Kopeszki & Meyer 1994), 6 - 9,5 °C, bevorzugt kühles, feuchtes Klima (Stierhof 2003);

Habitat: Wälder (Franz 1975), Buchenwälder, Mooskiefernforst (Böhle 1991), Nadel- und Mischwälder (Kopeszki & Meyer 1994), Fichtenwald, Ahornjungwuchs (Schulz 1997), Buchenwald (Ponge 2000), v.a. Nadelwälder (Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Palaearktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 400 - 500m, 500 – 1000 m, Hochland und niedere subalpine Zone (Böhle 1991), 100 - 1260 m, höchste Abundanzen in 410 - 955 m (Stierhof 2003);

### ***Willemia scandinavica* Stach, 1949**

**Synonyme:** *Willemia inermis* Börner 1901

**Nahrung:** Pilze (Ponge 2000)

**Lebensform:** euedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: unbekannt

**Ökologische Präferenz:**

pH: 7,1, in Süddeutschland u. Österreich in basenreichen Böden, in Nordeuropa scheint das nicht zuzutreffen (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: mäßig frischer Standort, sommerliche Trockenperioden möglich, xerotolerant (Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 850 - 1000 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 7 - 8 °C (Stierhof 2003)

Habitat: Buchen-Mischwald, v.a. Bewohner offener Standorte (Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Europa, Nord-Amerika (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 1240 m (Stierhof 2003), Fundorte vom Meeresstrand bis ins Hochgebirge (Norwegen) (Fjellberg 1980 in Stierhof 2003)

***Xenylla boernerii* Axelson, 1905**

**Synonyme:** unbekannt

**Nahrung:** Mikroalgen, Faeces von Bodenstreu-fressenden Tieren wie Schnecken und Asseln, Raupenfraßmehl, Pollenkörner (Ponge 2000)

**Lebensform:** euedaphisch (Ponge 2000), hemiedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: unbekannt

**Ökologische Präferenz:**

pH: 3,6 (Kopeszki & Meyer 1994)

Feuchtigkeit: mesophil (Russell & Griegel 2006), Jahresniederschläge: 1550 mm (Kopeszki & Meyer 1994)

Jahresmitteltemperatur: 12,4 °C (Kopeszki & Meyer 1994)

Habitat: Wälder (Böhle 1991), Laub-, Misch- und Nadelwälder (Kopeszki & Meyer 1994), alter Fichten- und Buchenwald (Klimaxstadium) (Rusek 2001)

**Biogeographie:** Europa (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: submontan u. montan, collin in Nordexposition (Böhle 1991), 400 - 1450 m (Kopeszki & Meyer 1994)

***Xenylla brevicauda* Tullberg, 1869**

**Synonyme:** *Xenylla microchaeta* Cassagnau, 1968, *Xenylla brevicaudatus* Tullberg, 1869

**Nahrung:** Mikroalgen, Faeces von Bodenstreu-fressenden Tieren wie Schnecken und Asseln, Raupenfraßmehl, Pollenkörner (Ponge 2000)

**Lebensform:** Poduromorpha der Gattung *Xenylla* sind euedaphisch (Ponge 2000), hemiedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: unbekannt, Funde im Frühling und Sommer (Stierhof 2003); Juni-Oktober (Stach von Polen und der Steiermark in Stierhof 2003)

**Ökologische Präferenz:**

pH: 3,8 - 5,1, mäßig basenreich - basenreicher Boden (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: frische - mäßig feuchte Standorte (Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 750 - 1000 ml (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 6 - 8 °C, 7 °C (Stierhof 2003)

**Habitat:** nur in trockenen, nicht in sumpfigen Wiesen (Rusek 1992), Auwiesen (Rusek 1995), Wälder (Schick 1990), vorwiegend in Wäldern (Laub- und Nadelwald), auch in Hochmooren und Bergwiesen (Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Europa (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 580 - 750 m (Stierhof 2003)

### ***Xenylla grisea* Axelson, 1900**

**Synonyme:** unbekannt

**Nahrung:** Bodenpilze, keine Bevorzugung VAM-infizierter Maiswurzeln gegenüber nicht infizierten Wurzeln (Thimm & Larink 1995, Thiele 1990), Mikroalgen, Faeces von Bodenstreu-fressenden Tieren wie Schnecken und Asseln, Raupenfraßmehl, Pollenkörner (Ponge 2000)

**Lebensform:** euedaphisch (Ponge 2000), hemiedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: Frühling bis Herbst, keine Winteraktivität (Stierhof 2003)

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: tolerant gegen niedrigen pH-Werten (Schick 1990), 3,3 - 6,3, vorwiegend auf basenreichen, in Ausnahmen auch auf basenarmen Standorten (Stierhof 2003),

Feuchtigkeit: hygrophil (Bockemühl 1966, Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 550 - 1000 ml (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 6 - 10 °C, in Baden-Württemberg nur in klimatisch begünstigten Standorten in größerer Dichte (Oberrheinebene u. Randbergzone) (Stierhof 2003)

Habitat: häufig in Treibhäusern und unter Blumentöpfen, im Freien selten (Gisin 1960), Wälder (Schick 1990), Eichenwälder (Böhle 1991), Laub-, Misch und Nadelwälder (Stierhof 2003) ;

**Biogeographie:** Kosmopolit (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: nur in Tiefenlagen bei Basel, nicht in Höhenlagen des Jura (Gisin 1943), colline Höhenstufe (Böhle 1991), 98 – 755 m (Stierhof 2003)

### ***Xenylla tullbergi* Börner, 1903**

**Synonyme:** *Xenylla biroi* Stach, 1926

**Nahrung:** v.a. Pollen, Mikroalgen, Faeces von Bodenstreu-fressenden Tieren wie Schnecken und Asseln, Raupenfraßmehl, Pollenkörner (Ponge 2000)

**Lebensform:** euedaphisch (Ponge 2000), hemiedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: ganzjährig häufig (Bockemühl 1966), Abundanzmaxima auch im Juli u. August (Krauß 1996 in Stierhof 2003), Frühlingsmaximum (Stierhof 2003)

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: 5 - ca. 3, acidophil (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: sehr trockene und feuchte Stellen werden gemieden (Bockemühl 1966), mesophil (Franz in Schick 1990), wechsellückige Standorte: mesophil und xerotolerant (Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 650 - 1000 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 7,5 - 10 °C (Stierhof 2003)

Habitat: trockene Wälder (Gisin 1960), Kulturland, Wälder (Franz in Schick 1990), Begleitart im Halbtrockenrasen, dominant in Streuobstwiesen (Böhle 1991), vorwiegend

Waldbewohner, bevorzugt lichte, oligotrophente Gesellschaften (Nadel- u. Laub), Sandböden werden bevorzugt (Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Europa (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: collin (Böhle 1991), 112 - 665 m, vor allem collin, fehlt in Gebirgen (Stierhof 2003)

## **Familie: Neanuridae**

### **Unterfamilie: Frieseinae**

#### ***Friesea mirabilis* (Tullberg, 1871)**

**Synonyme:** *Triaena mirabilis* Tullberg, 1871, *Friesea poseidonis* Bagnall, 1939

**Nahrung:** Mikrofauna: Rotatoria, Enchytraeidae, frei lebende Nematoda (Gisin 1960, Rusek 1989, Ponge 2000)

**Lebensform:** hemiedaphisch (Strebel & Altner 1961, Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt, Imagines überwintern (Palissa 1960)

Abundanzmaximum: Frühjahr und Herbst (Usher 1970 in Schick 1990), ganzjährig etwa gleichmäßig hohe Abundanzen (Stierhof 2003)

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: maximale Abundanzen in sauren Böden (Bockemühl 1966), tolerant gegenüber niedrigen pH-Werten (Schick 1990), 3.0 - 3.3: kalkmeidend (Kopeszki & Meyer 1994), Vorkommen 3 - 7, höchste Abundanzen bei 3,1 - 5,9 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: mäßig trockene bis frische Standorte (Stierhof 2003), mesophil (Strebel & Altner 1961), verträgt relativ große Feuchtigkeitsschwankungen (Palissa 1960), hygrophil jedoch nicht direkt am Wasser: maximale Abundanz in feuchten Böden (Bockemühl 1966), Jahresniederschläge: 1580 - 1700 mm (Kopeszki & Meyer 1994), 650 - 2000 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 8.2 - 11.4 °C (Kopeszki & Meyer 1994), 6 - 10 °C (Stierhof 2003)

Habitat: Fichtenwald, Weiherufer; Wald, versumpfte Wiesen, Hochmoore, Äcker; Wälder, Wiesen, vereinzelt Meeresufer (Strebel & Altner 1961), Hauptverbreitung im Wald aber weite ökologische Amplitude (Schick 1990), Tannen-Fichtenwald, Subalpiner Brandlattich-Fichtenwald (Kopeszki & Meyer 1994), Ahorn-Jungwuchs (Schulz 1997), Moore, Epilitoral von Flüssen (Skarzynski 2001), begrünte Dächer (Schrader & Böning 2006)

**Biogeographie:** Holarktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: bis 1490 m (Dunger 1970, Törne 1958 in Schick 1990), Krummholzzone: 1250 - 1450 m (Skarzynski 2001), 98 - 1260 m (Stierhof 2003)

#### ***Friesea truncata* Cassagnau, 1958**

**Synonyme:** *Friesea reducta* Stach, 1949

**Nahrung:** Mikrofauna: Rotatoria, Enchytraeidae, frei lebende Nematoda (Gisin 1960, Rusek 1989, Ponge 2000)

**Lebensform:** hemiedaphisch (Rusek 1995)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: unbekannt

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: unbekannt

Feuchtigkeit: mesophil (Rusek 1995), intolerant gegenüber Überflutungen (Russell & Griegel 2006), Jahresniederschläge: unbekannt

**Jahresmitteltemperatur:** unbekannt

**Habitat:** Präferenz für Feuchtwiesen, selten in sumpfigen und trockenen Wiesen (Rusek 1992), Auwiesen (Rusek 1995), Luzulo-Fagetum (Hainsimsen-Buchenwald), mit wiederholt hoher Dominanz in Sphagnum-Rasen im Fichtenwald, Begleitart im Schwarzerlen-Bruchwald, dominant in trockenen Hochmoorbereichen, Begleitart in feuchten Wiesen, konstant in Halbtrockenrasen (Böhle 1991), Laub- und Nadelwälder, nicht kultivierte Wiesen, Felsenrasen, Epilitoral von Flüssen (Skarzynski 2001), Buchenwälder (Ponge 2003), ausgemagerte Niedermoor-Wiesen (Sterzynska & Ehrnsberger 2005)

**Biogeographie:** Europa (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: submontane und untere montane Höhenstufe (Böhle 1991), 400 – 1600 m (Skarzynski 2001)

### **Unterfamilie: Neanurinae**

#### ***Deutonura conjuncta* (Stach, 1929)**

**Synonyme:** *Lathriopyga conjuncta* (Stach, 1926), *Achorutes conjuncta* Stach, 1926

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** hemiedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: pH 3.3 (Kopeszki & Meyer 1994)

Feuchtigkeit: hygrophil (Kopeszki & Meyer 1994), Jahresniederschläge: 1580 mm (Kopeszki & Meyer 1994)

Jahresmitteltemperatur: 8.2 °C (Kopeszki & Meyer 1994)

Habitat: Waldart, auch in Mooren, Höhlen, im Epilitoral von Flüssen und Feuchthabitaten von Quellen und Flüssen (Böhle 1991, Kopeszki & Meyer 1994, Skarzynski 2001)

**Biogeographie:** Mitteleuropa (Böhle 1991, Kopeszki & Meyer 1994, Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 1570 m (Kopeszki & Meyer 1994), 400 - 1450 m, typisch für europäische Berge und Mittelgebirge (Skarzynski 2001), mitteleuropäisch-montane Art (Böhle 1991)

#### ***Lathriopyga aurantiaca* Massoud, 1967**

**Synonyme:** *Bilobella aurantiaca* (Caroli, 1912), *Neanura aurantiaca* Christiansen & Bellinger, 1992

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** hemiedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: unbekannt

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: 3.9 - 4.8 (Lopes & da Gama 1994), 4.5 - 5.5 (Kopeszki & Meyer 1996)

Feuchtigkeit: Standort mit häufigen Regenfällen und Sommertrockenheit (Lopes & da Gama 1994), Jahresniederschläge: 1021 mm (Kopeszki & Meyer 1996)

Jahresmitteltemperatur: 4.1 °C (Kopeszki & Meyer 1996), ozeanisches Klima mit milden Temperaturen (Lopes & da Gama 1994)

Habitat: Eichenwald, Eucalyptus-Anpflanzung (Sousa & da Gama 1994), subalpiner Fichten-Lärchen-Zirben-Mischwald (Kopeszki & Meyer 1996)

**Biogeographie:** Südosteuropa und Nordafrika (Gisin 1960, Kopeszki & Meyer 1996), nicht in der Entomofauna Germanica und [www.faunaeur.org](http://www.faunaeur.org) aufgeführt, Höhe ü. NN: 1770 m (Kopeszki & Meyer 1996), 440 - 740 m (Lopes & da Gama 1994), montane Region (Lucianez & Simon 1991)

### ***Neanura muscorum* (Templeton, 1835)**

**Synonyme:** *Achorutes muscorum* Templeton, 1835, *Neanura alpestris* Latzel, 1917, *Blax ater* Koch, 1840, *Neanura betulae* Selga, 1959, *Anoura crassicornis* Muller, 1859, *Anura gibbosa* Packard, 1873, *Anura nigra* Wankel, 1860, *Anoura sextuberculata* Harvey, 1896, *Achorutes tuberculatus* Nicolet, 1841

**Nahrung:** Aufsaugen flüssiger Zersetzungsprodukte mit Protozoen und Mikroorganismen, Aussaugen von Pilzhyphen (Sharma in Stierhof 2003)

**Lebensform:** hemiedaphisch (Strebel & Altner 1961, Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt, überwintern als Imagines oder Jungtiere (Strebel & Altner 1961)

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: 3.0 - 5.8 (Kopeszki & Meyer 1994), 3,0 - 7,2: höchste Abundanzen bei pH-Werten < 4,0 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: mesophil (Strebel & Altner 1961, Bockemühl 1966, Stierhof 2003, Russell & Griegel 2006), Jahresniederschläge: 1250 - 1700 mm (Kopeszki & Meyer 1994), 600 - 2000 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 11.4 - 13.6 °C, 5,5 - 10 °C (Kopeszki & Meyer 1994, Stierhof 2003)

Habitat: Schwerpunkt vorkommen: verschiedene Waldtypen, auch im Epilitoral von Flüssen, Wiesen, Höhlen, in der Bodenstreu, Moos, Totholz (Gisin 1960 Strebel & Altner 1961, Bockemühl 1966, Dunger 1968, Böhle 1991, Kopeszki & Meyer 1994, Rusek 1995, Schulz 1997, Skarzynski 2001, Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Kosmopolit (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 590 - 870 m, 400 - 1250 m, untere montane Höhenstufe (Kopeszki & Meyer 1994, Skarzynski 2001, Böhle 1991)

### **Unterfamilie: Pseudachorutinae**

#### ***Anurida granulata* Agrell, 1943**

**Synonyme:** *Micranurida sexpunctata* Handschin, 1924, *Hypanurida flavescens* Kseneman, 1934, *Hypanurida mirabilis* Denis (Gisin 1960)

**Nahrung:** hauptsächlich Pilze (Ponge 2000)

**Lebensform:** euedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaxima: Sommer (Stierhof 2003)

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: 3.0 - 6.7, maximale Abundanz: pH 4.0 und 5.3 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: frische Böden, Jahresniederschläge: 700 - 1700 mm (Kopeszki & Meyer 1994, Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 5.0 - 13.6 °C (Kopeszki & Meyer 1994, Stierhof 2003)

Habitat: Waldart, Laub- und Nadelwälder, Nadel- und Laubstreuhumus, obere Bodenschichten, Baumstümpfe, Totholz, Baumrinde, Bodenstreu, Moos, unter Steinen (Gisin 1943, Palissa 1965, Nosek 1969, Böhle 1991, Kopeszki & Meyer 1994, Schulz 1997, Rusek 2001, Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Europa (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: bis 955 m (Böhle 1991, Stierhof 2003)

### ***Anurida papillosa* (Axelson, 1902)**

**Synonyme:** *Micranurida papillosa* Axelson, 1902 (Babenko 1997)

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** hemiedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

**Ökologische Präferenz:** in Deutschland unbekannt

**Biogeographie:** Arktis und Subarktis, (Nearktische Region) ([www.faunaeur.org](http://www.faunaeur.org), [www.Collembola.org](http://www.Collembola.org). 02.2007), in Russland nachgewiesen, fehlt aber vielleicht in Skandinavien (Babenko 1997, [www.Collembola.org](http://www.Collembola.org). 02.2007), **Erstnachweis für Deutschland** (vgl. Schulz et al. 2003)

### ***Micranurida forsslundi* Gisin, 1949**

**Synonyme:** *Micranurida conjuncta* Murphy, 1960

**Nahrung:** vor allem Pollen und Algen (Ponge 2000)

**Lebensform:** euedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaxima: ganzjährig in etwa gleicher Abundanz erfasst (Stierhof 2003)

**Ökologische Präferenz:**

pH: 3.0 – 3.7, maximale Abundanz bei 3.1 – 3.3, nur basenarme und karbonatfreie Böden (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: frische bis zeitweilig trockene Böden (Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 700 - 2000 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 6.5 - 9.5 °C (Stierhof 2003)

Habitat: Laub- und Nadelwälder (Bockemühl 1966, Schulz 1997, Böhle 1991, Skarzynski 2001, Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Palaearktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 210 - 1260 m (Skarzynski 2001, Stierhof 2003)

### ***Micranurida pygmaea* Börner, 1901**

**Synonyme:** unbekannt

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** euedaphisch (Rusek 1995, Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: Herbst (Stierhof 2003)

**Ökologische Präferenz:**

pH: acidophil, pH 5 - ca. 3 (Rusek 1989), acidophil, pH 3.0 - 5.8 (Kopeszki & Meyer 1994), mäßig basenarme bis sehr basenarme Böden, pH 3.0 - 7,2, maximale Abundanz bei 3.3 - 4.0 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: scheint trockene Habitate zu meiden, immer in feuchtem Substrat (Bockemühl

1966), mäßig trockene bis feuchte Standorte (Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 1250 - 1700 mm (Kopeszki & Meyer 1994), 550 - 2000 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 6.0 - 10.0 °C (Kopeszki & Meyer 1994), 7.5 °C (Chauvat et al. 2003), 8.2 - 13.6 °C (Stierhof 2003)

Habitat: Misch- und Nadelwälder (Böhle 1991, Kopeszki & Meyer 1994, Rusek 1995, Schulz 1997, Skarzynski 2001, Chauvat 2003, Stierhof 2003), litorale Habitate und Sümpfe, Begleitart in feuchten Sphagnumrasen im Hochmoor (Rusek 1995)

**Biogeographie**: Holarktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: obere subalpine Zone, 400 - 1250 m (Skarzynski 2001), 380 m (Chauvat et al. 2003), 98 - 1260 m (Stierhof 2003)

### ***Pseudachorutes dubius* Krausbauer, 1898**

**Synonyme**: *Pseudachorutes lapponicus* Agren, 1904, *Schoettella poppei* Schaeffer, 1896

**Nahrung**: ernährt sich stechend- oder ritzend-saugend (Stierhof 2003)

**Lebensform**: hemiedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus**: unbekannt

Abundanzmaximum: Frühling (einzelne Individuen) (Stierhof 2003)

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: 4,5 - 6,7, basenreiche Böden (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: frische bis mäßig feuchte Standorte und wechselfrische? (Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 650 - 1000 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 4,5 - 7 °C (Stierhof 2003)

Habitat: Eichenwälder, Begleitart in Blockhalden (Böhle 1991), Laub- und Nadelwälder (Skarzynski 2001), eutraphente Buchen- u. Mischwälder (Stierhof 2003)

**Biogeographie**: Palaearktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: colline Höhenstufe (Böhle 1991), 400 - 1450m (Skarzynski 2001), 515 - 900 m, submontane bis montane Höhenstufe (Stierhof 2003)

### ***Pseudachorutes parvulus* Boerner, 1901**

**Synonyme**: *Pseudachorutes infuscata* Yosii, 1954, *Pseudachorutes sexsetosus* Denis, 1934

**Nahrung**: ernährt sich stechend- oder ritzend-saugend (Stierhof 2003)

**Lebensform**: hemiedaphisch (Stierhof 2003, S. 30)

**Lebenszyklus**: unbekannt

Abundanzmaximum: das ganze Jahr über häufig, leichter Rückgang im Sommer (Bockemühl 1966)

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: seltene Leitform versauernder Nadelwaldböden (Gisin 1943), 3.6 (Kopeszki & Meyer 1994)

Feuchtigkeit: besonders an trockenen, aber auch an feuchten Standorten (Bockemühl 1966), Jahresniederschläge: 1550 mm (Kopeszki & Meyer 1994)

Jahresmitteltemperatur: 12.4 °C (Kopeszki & Meyer 1994), 7.5 °C (Chauvat et al. 2003)

Habitat: Wälder (Gisin 1960), lichte Waldstellen (Bockemühl 1966), Eichenwälder (Böhle 1991), Mischwald (Kopeszki & Meyer 1994), Quercus rotundifolia forest, Eucalyptus globulus Anpflanzung (Sousa & da Gama 1994), alte Fichtenwälder (Klimax-Stadium) (Rusek 2001), Epilitorral der Flüsse (Skarzynski 2001), 25jähriger Fichtenwald (Chauvat et al. 2003)

**Biogeographie:** Palaearktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: colline Höhenstufe (Böhle 1991), 380 m (Chauvat et al. 2003)

***Pseudachorutes subcrassus* Tullberg, 1871**

**Synonyme:** *Pseudanurophorus lapponicus* Agrell, 1939

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** euedaphisch (Stierhof 2003, S. 128)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: nur wenige Individuen im Herbst erfasst (Stierhof 2003)

**Ökologische Präferenz:**

pH: 5.8 (Kopeszki & Meyer 1994), 6,7 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: mesophil (Rusek 1995), frischer bis mäßig feuchter Standort (Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 1350 mm (Kopeszki & Meyer 1994), 900 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 11.8 °C (Kopeszki & Meyer 1994), 4.5 - 6.5 °C (Stierhof 2003)

Habitat: Grünland (Tullberg in Stierhof 2003), Wälder (Gisin 1960), Schlehen-Weißdorngebüsch, Streuobstwiese (Böhle 1991), Fichten-Tannen-Buchenwald (Kopeszki & Meyer 1994), Auwiesen (Rusek 1995), eutraperhenter Tannen-Buchenwald (Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Palaearktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: untere montane u. montane Höhenstufe (Böhle 1991), 730 - 1580 m (Kopeszki & Meyer 1994), 1000 - 1600m, typische Art der europäischen Berge und des Hochlandes (Skarzynski 2001), 160 - 1015 m, maximale Abundanz in 700 u. 1015 m (Stierhof 2003)

<b>Familie: Odontellidae</b>
------------------------------

***Pseudostachia populosa* (Selga, 1963)**

**Synonyme:** *Odontella populosa* Selga, 1963

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** euedaphisch (Thibaud 1995)

**Lebenszyklus:** unbekannt, Juvenile und Adulte im Frühling nachgewiesen (Thibaud 1995)

Abundanzmaximum: unbekannt

**Ökologische Präferenz:**

pH: unbekannt

Feuchtigkeit: unbekannt, Jahresniederschläge: unbekannt

Jahresmitteltemperatur: unbekannt

Habitat: Sanddünen, Sandgebiete (Thibaud 1995)

**Biogeographie:** Palaearktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: unbekannt

***Superodontella lamellifera* (Axelson, 1903)**

**Synonyme:** *Xenyllodes lamellifera* Axelson, 1903, *Odontella suecica* Agren, 1903

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** hemiedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: unbekannt

**Ökologische Präferenz:**

pH: unbekannt

Feuchtigkeit: unbekannt, Jahresniederschläge: ca. 500 mm (Böhle 1991)

Jahresmitteltemperatur: 8,5 - 9,5 °C (Böhle 1991)

Habitat: Kalkbuchenwald, Eichenaltheil (Böhle 1991)

**Biogeographie:** Kosmopolit? (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: unbekannt

## *Xenyllodes armatus* Axelson, 1903

**Synonyme:** unbekannt

**Nahrung:** vor allem Mikroalgen und Pilzmaterial (Ponge 2000)

**Lebensform:** euedaphisch (Ponge 2000, Chauvat et al. 2003), hemiedaphobiont (Rusek 1995)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: unbekannt

**Ökologische Präferenz:**

pH: unbekannt

Feuchtigkeit: mesophil (Rusek 1995), Jahresniederschläge: unbekannt

Jahresmitteltemperatur: 7,5 °C (Chauvat et al. 2003)

Habitat: Eichen- und Buchenwälder (Rusek 1995), nasse Habitate der Quellen und Flüsse, kleine Wasserreservoirare in Stromtälern (Skarzynski 2001), ausgemagerte Niedermoorwiesen (Sterzynska & Ehrnsberger 2005), Fichtenwälder (Chauvat et al. 2003)

**Biogeographie:** Holarktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: submontane Höhenstufe (Böhle 1991), untere subalpine Zone: 500 – 1000 m (Skarzynski 2001), 380 m (Chauvat et al. 2003)

<b>Familie: Onychiuridae</b>
------------------------------

### Unterfamilie: Onychiurinae

#### *Deuteraphorura antheuili* (Denis, 1936)

**Synonyme:** *Onychiurus antheuili* Denis, 1936

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** euedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt, das ganze Jahr über aktiv (Bockemühl 1966)

**Ökologische Präferenz:**

pH: unbekannt

Feuchtigkeit: hygrophil (Bockemühl 1966), Jahresniederschläge: unbekannt

Jahresmitteltemperatur: unbekannt

Habitat: Höhle in Burgund (Gisin 1960), Waldrand, v.a. in humusarmen Mineralböden (Bockemühl 1966)

**Biogeographie:** Frankreich ([www.faunaeur.org](http://www.faunaeur.org) 03.2007), Europa ([www.collembola.org](http://www.collembola.org) 03.2007), nicht in Schulz et al. 2003, und [www.faunaeur.org](http://www.faunaeur.org) 03.2007 für Deutschland aufgeführt, Höhe ü. NN: unbekannt

***Deutaphorura silvaria* (Gisin, 1952)**

**Synonyme:** *Onychiurus silvarius* Gisin, 1952

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** euedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

**Ökologische Präferenz:**

pH: auch in bodensauren Standorten (Kopeszki & Meyer 1994)

Feuchtigkeit: auch in staunassen Standorten (Kopeszki & Meyer 1994), Jahresniederschläge: ca. 1300 – 1700 mm (Kopeszki & Meyer 1994)

Jahresmitteltemperatur: unbekannt, u.a. in wärmebegünstigtem Hainsimsen-Buchen-Tannenwald (Kopeszki & Meyer 1994)

Habitat: Wälder, Höhlen (Gisin 1960, Kopeszki & Meyer 1994)

**Biogeographie:** Europa (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 590 - 870 m (Kopeszki & Meyer 1994)

***Hymenaphorura sibirica* (Tullberg, 1876)**

**Synonyme:** *Lipura sibirica* Tullberg, 1876, *Onychiurus sibiricus* (Tullberg, 1876)

**Nahrung:** Mykorrhiza (Ponge 2000)

**Lebensform:** euedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaxima: unbekannt

**Ökologische Präferenz:**

pH: u.a. in bodensaurem Standort (Kopeszki & Meyer 1994)

Feuchtigkeit: u.a. in staunassem Standort (Kopeszki & Meyer 1994), Jahresniederschläge: bis 1700 mm (Kopeszki & Meyer 1994)

Jahresmitteltemperatur: unbekannt

Habitat: Nadelwälder (Kopeszki & Meyer 1994), Ahorn-Jungwuchs im Flußtal (Schulz 1997), Buchenwald (Ponge 2000)

**Biogeographie:** Holarktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 730 - 870 m (Kopeszki & Meyer 1994), 375 m (Ponge 2000)

***Micraptorura absoloni* (Börner, 1901)**

**Synonyme:** *Aphorura absoloni* Börner, 1901, *Onychiurus affinis* Agren, 1903, *Micraptorura handschini* Bagnall, 1949

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** euedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: Frühling (Stierhof 2003)

**Ökologische Präferenz:**

pH: 3.0 – 5.3 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: (mäßig) frische bis feuchte Standorte(z.T. mit sommerlichen

Trockenperioden?) (Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 1300 - 1700 mm (Kopeszki & Meyer 1994), 650 – 1500 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 7 – 8 °C (Stierhof 2003)

Habitat: Laub-, Misch- und Nadelwälder (Skarzynski 2001, Stierhof 2003), Moore, Epilitoral von Flüssen, Höhlen (Skarzynski 2001)

**Biogeographie**: Holarktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 590 - 1580 m (Kopeszki & Meyer 1994), 400 – 1450 m (Skarzynski 2001), 112 – 955 m (Stierhof 2003)

### ***Onychiuroides granulosis* (Stach, 1930)**

**Synonyme**: *Onychiurus granulosis* Stach, 1930; *Onychiurus denticulata* Stach, 1934

**Nahrung**: unbekannt

**Lebensform**: euedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus**: unbekannt

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: unbekannt

Feuchtigkeit: hygrophil (Skarzynski 2001), Jahresniederschläge: unbekannt

Jahresmitteltemperatur: unbekannt

Habitat: Laub- und Nadelwälder, nicht kultivierte Wiesen, Feuchthabitate an Quellen und Flüsse, Moore, Epilitoral von Flüssen, Grassland auf Felsen (Skarzynski 2001)

**Biogeographie**: Europa (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 400 - 1600 m (Skarzynski 2001)

### ***Onychiurus ambulans* (Linnaeus, 1758)**

**Synonyme**: *Podura ambulans* Linnaeus, 1758, *Onychiurus circulans* Gisin, 1952

**Nahrung**: unbekannt

**Lebensform**: euedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus**: Adulte ab Juli in Mitteleuropa, überwintert nur im Eistadium (Gisin 1960)

Abundanzmaximum: unbekannt

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: 4.7, 4.8, Präferenz für kalk- und basenreichen Untergrund (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: frischer und frischer bis feuchter Standort, Präferenz für kühl-feuchtes Mikroklima (Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 700 - 800 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 8 - 8.5 °C und 5 - 6.5 °C (Stierhof 2003),

Habitat: eutrophe Buchenwälder (Stierhof 2003), Höhlen (Schulz et al. 2003)

**Biogeographie**: Europa (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 485m, 780m (Stierhof 2003)

### ***Protaphorura armata* (Tullberg, 1869)**

**Synonyme**: *Lipura armata* Tullberg, 1869, *Onychiurus armatus* (Tullberg, 1869)

**Nahrung**: herbivor

**Lebensform**: euedaphisch (Dunger 1968, 1983, Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: Herbst (Stierhof 2003)

**Ökologische Präferenz:**

pH: 3.0 - 7.2, maximale Abundanz bei 3.2 - 5.4 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: mäßig frische (sommerliche Trockenperioden möglich) bis frische/feuchte Standorte (Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 600 - 2000 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 7.5 °C (Chauvat et al. 2003), 5 - 10 °C (Stierhof 2003)

Habitat: konstant in Eichenwäldern, Mooskiefernforsten, Trockenhang-Buchenwald, feuchten Wiesen und Halbtrockenrasen, trockene Hochmoorbereiche, dominant im Fichtenwald (Böhle 1991), Ahornjungwuchs, Fichtenwald (Schulz 1997), eurytop: Laub-, Misch- und Nadelwälder, nicht kultivierte Wiesen, Feuchthabitate der Quellen und Flüsse, Epilitoral der Flüsse, Moore, Felsenrasen, Höhlen (Skarzynski 2001), 5 - 95 Jahre alte Fichtenwälder (*Picea abies*) (Chauvat et al. 2003), Laub-, Misch- u. Nadelwälder (Schick 1990, Stierhof 2003), in niedriger Abundanz in ausgemagerten Niedermoor-Wiesen (Sterzynska & Ehmsberger 2005)

**Biogeographie:** Kosmopolit (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 400 - 1600m (Hochland bis alpine Zone) (Skarzynski 2001), 380 m (Chauvat et al. 2003), 98 - 1260 m, maximale Abundanz in 230 - 1215 m (Stierhof 2003)

### ***Protaphorura aurantiaca* (Ridley, 1880)**

**Synonyme:** *Onychiurus aurantiacus* Ridley, 1880, *Onychiurus flavescens* Bagnall, 1935, *Onychiurus flavidulus* Bagnall, 1937, *Onychiurus latus* Gisin, 1956, *Onychiurus magnicornis* Bagnall, 1937

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** euedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: Frühling (Stierhof 2003)

**Ökologische Präferenz:**

pH: 3.1 - 5.4 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: frische (luftfeuchte) Standorte (Stierhof 2003), euryök (Russell & Griegel 2006), Jahresniederschläge: 600 - 2000 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 5 - 10 °C (Stierhof 2003)

Habitat: Laub-, Misch-, und Nadelwälder (Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Europa außer dem hohen Norden (Stierhof 2003), Höhe ü. NN: 160 - 1015 m, maximale Abundanz bei 365 - 1015 m, planar bis hochmontan (Stierhof 2003)

### ***Protaphorura cancellata* (Gisin, 1956)**

**Synonyme:** *Onychiurus cancellatus* Gisin, 1956

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** euedaphisch (Stierhof, S. 30)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum:

**Ökologische Präferenz:**

pH: unbekannt

Feuchtigkeit: unbekannt, Jahresniederschläge: unbekannt

Jahresmitteltemperatur: unbekannt

Habitat: Laub- und Nadelwälder, nasse Habitate der Quellen und Flüsse (Skarzynski 2001), in niedriger Abundanz in ausgemagerter Niedermoor-Wiese (Sterzynska & Ehrnsberger 2005)

**Biogeographie:** Europa, bisher keine sicheren Funde in Deutschland (Schulz et al. 2003, faunaeur.org 06.2007), Höhe ü. NN: 400 - 1000m (Hochland bis subalpine Zone) (Skarzynski 2001)

***Protaphorura fimata* (Gisin, 1952)**

**Synonyme:** *Onychiurus fimatus* Gisin, 1952

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** euedaphisch (Strebel & Altner 1961, Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: unbekannt

**Ökologische Präferenz:**

pH: 5.2 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: mäßig frischer Standort (Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 650 - 700 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 7.5 °C (Chauvat et al. 2003), ca. 7 °C (Stierhof 2003)

Habitat: Höhle (Gisin 1960), Laubwald, Fichtenwald (Strebel & Altner 1961), Epilittoral von Flüssen (Skarzynski 2001), 5 Jahre alter Fichtenwald (*Picea abies*) (Chauvat et al. 2003), eutrupperter Buchenwald (Stierhof 2003),

**Biogeographie:** Europa (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 380 m (Chauvat et al. 2003), 515 m (Stierhof 2003)

***Protaphorura pannonica* (Haybach, 1960)**

**Synonyme:** *Onychiurus pannonicus* Haybach, 1960

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** euedaphisch (Stierhof 2003, S.30)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: unbekannt

**Ökologische Präferenz:**

pH: unbekannt

Feuchtigkeit: hygrophil (Sterzynska & Ehrnsberger 2005), Jahresniederschläge: unbekannt

Jahresmitteltemperatur: unbekannt

Habitat: in niedriger Abundanz in ausgemagerter Niedermoor-Wiese (Sterzynska & Ehrnsberger 2005)

**Biogeographie:** Europa (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: unbekannt

***Protaphorura procampata* (Gisin, 1956)**

**Synonyme:** *Onychiurus procampatus* Gisin, 1956

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** euedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: v.a. Frühling, auch Herbst (Stierhof 2003)

**Ökologische Präferenz:**

pH: höchste Abundanz bei 6.3, weiteres Vorkommen bei pH 3.1

Feuchtigkeit: frische bis mäßig feuchte Standorte (Stierhof 2003), Jahresniederschläge: höchste Abundanz bei 750 - 800 mm, weiteres Vorkommen bei 1000 - 1600 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: höchste Abundanz bei 7.5 - 9 °C, weiteres Vorkommen bei 6.5 - 8 °C (Stierhof 2003)

Habitat: Buchen- und Tannen-Buchenwald (Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Palaearktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 420 m, 615 m (Stierhof 2003)

### ***Protaphorura quadriocellata* (Gisin, 1947)**

**Synonyme:** *Onychiurus quadriocellatus* Gisin, 1947

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** euedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: v.a. Herbst, auch Sommer, Minimum im Frühling (Stierhof 2003)

**Ökologische Präferenz:**

pH: 3.1 - 7.2, maximale Abundanz bei 3.3 - 7.0 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: frische u. feuchte Standorte, Jahresniederschläge: 600 - 1000 mm

Jahresmitteltemperatur: 6 - 10 °C (Stierhof 2003)

Habitat: höchste Abundanzen in eu- und oligotraphenten Laub- und Mischwäldern (Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Palaearktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 230 - 1260 m, maximale Abundanz bei 230 - 610 m (Stierhof 2003)

### ***Protaphorura subarmata* (Gisin, 1957)**

**Synonyme:** *Onychiurus subarmatus* Gisin, 1957

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** euedahisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: unbekannt

**Ökologische Präferenz:**

pH: 3.0 - 3.3 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: staunasse Bedingungen (Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 1580 - 1700 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 8.2 - 11.4 °C (Stierhof 2003)

Habitat: Wälder (Gisin 1960), Tannen-Fichtenwald, Subalpiner Brandlattich-Fichtenwald

(Kopeszki & Meyer 1994), Epilittoral von Flüssen (Skarzynski 2001), Tannen-Fichtenwald (Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Osteuropa, Britische Inseln, Deutschland (www.faunaeur.org 05.2007), nicht in der Entomofauna Germanica (Schulz et al. 2003) aufgeführt, Höhe ü. NN: 870 und 1540 m (Kopeszki & Meyer 1994), 210 - 760 m (Stierhof 2003)

***Protaphorura sublata* (Gisin, 1957)** (strittiges Taxon sensu Schulz)

**Synonyme:** *Onychiurus sublatus* Gisin, 1957

**Nahrung:** euedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebensform:** unbekannt

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: Frühling (Stierhof 2003)

**Ökologische Präferenz:**

pH: 3.3 (Kopeszki & Meyer 1994), 3.1 - 7.2, maximale Abundanz bei 3.1 - 5.4 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: mäßig frische bis frische Standorte (mit sommerlichen Trockenperioden) und frische Standorte (Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 1580 mm (Kopeszki & Meyer 1994), 600 - 2000 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 8.2 °C (Kopeszki & Meyer 1994), 5 - 10 °C (Stierhof 2003)

Habitat: bevorzugt Standorte mit intakter Krautschicht oder Moosvegetation (Schick 1990), Fichtenwald (Kopeszki & Meyer 1994), Laub- und Mischwälder (Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Österreich und Britische Inseln (www.faunaeur.org 05.2007), nicht in der Entomofauna Germanica (Schulz et al. 2003) aufgeführt, Höhe ü. NN: hochsignifikante positive Korrelation mit der Höhenverteilung der Standorte (Schick 1990), 1540 m (Kopeszki & Meyer 1994), 160 - 1015 m, maximale Abundanzen bei 955 und 760 m (Stierhof 2003)

***Protaphorura subuliginata* (Gisin, 1956)**

**Synonyme:** *Onychiurus subuliginatus* Gisin, 1956

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** euedaphisch (Stierhof 2003, S. 30)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: unbekannt

**Ökologische Präferenz:**

pH: unbekannt

Feuchtigkeit: unbekannt, Jahresniederschläge: unbekannt

Jahresmitteltemperatur: unbekannt

Habitat: Wälder, Bergweide (Schweiz) (Gisin 1960), Epilittoral der Flüsse (Skarzynski 2001), in hoher Abundanz in einer 25 Jahre lang ungedüngten Niedermoor-Wiese (Sterzyńska & Ehrnsberger 2005)

**Biogeographie:** Europa (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: unbekannt

***Protaphorura tricampata* (Gisin, 1956)** (strittiges Taxon sensu Schulz)

**Synonyme:** *Onychiurus tricampatus* Gisin, 1956

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** euedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: Frühling? (Stierhof 2003)

**Ökologische Präferenz:**

pH: 3.3, 7.2 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: mäßig frische Standorte, wahrscheinlich mit sommerlichen Trockenperioden (Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 800 - 1000 mm, 550 - 750 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 7.5 °C (Chauvat et al. 2003), 7 - 8.5 °C, 9 - 10 °C (Stierhof 2003)

Habitat: nicht kultivierte Wiesen (Skarzynski 2001), oligotropher Buchenwald mit forstlichem Fichtenanteil, nur in 45 and 95 Jahre alten Fichtenwäldern, nicht in jüngeren Fichtenwäldern (Chauvat et al. 2003), eutropher Buchenwald (Stierhof 2003), ungedüngte Niedermoor-Wiesen (Sterzyńska & Ehrnsberger 2005)

**Biogeographie:** Europa (www.faunaeur.org 05.2007), nicht in der Entomofauna Germanica (Schulz et al. 2003) aufgeführt, Höhe ü. NN: 500 – 1000 m (Skarzynski 2001), 380 m (Chauvat et al. 2003), 310, 490 m (Stierhof 2003)

### ***Protaphorura vontoernei* (Gisin, 1957)**

**Synonyme:** *Onychiurus vontoernei* Gisin, 1957

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** euedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: die Art wurde nur im Sommer nachgewiesen (Stierhof 2003)

**Ökologische Präferenz:**

pH: mäßig basenarmer Standort (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: frischer bis feuchter Standort (Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 850 - 1200 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 6.5 - 8 °C (Stierhof 2003)

Habitat: Wald (Gisin 1960), eutropher Eichen-Buchenwald (Stierhof 2003)

**Biogeographie:** nur Österreich, Nordostalpen in Österreich (www.faunaeur.org 06.2007, Christian 1987 in Stierhof 2003), nicht in der Entomofauna Germanica (Schulz et al. 2003) aufgeführt, Höhe ü. NN: 665 m (Stierhof 2003)

### ***Supraphorura furcifera* (Börner, 1901)**

**Synonyme:** *Aphorura furcifera* Börner, 1901

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** euedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: unbekannt

**Ökologische Präferenz:**

pH: unbekannt

Feuchtigkeit: hygrophil (Skarzynski 2001), Jahresniederschläge: unbekannt

Jahresmitteltemperatur: unbekannt

Habitat: Epilitoral von Flüssen (Skarzynski 2001)

**Biogeographie**: Palaearktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: unbekannt

### **Unterfamilie: Tullbergiinae**

#### ***Mesaphorura jarmilae* Rusek, 1982**

**Synonyme**: unbekannt

**Nahrung**: unbekannt

**Lebensform**: euedaphisch (Rusek 1982)

**Lebenszyklus**: unbekannt, nur Weibchen sind bekannt (Zimdars & Dunger 1994)

Abundanzmaximum: unbekannt

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: unbekannt

Feuchtigkeit: frische und trockene Böden (Zimdars & Dunger 1994), Jahresniederschläge: unbekannt

Jahresmitteltemperatur: unbekannt

Habitat: Waldböden (Zimdars & Dunger 1994)

**Biogeographie**: Palaearktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: unbekannt

#### ***Mesaphorura krausbaueri* Börner, 1901 (sensu Rusek 1971)**

**Synonyme**: unbekannt

**Nahrung**: unbekannt

**Lebensform**: euedaphobiont (Rusek 1995)

**Lebenszyklus**: unbekannt; nur Weibchen sind bekannt (Zimdars & Dunger 1994)

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: unbekannt

Feuchtigkeit: mesophil (Rusek 1995, Russell & Griegel 2006), Jahresniederschläge: unbekannt

Jahresmitteltemperatur: unbekannt

Habitat: vor allem feuchte und trockene Wiesenböden, auch Laub-, Misch- und Nadelwaldböden (Zimdars & Dunger 1994), rekultivierte Wiesen, Auwiesen (Rusek 1992, 1995), rekultivierte Niedermoorwiesen, (Sterzynska & Ehrnsberger 2005), begrünte Dächer, (Schrader & Böning 2006)

**Biogeographie**: Kosmopolit? (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: unbekannt

#### ***Mesaphorura macrochaeta* Rusek, 1976**

**Synonyme**: unbekannt

**Nahrung**: unbekannt

**Lebensform**: euedaphisch (Kopeszki & Meyer 1994, Handelmann 2002, Krawczynski 2006)

**Lebenszyklus:** unbekannt, parthenogenetisch (Kopeszki & Meyer 1994)

Abundanzmaximum: unbekannt

**Ökologische Präferenz:**

pH: 3.0 - 5.6, maximale Abundanz bei 3.0 und 3.6 (Kopeszki & Meyer 1994), pH-indifferent (Ponge 2000)

Feuchtigkeit: trockene Böden (Krawczynski 2006), Feuchtigkeit meidend (Russell & Griegel 2006), Jahresniederschläge: 1250 – 1700 mm (Kopeszki & Meyer 1994)

Jahresmitteltemperatur: 8.2 - 13.6 °C (Kopeszki & Meyer 1994), 7.5 °C (Chauvat et al. 2003)

Habitat: weit verbreitet in Nadel- und Laubwäldern, Ökoton Mischwald/Wiese, feuchten Wiesen, Feuchthabitaten der Quellen und Flüsse, Mooren, Höhlen (Böhle 1991, Rusek 1992, Sousa & da Gama 1994, Schulz 1997, Ponge 2000, Chauvat et al. 2003), urbane Standorte, Erstbesiedler auf rekultivierten Flächen (Rusek 1992), in ungedüngten Niedermoor-Wiesen (Sterzynska & Ehrnsberger 2005)

**Biogeographie:** Kosmopolit (Schulz et al. 2003), Holarktis (Kopeszki & Meyer 1994), Höhe ü. NN: colline u. submontane Höhenstufe (Böhle 1991), 590 - 1580 m (Kopeszki & Meyer 1994), 400 - 1600m (Skarzynski 2001), 380 m (Chauvat et al. 2003)

***Neonaphorura crassicuspis* (Gisin, 1944)**

**Synonyme:** *Tullbergia crassicuspis* Gisin, 1944, *Neotullbergia crassicuspis* (Gisin, 1944)

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** euedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: unbekannt; seltene Art, nur Einzelfund im Herbst (Stierhof 2003)

**Ökologische Präferenz:**

pH: 7.2, häufiger auf neutralem als auf saurem Boden (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: frischer bis feuchter Standort (Stierhof 2003), mesophil (Russell & Griegel 2006), Jahresniederschläge: 600 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 9,5 °C (Stierhof 2003)

Habitat: Waldböden, Acker- und Wiesenböden (Zimdars & Dunger 1994), Hartholzau (Auenwaldrelikt, ehemaliges Ulmo-Carpinetum) (Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Europa (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: Flachland u. Gebirge (Zimdars & Dunger 1994), 100 m (Stierhof 2003)

***Neotullbergia tricuspis* (Börner, 1902)**

**Synonyme:** *Tullbergia tricuspis* Börner, 1903, *Neotullbergia laingi* Bagnall, 1936, *Tullbergia staudacheri* Kos, 1940

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** euedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: Herbst u. Frühjahr, Sommerminimum (Stierhof 2003)

**Ökologische Präferenz:**

pH: 7.2 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: hygrophil (Zimdars & Dunger 1994), frische bis feuchte Böden (Stierhof 2003), Überflutungs-intolerant (Russell & Griegel 2006), Jahresniederschläge: 600 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 9.5 °C (Stierhof 2003)

Habitat: vegetationsarme und vegetationslose Standorte (Zimdars & Dunger 1994), Hartholzaue (Auenwaldrelikt, ehemaliges Ulmo-Carpinetum), durch Ausdeichung überflutungsfrei (Stierhof 2003)

**Biogeographie**: Europa (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 100 m (Stierhof 2003)

### ***Paratullbergia callipygos* (Börner, 1902)**

**Synonyme**: *Tullbergia callipygos* (Börner, 1902), *Paratullbergia carpenteri* Bagnall, 1935, *Paratullbergia womersleyi* Bagnall, 1935

**Nahrung**: unbekannt

**Lebensform**: euedaphisch (Kopeszki & Meyer 1994, Stierhof 2003)

**Lebenszyklus**: unbekannt

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: 3.3 - 5.8, 3.4 - 5.1 (Kopeszki & Meyer 1994, Stierhof 2003), **acidophil** (Kopeszki & Meyer 1994)

Feuchtigkeit: ausschließlich auf frischen bis feuchten Standorten, fehlt auf nassen Böden (Zimdars & Dunger 1994, Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 1250 - 1580 mm, 550 - 1200 mm (Kopeszki & Meyer 1994; Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 8.2 - 13.6 °C: maximale Abundanz im wärmebegünstigten Standort bei 13.6 °C (Kopeszki & Meyer 1994), 7.5 °C (Chauvat et al. 2003), 6.5 - 10 °C (Stierhof 2003)

Habitat: vor allem in Wäldern, in geringeren Abundanzen in Äckern und Sukzessionsflächen (Rusek 1990, Kopeszki & Meyer 1994, Zimdars & Dunger 1994, Schulz 1997, Skarzynski 2001, Stierhof 2003)

**Biogeographie**: Holarktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 100 – 1540 m (Kopeszki & Meyer 1994, Skarzynski 2001, Stierhof 2003)

### ***Stenaphorurella denisi* (Bagnall, 1935)**

**Synonyme**: *Stenaphorura denisi* Bagnall, 1935

**Nahrung**: unbekannt

**Lebensform**: euedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus**: unbekannt

Abundanzmaximum: Frühling (Stierhof 2003)

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: ca. 7 - 5, **acidophob** (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: hygrophil (Schick 1990), vorwiegend frische, feuchte Standorte doch auch ein Standort mit sommerlichen Trockenperioden (Stierhof 2003) Jahresniederschläge: 500 - 1300 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 5 - 9 °C (Stierhof 2003)

Habitat: Wiesen (Gisin 1960), Wälder, Auenwaldreste (Schick 1990), Nadel- und Laubwälder, Äcker, Gärten, Wiesen (Zimdars & Dunger 1994), eutraphente Laub- u. Mischwälder mit dichter Krautschicht (Stierhof 2003)

**Biogeographie**: Palaearktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 100 - 810 m, maximale Abundanz bei 210 - 725 m (Stierhof 2003)

### ***Stenaphorurella quadrispina* (Börner, 1901)**

**Synonyme:** *Stanaphorura quadrispina* Börner, 1901, *Stenaphorura absoloni* Bagnall, 1936, *Stenaphorura axelsoni* Bagnall, 1935

**Nahrung:** Pilzhyphen (Schick 1990)

**Lebensform:** euedaphisch (Rusek 1995, Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaxima: Frühlingsmaximum (Stierhof 2003)

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: 3.5 - 7.2, sehr basenreiche bis mäßig basenarme Böden (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: mesophil (Rusek 1995, Stierhof 2003), xerotolerant (Zimdars & Dunger 1999),

Jahresniederschläge: 600 - 1300 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 6.5 - 9.5 °C (Stierhof 2003)

Habitat: charakteristisch für Wiesenböden und andere offene Standorte wie Äcker, auch in Laub- und Nadelwäldern, Auenwaldrelikt, Epilitoral von Flüssen, rekultivierter

Niedermoor-Wiese (Sousa & da Gama 1994, Zimdars & Dunger 1994, Rusek 1995, Skarzynski 2001, Stierhof 2003, Sterzynska & Ehrnsberger 2005)

**Biogeographie:** Europa (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 100 - 725 m (Skarzynski 2001, Stierhof 2003)

## **Überfamilie: Entomobryomorpha**

### **Familie: Isotomidae**

### ***Coloburella zangherii* (Denis, 1924)**

**Synonyme:** *Coloburella reticulata* Latzel, 1918

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** hemiedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: 3 - ca. 5, acidophil (Rusek 1989, Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: wahrscheinlich frische Standorte, Jahresniederschläge: 700 – 2000 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 6.0 - 8,5 °C (Stierhof 2003)

Habitat: seltene Art, die in Moosen und Bodenstreu verschiedener Wälder vorkommt (Palissa in Schick 1990, Potapow 2001: *Coloburella* (s.str.) *zangherii* (Denis, 1924), Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Palaearktis, in der Entomofauna Germanica (Schulz et al. 2003) und www.faunaeur.org (03.2007) nicht für Deutschland geführt, Höhe ü. NN: 490 - 760 m (Stierhof 2003)

### ***Cryptopygus thermophilus* (Axelsson, 1900)**

**Synonyme:** *Isotoma thermophila* Axelson, 1900, *Proisotoma thermophila* Axelson, 1912, *Iosotoma bituberculata* Wahlgren, 1912, *Cryptopygus cognatus* Folsom, 1937,

*Cryptopygus constrictus* Folsom, 1937, *Cryptopygus tenelloides* Folsom, 1937, *Isotomina salaymehi* Christiansen, 1958

**Nahrung:** Bodenpilze (Thiele 1990), mit pathogenen Mykorrhiza infizierte Maiswurzeln (Walsh & Bolger 1990)

**Lebensform:** hemiedaphisch (Rusek 1995, Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** 2 Lebenszyklen im Jahr: 1. im Sommer, 2. im Spätherbst (Palissa 1959)

**Ökologische Präferenz:**

pH: 3.1 - 7.1, maximale Abundanz bei 3.3 - 7.0, basenreiche und basenarme Böden (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: trockene Böden, xerothermophil (Bockemühl 1956, Potapow 2001), mäßig frische Standorte mit sommerlichen Trockenperioden, frische bis feuchte Standorte (Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 650 bis 1800 mm, maximale Abundanz 650 - 900 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 6 - 10 °C (Stierhof 2003), sonnige Böden, thermophil (Bockemühl 1956, Potapow 2001)

Habitat: Südeuropa: eurytop (Potapow 2001), Mitteleuropa: Äcker, Halden, Kompost, Anspülicht am Meer, Salzwiesen und sandige Wiesen, Nagernester (Rusek 1995, Potapow 2001), Laub- und Nadelwälder (Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Kosmopolit (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 112 - 1015 m (Stierhof 2003)

***Desoria fennica* (Reuter, 1895)**

**Synonyme:** *Isotoma hiemalis* var. *fennica* Reuter, 1895, *Isotoma fennica* (Reuter, 1895), *Isotoma ruseki* Fjellberg, 1979

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** hemiedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

**Ökologische Präferenz:**

pH: unbekannt

Feuchtigkeit: mesophil (Rusek 1995, Weiner 1981), hygrophil (Fjellberg 2007), Jahresniederschläge: unbekannt

Jahresmitteltemperatur: unbekannt

Habitat: Wälder (Rusek 1995, Weiner 1981), feuchte Habitats in Wäldern und Wiesen (Fjellberg 2007)

**Biogeographie:** Europa, Nord-Amerika (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: unbekannt

***Desoria tigrina* Nicolet, 1842**

**Synonyme:** *Isotoma grisea* Lubbock, 1869; *Isotoma grisescens* Schäffer, 1896, *Isotoma stachi* Denis, 1929; *Isotoma (Desoaria) juberthiei* Gers & Najt, 1983

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** unbekannt

**Lebenszyklus:** unbekannt, überwintert im Kompost in allen Größenklassen ohne Diapause (Leinaas 1983 in Potapow 2001)

**Ökologische Präferenz:**

pH: unbekannt

Feuchtigkeit: unbekannt, Jahresniederschläge: unbekannt

Jahresmitteltemperatur: unbekannt

Habitat: eine sehr abundante Art früher Sukzessionsstadien von faulem Klärschlamm, Massenvorkommen im Kompost mit frisch gefallen Blättern, in Höhlen, häufig in Äckern, Einzelfunde in Wäldern, Wiesen, Anspülicht von Flüssen und in Mäusenestern (Potapow 2001)

**Biogeographie**: Kosmopolit (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: unbekannt

### ***Desoria propinqua* (Axelson, 1902)**

**Synonyme**: *Desoria graeca* Najt 1981, *Desoria pectinata* Stach 1926, *Spinisotoma pectinata* Stach, 1926, *Isotoma (Desoria) graeca* Najt, 1981, *Isotoma propinqua* Axelson, 1902

**Nahrung**: unbekannt

**Lebensform**: hemiedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus**: unbekannt

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: unbekannt

Feuchtigkeit: unbekannt, Jahresniederschläge: unbekannt

Jahresmitteltemperatur: unbekannt

Habitat: seltene Art in verschiedenen Biotopen, v.a. in stickstoffreichen organischen Substraten, Taiga in Sibirien, arktische Tundra, auf Schnee in der Schweiz (Potapov 2001)

**Biogeographie**: Holarktis (Potapov 2001, Schulz et al. 2003)

### ***Desoria violacea* (Tullberg, 1876) sensu Fjellberg, 1979**

**Synonyme**: *Isotoma violacea* Tullberg, 1876

**Nahrung**: unbekannt

**Lebensform**: hemiedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus**: unbekannt

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: unbekannt

Feuchtigkeit: unbekannt, Jahresniederschläge: unbekannt

Jahresmitteltemperatur: unbekannt

Habitat: v.a. in Buchenwäldern, in der sibirischen Tundra, in den Alpen in hohen Abundanzen in intensiv genutzten Skipisten benachbart mit ungestörten Bereichen, oft in hohen Abundanzen auf Schnee (Potapov 2001)

**Biogeographie**: Europa (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: weit verbreitet in den Bergen Nord- und Mitteleuropas, seltener im Flachland, boreo-montan (Potapov 2001)

### ***Folsomia candida* Willem, 1902**

**Synonyme**: *Folsomia abchasica* Martynova, 1964, *Folsomia caldaria* Axelson, 1905, *Entomobrya cavicola* Banks, 1897, *Folsomia cavicola* Cassagnau & Delamare, 1955, *Folsomia dentata* Folsom, 1937, *Folsomia distincta* Bagnall, 1939, *Folsomia dubia*

Kinoshita, 1917, *Folsomia fontis* Yosii, 1953, *Folsomia kingi* Bagnall, 1939, *Folsomia litsteri* Bagnall, 1939

**Nahrung:** Arbuskuläre Mykorrhizapilze (VAM) (Thimm & Larink 1995), Bodenpilze werden VAM-infizierten Maiswurzeln gegenüber vorgezogen, fressen auch nicht VAM-infizierte Maiswurzeln (Thiele 1990), polyphag (Potapow 2001)

**Lebensform:** euedaphisch (Handelmann 2002, Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** postembryonale Entwicklung im Durchschnitt 16 Tage (Zwischen 13 und 29 Tage), Parthenogenese (Snider 1973 in Potapow 2001)

Abundanzmaximum: Herbst und Frühling (Stierhof 2003)

**Ökologische Präferenz:**

pH: 8.2 - 11.8 (Kopeszki & Meyer 1994), 5.1 u. 7.2, bevorzugt basenreiche Böden mit neutralem bis schwach saurem pH (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: feuchte Standorte (Bockemühl 1966), frische - mäßig frische Standorte (Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 1350 - 1580 mm (Kopeszki & Meyer 1994), 550 - 750 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 8.2 - 11.8 °C (Kopeszki & Meyer 1994), 9 - 10 °C (Stierhof 2003), thermophil (Potapow 2001, Stierhof 2003)

Habitat: in der Bodenstreu und oberen Bodenschichten von Ruderalflächen und in Höhlen, mit geringen Abundanzen in ungeschützten Böden (Potapow 2001), in fast allen Biotopen Mittel- und Südeuropas, erreicht niedrige Abundanzen in leicht gestörten Coenosen, kann lokal hohe Abundanzen in stark gestörten Standorten (Äckern, kultivierten Tagebauböden) erreichen (Bockemühl 1966, Kopeszki & Meyer 1994, Potapow 2001, Skarzynski 2001, Stierhof 2003, Sterzynska & Ehrnsberger 2005)

**Biogeographie:** Kosmopolit (Kopeszki & Meyer 1994, Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 870 - 1580 m (Kopeszki & Meyer 1994), 310 und 440 m (Stierhof 2003), montan (Böhle 1991)

***Folsomia ksenemani* Stach, 1947**

**Synonyme:** *Folsomia caeca* Kseneman, 1936, *Folsomia pseudodiplophthalma* Stach, 1947

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** euedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: Herbst (Stierhof 2003)

**Ökologische Präferenz:**

pH: 5.1 und 5.4 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: frisch bis mäßig feucht, wechselfrisch (Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 600 - 850 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 7 °C, 8 - 10 °C (Stierhof 2003)

Habitat: nach Revision der Art unklar, in der Bodenstreu und oberer Bodenschicht von Offenlandstandorten und Wäldern (Potapow 2001), Nadelforst, Buchenwald (Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Europa, mediterranes Gebiet (Potapow 2001), Art wird nicht in der Entomofauna Germanica (Schulz et al. 2003) geführt, Höhe ü. NN: 755 u. 365 m (Stierhof 2003)

***Folsomia manolachei* Bagnall, 1939**

**Synonyme:** *Folsomia manobechei* Bagnall, 1939, *Folsomia monosetosa* Rusek, 1966, *Folsomia nana* Gisin, 1957, *Folsomia quadripunctata* Agrell, 1939

**Nahrung:** koprofag, Algen und v.a. Pollen (Ponge 1991, 2000)

**Lebensform:** hemiedaphisch (Strebel & Altner 1961, Kopeszki & Meyer 1994, Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** 3 oder 4 Generationszyklen im Jahr (Schick 1990)

Abundanzmaxima: Populationsminimum im Sommer, -maximum im Winter (Schick 1990)

**Ökologische Präferenz:**

pH: 3.1 - 7.2 (Kopeszki & Meyer 1994, Schick 1990, Stierhof 2003), säuretolerant (Schick 1990)

Feuchtigkeit: mäßig frische sowie frische bis feuchte Standorte (Stierhof 2003), Nässe-meidende Art (Russel & Griegel 2006), mesophil (Strebel & Altner 1961) Jahresniederschläge: 1350 - 1580 mm, 650 - 2000 mm (Kopeszki & Meyer 1994, Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 8.2 - 12.4 °C (Kopeszki & Meyer 1994), 4.5 - 9.0 °C (Stierhof 2003)

Habitat: verschiedene naturnahe und extensiv genutzte Habitate, Wälder, offenes Grasland, Äcker, rekultivierte Flächen, in Deutschland auf Brachflächen abundanter als auf Wiesen (Potapov 2001), Laub-, Misch- und Nadelwälder (Strebel & Altner 1961, Böhle 1991, Rusek 1992, Schulz 1997, Kopeszki & Meyer 1994, Rusek 2001, Stierhof 2003), Ökotone Wald/Wiese, Begleitart auf Wiesen (Rusek 2001), Bodenstreu, Humus, Moos (Strebel & Altner 1961; Böhle 1991, Kopeszki & Meyer 1994, Schulz 1997, Potapov 2001, Rusek 2001; Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Palaearktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 98 - 1580 m (Kopeszki & Meyer 1994, Stierhof 2003), colline u. submontane Höhenstufe (Böhle 1991)

### ***Folsomia sensibilis* Ksenemann, 1936**

**Synonyme:** *Isotomina pazae* Selga, 1966

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** euedaphisch

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: unbekannt

**Ökologische Präferenz:**

pH: 3.3 - 5.6 (Kopeszki & Meyer 1994)

Feuchtigkeit: euryök (Hågvar 1982), Jahresniederschläge: 1250 - 1580 mm (Kopeszki & Meyer 1994)

Jahresmitteltemperatur: 8.2 °C (Kopeszki & Meyer 1994), 13.6 °C (Skarzynski 2001)

Habitat: Nadelwälder, Moore der alpinen Zone, Felsenrasen (Skarzynski 2001), wärmebegünstigter Hainsimsen-Buchenwald, subalpiner Brandlattich-Fichtenwald (Kopeszki & Meyer 2001), Bodenstreu in Nadelwäldern mit einer Präferenz für kältere Habitate (Potapov 2001)

**Biogeographie:** Europa (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: europäische boreomontane Art (Potapov 2001), 1000 - 1600m (obere alpine Zone): wird gewöhnlich oberhalb von 1000 m über dem Meeresspiegel gesammelt, arktisch-montane Verbreitung (Skarzynski 2001), 590 und 1580 m (Kopeszki & Meyer 1994)

### ***Folsomia spinosa* Ksenemann, 1936**

**Synonyme:** *Folsomia aspinosa* Bartosova, 1958, *Folsomia montigena* Stach, 1947

**Nahrung:** unbekannt

---

**Lebensform:** hemiedaphisch-euedaphisch (Kopeszki & Meyer 1994), euedaphisch (Strebel & Altner 1961, Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: immer frequent von Februar bis Oktober (Bockemühl 1966), Maximum im Herbst (Stierhof 2003)

**Ökologische Präferenz:**

pH: 5.6 (Kopeszki & Meyer 1994), 3.0 - 7.1, maximale Abundanz bei 3.6 - 7.9, vor allem basenreiche, aber auch basenarme Böden (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: mäßig (sommer-) trockene bis feuchte Standorte (Stierhof 2003),

Jahresniederschläge: 1250 mm (Kopeszki & Meyer 1994), 550 - 2000 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 13.6 °C (Kopeszki & Meyer 1994), 4.5 - 10 °C (Stierhof 2003)

Habitat: gewöhnlich in geringen Abundanzen in Äckern, Wäldern, Wiesen (Potapow 2001), v.a. in eutrophen Laub- und Mischwäldern, auch im Nadelforst (Stierhof 2003), Laubwälder insbesondere der montanen Lagen aber auch Mischwälder, Wiesen und Felder der Ebene, Weinberge, Blockhalden (Gisin 1943, Strebel & Altner 1961; Bockemühl 1966, Dunger 1972, Schick 1990, Böhle 1991, Kopeszki & Meyer 1994)

**Biogeographie:** Europa (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: colline u. submontane Höhenstufe (Böhle 1991), 590 m (Kopeszki & Meyer 1994), 100 - 1260 m (Stierhof 2003)

**Taxonomie** der *spinosa*-Gruppe ist ungeklärt, Verwechslungen mit *F. peniculata* sind möglich (Potapow 2001)

## **Folsomia penicula Bagnall, 1939**

**Synonyme:** *Folsomia multiseta* Stach, 1947, *Folsomia multiseta ab. alba* Stach, 1947, *Folsomia multiseta ab. depigmentata* Stach, 1947, *Folsomia multiseta dives* Stach, 1947, *Folsomia caucasia* Martynova, 1964, syn. nov, *Folsomia diplophthalma var. tetrophthalma* Kseneman, 1936

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** hemiedaphisch (Kopeszki & Meyer 1994, Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaxima: Sommer (Stierhof 2003)

**Ökologische Präferenz:**

pH: 3.0 - 7.0, basenreiche und basenarme Böden (Kopeszki & Meyer 1994, Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: mesophil (Rusek 1995, Potapov 2001), Jahresniederschläge: 550 – 2000 mm (Kopeszki & Meyer 1994, Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 11.4 - 13.6 °C (Kopeszki & Meyer 1994), 5.5 - 9.5 °C (Stierhof 2003)

Habitat: Laub-, Misch-, Nadelwälder, Wiese am Waldrand, Weinberg, Meeresküste, Moor, Bodenstreu und oberer Bodenhorizont (Palissa 1960, Strebel & Altner 1961, Böhle 1991, Kopeszki & Meyer 1994, Rusek 1995, Ponge 2000, Rusek 2001, Stierhof 2003, Sterzynska & Ehrnsberger 2005)

**Biogeographie:** Palaearktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 100 - 1015 m (Kopeszki & Meyer 1994, Stierhof 2003)

## ***Folsomia quadrioculata* (Tullberg, 1871) (sensu Deharveng 1982)**

**Synonyme:** *Isotoma quadrioculata* Tullberg, 1871, *Isotoma anophthalma* Axelson, 1902, *Folsomia gracilis* Latzel, 1922: vorgeschlagen als var. von *quadrioculata*, *Folsomia pallida* Axelson, 1905: vorgeschlagen als var. von *quadrioculata*

**Nahrung:** vor allem organischer Humus, außerdem Pilze, wenig: Mikroalgen, höheres Pflanzenmaterial (Ponge 2000)

**Lebensform:** hemiedaphisch (Volz 1989, Strebel & Altner 1961, Handelsmann 2002, Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** kein Jahresrhythmus zu erkennen, Fortpflanzungsperiode ab 8 - 10 °C Bodentemperatur in 2 cm Bodentiefe (Volz 1989), Fortpflanzung vom Frühjahr bis Oktober/November mit 4 Generationen/Jahr (Schick 1990), überwintern als Imagines oder Jungtiere (Strebel & Altner 1961)

Abundanzmaxima: Minimum im Herbst (im Winter keine Untersuchungen) (Stierhof 2003)

### **Ökologische Präferenz:**

pH: 3.3 - 7.2 (Stierhof 2003), höchste Abundanz bei pH 3.3 (Kopeszki & Meyer 1994)

Feuchtigkeit: mesophil: frische bis feuchte Standorte (Strebel & Altner 1961, Schick 1990, Rusek 1995, Stierhof 2003, Russell & Griegel 2006), Nässe meidende Art (Schick 1990), die Art wurde von einer Sommerüberflutung völlig ausgelöscht, Rekolonisation von höher gelegenen, benachbarten Flächen (Rusek 1989), Jahresniederschläge: 1250 – 1580 mm: höchste Abundanz bei 1580 mm (Kopeszki & Meyer 1994), 600 - 1200 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 4.5 - 10.0 °C (Kopeszki & Meyer 1994, 8.2 - 13.6 °C, höchste Abundanz bei 8.2 °C (Stierhof 2003)

Habitat: Bodenstreu und oberer Bodenhorizont in Laub-, Misch- und Nadelwäldern (Palissa 1960, Strebel & Altner 1961, Böhle 1991, Kopeszki & Meyer 1994, Rusek 1995, Ponge 2000; Rusek 2001, Stierhof 2003), in sehr niedriger Abundanz nach 32 Jahren in rekultivierter Niedermoor-Wiese (Sterzynska & Ehrnsberger 2005)

**Biogeographie:** Holarktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 68 – 1600 m: planare bis montane Höhenstufe (Böhle 1991, Kopeszki & Meyer 1994, Skarzynski 2001, Stierhof 2003)

## ***Folsomides parvulus* Stach, 1922**

**Synonyme:** *Folsomides americanus* Denis, 1931, *Folsomides anophthalmis* Herburn & Woodrig, 1964, *Folsomides anophthalmis* Herburn & Woodrig, 1964, *Folsomides parvus* Folsom, 1934, *Folsomides pseudoparvulus* Martynova, 1978, *Folsomides stachi* Folsom, 1934

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** euedaphisch (Rusek 1995, Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: unbekannt; Populationsminimum im Winter (Gisin 1960)

### **Ökologische Präferenz:**

pH: 3.5 und 5.1 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: xerophil (Rusek 1995, Potapow 2001), wechselfrischer bzw. frischer Standort (Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 700 - 1000 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: thermophil (Gisin 1960, Potapow 2001), 7 - 7.5 °C, 8 - 10 °C (Stierhof 2003)

Habitat: typische Art sonniger, trockener Offenlandstandorte, in Ackerböden, dominant in Trockenrasenböden (Böhle 1991), häufig im Moosbewuchs auf Felsen und anderen exponierten Standorten, in sandigen warmen Biotopen, trockener Waldstreu, in trockenem, sandigen Grünland, in Gärten, Äckern, Tagebauhalden (Potapow 2001),

Buchenwäldern (Stierhof 2003), begrünten Dächer (Schrader & Böning 2006), litoralen Habitaten and Sümpfen (Rusek 1995)

**Biogeographie:** Kosmopolit (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 440 und 490 m (Stierhof 2003)

### ***Isotoma viridis* Bourlet, 1839**

**Synonyme:** *Podura viatica* Linn., 1746, *Desoria cylindrica* Nicolet, 1841, *Desoria ebriosa* Nicolet, 1841, *Desoria fusca* Nicolet, 1841, *Desoria pullida* Nicolet, 1841

**Nahrung:** Pilzhyphen, Adlerfarnsporen, verwesende Laubblätter, Algen wie *Pleurococcus* sp., bei Futterknappheit auch andere Collembolen und Nematoden (Poole 1959)

**Lebensform:** hemiedaphisch (Strebel & Altner 1961, Stierhof 2003), epigeont (Rusek 1995)

**Lebenszyklus** in Skandinavien und dem britischen Hochland beträgt der Lebenszyklus 1 Jahr: Juvenile schlüpfen im Sommer und werden im darauffolgenden Sommer geschlechtsreif, in Dänemark: 2 Generationen im Jahr (Potapow 2001), Überwinterung als Imagines oder Jungtiere (Strebel & Altner 1961), mit *Pleurococcus*-Algen gefütterte Weibchen legen 206+/- 28 Eier (Zettel 1982), Eier überdauern Sommerüberflutungen (Rusek 1989)

Abundanzmaximum: Herbst (Stierhof 2003)

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: 4.6 - 7.2 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: hygrophil (Gisin 1960, Palissa 1960), mesophil (Strebel & Altner 1961, Rusek 1995), frische u. frische bis feuchte Standorte (Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 600 - 1000 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 8 – 10 °C (Stierhof 2003)

Habitat: abundant auf Äckern und Wiesen, weniger häufig in Wäldern (Gisin 1943, 1960, Palissa 1960, Strebel & Altner 1961, Bockemühl 1966, Rusek 1995, Potapow 2001, Sterzynska & Ehmsberger 2005), Auenwaldrelikt (Dunger 1968), Begleitart in Fichtenwäldern, dominant im Schwarzerlen-Bruchwald, Acker, Begleitart in feuchten Wiesen, dominant in Halbtrockenrasen (Böhle 1991), nicht kultivierte Wiesen, Feuchtbiotope der Quellen und Flüsse, Nadelwälder, Moore, Felsenrasen (Skarzynski 2001), begrünte Dächer (Schrader & Böning 2006)

**Biogeographie:** Holarktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: untere montane Höhenstufe (Böhle 1991), 500 – 1600 m (Skarzynski 2001), 100 – 485 m (Stierhof 2003)

### ***Isotomiella minor* (Schaeffer, 1896)**

**Synonyme:** *Isotomiella distinguenda* Bagnall, 1939, *Isotomiella media* Gisin, 1948

**Nahrung:** v.a. organischer Humus, nur wenig: Mikroalgen, höhere Pflanzen, Mykorrhiza, Pilze (Ponge 2000)

**Lebensform:** euedaphisch (Strebel & Altner 1961, Kopeszki & Meyer 1994, Rusek 1995, Potapow 2001, Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** polyvoltine Art mit 2-3 Generationen im Jahr, Abundanzen im Jahresverlauf hängen von den Bedingungen vor Ort ab (Bockemühl 1956, Schick 1990, Potapow 2001), parthenogenetisch (Kopeszki & Meyer 1994)

Abundanzmaxima: unbekannt

**Ökologische Präferenz:**

pH: 3.0 – 7.2, basenreiche aber auch basenarme Standorte (Kopeszki & Meyer 1994, Stierhof 2003), Vorkommen > pH 4.0, acidophob (Rusek 2001)

Feuchtigkeit: mesophil (Potapow 2001, Stierhof 2003, Russell & Griegel 2006),

Jahresniederschläge: 1250 - 1580 mm (Kopeszki & Meyer 1994), 650 - 1600 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 8.2 - 13.6 °C (Kopeszki & Meyer), 5 - 9 °C (Stierhof 2003)

Habitat: eurytop mit einer leichten Präferenz für Waldstandorte (Gisin 1943, Franz 1950, Palissa 1960, Strebel & Altner 1961, Bockemühl 1966, Schick 1990, Kopeszki & Meyer 1994, Sousa & da Gama 1994, Rusek 1995, Schulz 1997, Ponge 2000, Böhle 1991, Potapow 2001, Rusek 2001, Skarzynski 2001)

**Biogeographie:** Kosmopolit (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 98 - 1600 m, colline bis montane Höhenstufe (Böhle 1991, Skarzynski 2001, Stierhof 2003)

***Isotomiella paraminor* Gisin, 1942**

**Synonyme:** *Isotomiella bulgarica* Stach, 1947

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** euedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaxima: Maximum im Herbst (im Winter keine Aufnahmen) (Stierhof 2003)

**Ökologische Präferenz:**

pH: 3.1 – 6.7 (Kopeszki & Meyer 1994, Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: mäßig frische bis frische Standorte (Potapow 2001, Stierhof 2003),

Jahresniederschläge: 700 – 2000 mm (Kopeszki & Meyer 1994, Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 8.2 - 13.6 °C (Kopeszki & Meyer 1994), 4.5 - 8.5 °C (Stierhof 2003)

Habitat: typische Art der Bodenstreu in Wäldern (Gisin 1943, Kopeszki & Meyer 1994, Potapow 2001), keine Lössböden, keine Auenböden (Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Europa (Gebirge) (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 160 - 1540 m (Kopeszki & Meyer 1994, Stierhof 2003), bergige Regionen Mitteleuropas, die meisten Nachweise in den Alpen (Potapow 2001)

***Isotomodes productus* (Axelson, 1902)**

**Synonyme:** *Isotoma productus* Axelson, 1906, *Isotomodes britannicus* Bagnall, 1939, *Isotoma elongata* Axelson, 1903

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** euedaphisch (Dunger 1968, Rusek 1995, Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: Frühling (Stierhof 2003)

**Ökologische Präferenz:**

pH: 3.1 - 3.6, basenarme bis mäßig basenarme Böden (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: hygrophil (Gisin 1943), frische bis mäßig frische Standorte (Stierhof 2003), xerotherm (Dunger 1984, Rusek 1995), in trockenen Standorten (Potapow 2001)

Jahresniederschläge: 800 - 1000 mm, 1000 - 2000 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 4,5 - 8 °C und ca. 9,5 °C (Stierhof 2003)

Habitat: Kalkmagerrasen auf alten Weinbergterrassen (Mesobrometum, Xerobrometum),

Robiniengebüsch (Bockemühl 1966), in Nadelbaumpflanzung auf Halde der Tagebaufolgelandschaft nur an sandigen, offenen, trockenen Standorten (Dunger 1984), Begleitart im Trockenrasen (Böhle 1991), häufige aber wenig abundante Art verschiedener offener, trockener Standorte, nicht in Wäldern (Potapow 2001), oligotrophente Tannen-Buchenwälder u. Buchenwald (Luzulo-Fageten) (Stierhof 2003), begrünte Dächer (Schrader & Böning 2006)

**Biogeographie:** Kosmopolit (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 245 - 1260 m (Stierhof 2003)

### ***Isotomodes templetoni* Bagnall, 1939**

**Synonyme:** unbekannt (Neubeschreibung der Typen siehe Winter 1963 in Potapow 2001)

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** euedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: Frühling (Stierhof 2003)

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: c.f. templetoni: 3.1 - 7.2 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: hygrophil (Potapow 2001), c.f. templetoni: frische bis feuchte Standorte (Stierhof 2003), Jahresniederschläge: c.f. templetoni: 600 - 2000 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: c.f. templetoni: 4.5 - 10 °C (Stierhof 2003)

Habitat: c.f. templetoni: Laub- u. Mischwälder, Auenwaldrelikt (Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Europa, mediterranes Gebiet: Irland, Großbritannien, Spanien ([www.fauneur.org](http://www.fauneur.org) 02.2007), nicht in der Entomofauna Germanica (Schulz et al. 2003) aufgeführt), Höhe ü. NN: cf. templetoni: 100 - 1260 m (Stierhof 2003)

### ***Isotomurus palustris* (Müller, 1776) sensu Carapelli et al. 2001**

**Synonyme:** *Podura palustris* Müller, 1776, *Isotomurus indipendente* Carapelli, Fanciulli, Frati & Dallai 1995

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** hemiedaphisch (Strebel & Altner 1961, Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** wahrscheinlich 2 Generationen/Jahr in Dänemark (Hoose 1969 in Potapow 2001), 1 Generation/Jahr im Britischen Hochland (Hale 1966 in Potapow 2001), überwintern als Imagines oder Jungtiere (Strebel & Altner 1961)

Abundanzmaximum: wahrscheinlich im Frühling (Bockemühl 1966, Stierhof 2003)

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: 3.7 - 5.9 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: mesophil (Palissa 1965, Russell & Griegel 2006), frische bis wechselfeuchte Standorte (Stierhof 2003), hygrophil (Strebel & Altner 1961, Bockemühl 1966, Potapow 2001), hygrobiont (Gisin 1960), Jahresniederschläge: 600 - 1300 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 5 - 9 °C (Stierhof 2003)

Habitat: häufige und abundante Art in feuchten Habitaten wie Auen, Mooren, Feuchtwiesen und Wäldern (Gisin 1960, Strebel & Altner 1961, Palissa 1965, Bockemühl 1966, Potapow 2001, Stierhof 2003), in Mitteleuropa häufig auf Äckern (Potapow 2001), begrünte Hausdächer (Schrader & Böning 2006)

**Biogeographie:** Holarktis ( Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 500 - 1450m (Skarzynski 2001), 380 - 725 m (Stierhof 2003)

### ***Pachyotoma topsenti* (Denis 1948)**

**Synonyme:** *Proisotoma topsenti* Denis, 1948, *Proisotoma revilliodi* Gisin, 1949

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** hemiedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: seltene Art, Massenvorkommen im August (Dunger 1987), Fund im Frühling (Stierhof 2003)

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: 7.5 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: stark wechselnd (Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 650 - 700 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 8 - 9 °C (Stierhof 2003),

Habitat: Massenvorkommen auf Sandtrockenrasen einer Kiefer-Fichten-Jungpflanzung, feuchte Wiese, Nadelwald (Dunger 1987), lichte Wälder und auch offene Habitats (Stierhof 2003)

**Biogeographie:**, Europa: Frankreich, Schweiz, Deutschland (Dunger 1989, Potapow 2001, Schulz et al. 2003) Höhe ü. NN: 322 m (Stierhof 2003)

### ***Parisotoma notabilis* (Schaeffer, 1896)**

**Synonyme:** *Isotoma notabilis* Schaeffer, 1896, *Isotoma delicatula* Brown, 1929, *Isotoma eunotabilis* Folsom, 1937, *Isotoma menotabilis* Börner, 1903, *Desoria monticola* Hao & Huang, 1995

**Nahrung:** vorwiegend Mikroalgen und Pollen (Ponge 2000)

**Lebensform:** hemiedaphisch (Handelmann 2002, Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** in Süd-Norwegen: 1 Lebenszyklus pro Jahr (Potapow 2001)

Abundanzmaxima: abhängig von lokalen Begebenheiten, häufiger im Frühling und im Sommer (Potapow 2001)

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: acidophob, kommt ab pH 4.0 vor, bevorzugt pH. 7.0, reagiert im Allgemeinen positiv auf steigenden pH-Wert (Potapow 2001)

Feuchtigkeit: mesophil (Rusek 1995), Jahresniederschläge: 566 mm (Krawczynski 2006)

Jahresmitteltemperatur: 8.9 °C (Krawczynski 2006)

Habitat: eurytop, Ubiquist, Bodenstreu bewohnende Art, die hohe Abundanzen erreicht (Gisin 1960, Schulz 1997, Potapow 2001, Rusek 2001, Skarzynski 2001, Handelmann 2002, Sterzynska & Ehrnsberger 2005, Schrader & Böning 2006)

**Biogeographie:** Kosmopolit ( Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: bis 1800 m (Rusek 1993)

### ***Proisotoma minima* Absolon, 1901**

**Synonyme:** *Isotoma minima* Absolon, 1901, *Proisotoma americana* Mills, 1934, *Folsomidiella inaequalis* Bagnall 1949, *Podura longicornis* Müller, 1776, *Isotoma mirabilis* Börner, 1901, *Australomia inaequalis* auct., *Folsomia inaequalis* auct.

**Nahrung:** v.a. Pilzmaterial (Ponge 2000)

**Lebensform:** hemiedaphisch (Handelmann 2002, Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: ausgeprägtes Sommerminimum (Stierhof 2003)

**Ökologische Präferenz:**

pH: 3.6 (Kopeszki & Meyer 1994), unbestimmt: in Nordfrankreich acidophil, in Latvia unter kalkreichen Staubimmissionen in Birkenwäldern (Potapow 2001), acidophil, pH 5.3 - ca. 3, maximale Abundanz 3.3 u. 3.4 (Stierhof, T. 2003)

Feuchtigkeit: hygrophil (Gisin 1943), frische bis feuchte Standorte, z.T. wahrscheinlich mit sommerlichen Trockenperioden (Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 1550 mm (Kopeszki & Meyer 1994), 550 - 1000 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 12.4 °C (Kopeszki & Meyer 1994), 7.5 - 10 °C (Stierhof 2003)

Habitat: Höhlen, Wald- u. Wiesenböden (Gisin 1943), Fichten-Tannen-Buchenwald (Kopeszki & Meyer 1994), Fichtenwald und Ahornjungwuchs (Schulz 1997), eurytop, aber in niedrigen Abundanzen: Bergwälder der Zentralpyrenäen und Karpathen, Nadelwälder Nordeuropas, Wiesen, Steppen, Äcker in Deutschland, in südlichen Gebieten in Botanischen Gärten (Potapow 2001)

**Biogeographie:** Holarktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: colline bis montane Höhenstufe (Böhle 1991), 730 m (Kopeszki & Meyer 1994), Bergwälder der Pyrenäen und Karpathen (Potapow 2001), 98 - 600 m, maximale Abundanz in 98 und 290 m (Stierhof 2003)

***Proisotoma minuta* (Tullberg, 1971)**

**Synonyme:** *Isotoma minuta* Tullberg, 1871, *Proisotoma meridionalis* Denis, 1931, *Isotoma palermitana* Börner, 1903, *Isotoma pallida* Moniez, 1893, *Proisotoma rhopalotricha* Massoud & Rapoport, 1968, *Isotoma stagnalis* Willem, 1900, *Isotoma stscherbakowi* Börner, 1901, *Isotoma tenebricola* Willem, 1900

**Nahrung:** Bodenpilze werden VAM-infizierten Maiswurzeln und diese wiederum signifikant nicht infizierten Maiswurzeln vorgezogen (Thiele 1990), VAM Pilze (Thimm & Larink 1995)

**Lebensform:** hemiedaphisch (Strebel & Altner 1961, Handelmann 2002, Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: ausgeprägtes Frühlingsmaximum (Stierhof 2003)

**Ökologische Präferenz:**

pH: acidotolerant (Schick 1990), 3.3 - 7.1, maximale Abundanz bei 3.5 - 5.9 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: hygrophil (Gisin 1943), mesophil (Strebel & Altner 1961), mäßig frische bis frische Standorte (Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 700 - 1800 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 5 - 9 °C (Stierhof 2003), thermophil (Potapow 2001)

Habitat: Laubwald (Strebel & Altner 1961, Sousa & da Gama 1994), Begleitart in Äckern (Böhle 1991), Epilitoral von Flüssen (Skarzynski 2001), Laub-, Misch- und Nadelwälder (Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Kosmopolit (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 98 - 955 m, maximale Abundanz bei 380 - 955 m (Stierhof 2003)

### ***Pseudanurophorus binoculatus* Kseneman, 1934**

**Synonyme:** *Pseudanurophorus lapponicus* Agrell, 1939

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** euedaphisch (Stierhof 2003, S. 128)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: Maximum im Herbst, Minimum im Frühling (Stierhof 2003)

**Ökologische Präferenz:**

pH: 3.0 - 3.6 (Kopeszki & Meyer 1994), acidophil, maximale Abundanz bei pH 3 und 3.4

Feuchtigkeit: mäßig frische bis mäßig feuchte Standorte (Stierhof 2003),

Jahresniederschläge: 1550 - 1700 mm (Kopeszki & Meyer 1994), 900 - 1800 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 8.2 - 12.4 °C (Kopeszki & Meyer 1994), 6 - 8 °C (Stierhof 2003)

Habitat: Nadel- und Mischwälder (Kopeszki & Meyer 1994), Fichtenwälder (Böhle 1991), alter Fichtenwald (Klimax-Stadium) und alte Buchenwälder (Rusek 2001), Fichtenwald, Kiefernwald, Moore der alpinen Zone, Felsenrasen (Skarzynski 2001), oligotrophenter Fichten-Tannenforst und Tannenforst (Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Palaearktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 900 m (Stierhof 2003)

### ***Pseudisotoma sensibilis* Tullberg, 1876**

**Synonyme:** *Isotoma sensibilis* Tullberg, 1876, *Isotoma determinata* MacGillivray, 1896, *Isotoma dubia* Reuter, 1895, *Isotoma inopinata* Axelson, 1902, *Isotoma longidens* Schaeffer, 1896, *Isotoma monstrosa* Schaeffer, 1896, *Isotoma parva* MacGillivray, 1896, *Isotoma turicensis* Haller, 1880

**Nahrung:** v.a. Pollen, auch Algen (Ponge 2000)

**Lebensform:** hemiedaphisch (Strebel & Altner 1961, Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt; überwintern als Jungtiere oder Imagines (Strebel & Altner 1961)

Abundanzmaximum: Abundanz ganzjährig ungefähr gleich hoch (Stierhof 2003)

**Ökologische Präferenz:**

pH: acidophil, 3.0 - 7.2, Abundanzmaximum bei 5 - ca. 3 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: feuchte bis halbtrockene Wälder (Gisin 1943, Nosek 1969), vorwiegend frische Standorte, z.T. sommertrocken (Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 800 - 2000 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 6 - 9,5 °C (Stierhof 2003)

Habitat: Charakterart der Baumrinde und Felsenmoose dichter Wälder (Gisin 1943), Wälder (Nosek 1969), Laub- Fichten- u. Kiefernwälder (Strebel & Altner 1961), Fichtenwälder, dominant in trockenen Bereichen im Hochmoor, dominant in Moosen vom Stammfußbereich u. Moosen von Totholz, konstant in Streuobstwiesen (Böhle 1991), wurde in fast allen untersuchten Habitaten gefunden: Laub- und Nadelwälder, nicht kultivierte Wiesen, nasse Habitate der Quellen und Flüsse, Moore (Skarzynski 2001), höchste mittlere Abundanzen in oligotrophenten Laub- Misch- und Nadelwäldern (Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Palaearktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: bis 3100 m (Schick 1990), untere montane Höhenstufe (Böhle 1991), 400 - 1600 m (Skarzynski 2001), 100 - 1260 m, maximale Abundanz in 405 bis 1015 m (Stierhof 2003)

### ***Vertagopus arboreus* (Linnaeus, 1758) (sensu Fjellberg 1973)**

**Synonyme:** *Podura arboreus* Linnaeus, 1758, *Isotoma ianthina* Salmon, 1955

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** hemiedaphisch (Stierhof 2003, S. 29, 130)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: wandert im Winter aus dem Boden an die Bodenoberfläche (Hühner 1961 in Stierhof 2003), im Winter dominant in Moosen im Stammfussbereich u. in Moosen auf Totholz (Böhle 1991), zuweilen im Winter in Massen an Bäumen (Stierhof 2003)

**Ökologische Präferenz:**

pH: 6.3 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: (mäßig) frisch bis mäßig feuchte Standorte, nässere Senken (Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 750 - 800 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 7.5 – 9.0 °C (Stierhof 2003)

Habitat: Wälder (Böhle 1991), eutraphenter Buchenwald (Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Holarktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: im Gebiet um Basel nur unterhalb von 500 m (Gisin 1949), collin (Böhle 1991), 420 m (Stierhof 2003)

## Familie: Entomobryidae

### Unterfamilie: Cyphoderinae

#### *Cyphoderus albinus* Nicolet, 1842

**Synonyme:** *Beckia argentea* Lubbock, 1870

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** euedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: unbekannt, die Art ist ganzjährig aktiv (Bockemühl 1966, Stierhof 2003)

**Ökologische Präferenz:**

pH: 5.1, basenreicher Boden (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: frischer Standort, Jahresniederschläge: 700 - 1000 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 6 - 14 °C (Bockemühl 1966), 8 - 10 °C, thermophil (Stierhof 2003)

Habitat: warme, trockene Orte, mit Ameisen vergesellschaftet (Gisin 1960, Strebel & Altner 1961), Halbtrockenrasen (Mesobrometum), Kiefernwald, Steppenheidewald (Querceto-Lithospermetum) (Bockemühl 1966), thermophil und myrmecophil in Nestern verschiedener Ameisenarten oder in deren Nähe im Laub- und Nadelwald (Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Kosmopolit ? (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 440 m (Stierhof 2003)

#### *Oncopodura crassicornis* Shoebottom, 1911

**Synonyme:** unbekannt

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** euedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

**Ökologische Präferenz:**

pH: 3.0 – 5.8 (Nosek 1969, Kopeszki & Meyer 1994)

Feuchtigkeit: xerotherm (Stach 1959, Franz 1975 in Schick 1990), Jahresniederschläge: 1250 - 1700 mm (Kopeszki & Meyer 1994)

Jahresmitteltemperatur: 11.4 - 13.6 °C (Kopeszki & Meyer 1994)

Habitat: v.a. Waldböden, auch Wiesenböden, Bewohner tiefer Bodenschichten, unter Baumrinde u. Steinen, Bodenstreu, humusreiche Böden (Gisin 1943, Bockemühl 1966, Kopeszki & Meyer 1994), vereinzelt in Gärten und anderen durch anthropogene Einflüsse gestörte Habitate ([www.stevehopkin.co.uk/collembolamaps](http://www.stevehopkin.co.uk/collembolamaps))

**Biogeographie**: Europa (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 590 - 870 m (Kopeszki & Meyer 1994)

### **Unterfamilie: Entomobryinae**

#### ***Entomobrya corticalis* (Nicolet, 1842)**

**Synonyme**: *Degeeria corticalis* Nicolet, 1842; *Entomobrya obensis* Linnaniemi, 1919

**Nahrung**: unbekannt

**Lebensform**: hemiedaphisch (Strebel & Altner 1961, Volz 1989, Stierhof 2003)

**Lebenszyklus**: Fortpflanzung im Boden, Aufsteigen zur Nahrungssuche, aktive Stadien zu allen Jahreszeiten, Fortpflanzung in der warmen Jahreszeit (v.a. Mai-August) (Volz 1989), Abundanzmaximum: Frühling (Stierhof 2003)

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: 5.8 (Kopeszki & Meyer 1994), 3.1 - 7.2, basenreiche und basenarme Böden (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: mesophil (Strebel & Altner 1961, Bockemühl 1966), erstes Juvenilstadium ist nicht gegen Trockenheit resistent (Rusek 1989), mäßig frische oder mäßig trockene (mit sommerlichen Trockenperioden) bis frische Standorte (Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 1350 mm (Kopeszki & Meyer 1994), 550 - 1600 mm (allerdings nur ein Standort mit mehr als 1000 mm) (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 11.8 °C (Rusek 1989), 6,5 - 10 °C (Stierhof 2003)

Habitat: typische corticole Art in Wäldern und Streuobstwiesen (Franz 1950, Gisin 1960, Strebel & Altner 1961, Bockemühl 1966, Böhle 1991, Kopeszki & Meyer 1994, Rusek 2001, Stierhof 2003)

**Biogeographie**: Europa (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: planar bis montan (Kopeszki & Meyer 1994), im Gebirge nur unterhalb 1000 m (Gisin 1960), meidet die höheren Alpen (Bockemühl 1966), 400 - 1450m (Skarzynski 2001), 245 - 615 m (Stierhof 2003)

#### ***Entomobrya marginata* (Tullberg, 1871)**

**Synonyme**: *Degeeria marginata* Tullberg, 1871, *Entomobrya arvensis* Latzel, 1917, *Entomobrya caerulea* Becker, 1902

**Nahrung**: unbekannt

**Lebensform**: hemiedaphisch (Volz 1989, Stierhof 2003), Stratenwechsler: Fortpflanzung im Boden, Aufsteigen zur Nahrungssuche (Volz 1989)

**Lebenszyklus**: Fortpflanzung in der warmen Jahreszeit, v.a. Mai-August, Eier überwintern, aktive Stadien zu allen Jahreszeiten (Volz 1989)

Abundanzmaximum: Frühling

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: 3.3 (Kopeszki & Meyer 1994)

Feuchtigkeit: 1. Juvenilstadium ist nicht trockenresistent (Rusek 1989), Jahresniederschläge:

1580 mm (Kopeszki & Meyer 1994)

Jahresmitteltemperatur: 8.2 °C (Kopeszki & Meyer 1994)

Habitat: Brachen, nicht auf Äckern (Rusek 1990), Begleitart in Streuobstwiesen, auf Äckern und Halbtrockenrasen (Böhle 1991), subalpiner Brandlattich-Fichtenwald (Kopeszki & Meyer 1994), auf begrünten Dächern (Schrader & Böning 2006)

**Biogeographie**: Palaearktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 1540 m (Kopeszki & Meyer 1994)

### ***Entomobrya muscorum* (Nicolet, 1842)**

**Synonyme**: *Degeeria muscorum* Nicolet, 1842, *Entomobrya cognata* Latzel, 1917, *Entomobrya intermedia* Brook, 1884, *Entomobrya orcheselloides* Schaeffer, 1896

**Nahrung**: unbekannt

**Lebensform**: das ganze Jahr über auf Bäumen u. Sträuchern, weniger abundant das ganze Jahr in Moos u. Laubstreu (Bockemühl 1966), Stratenwechsler: Fortpflanzung im Boden, Aufsteigen zur Nahrungssuche, hemiedaphisch (Volz 1989)

**Lebenszyklus**: unbekannt; ganzjährig aktiv (Schick 1990), Eier überwintern (Rusek 1989)  
Abundanzmaxima: Sommer, Herbst (Stierhof 2003)

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: 3.1 -6.3, höchste Abundanzen bei 3.6 - 4.6 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: erstes Larvalstadium ist nicht gegen Trockenheit resistent; frische bis frisch-feuchte Standorte (Rusek, 1989; Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 550 - 1000 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 7 - 10 °C (Stierhof 2003)

Habitat: Laub-, Misch- und Nadelwälder, auch Auenwaldreste, Mull bis rohhumusartiger Moder, Moose, Krautschicht, Sträucher, Bäume (Gisin 1943, 1960, Strebel & Altner 1961, Dunger 1968, 1972, Böhle 1991, Stierhof 2003), nicht kultivierte Wiesen (Skarzynski 2001)

**Biogeographie**: Palaearktis ((Schulz et al. 2003, Stierhof 2003), Höhe ü. NN: 98 - 1000 m; colline und submontane Höhenstufe (Stierhof 2003, Skarzynski 2001; Böhle 1991)

### ***Entomobrya nivalis* (Linnaeus, 1758)**

**Synonyme**: *Podura nivalis* Linnaeus, 1758, *Podura annulata* Fabritius, 1775, *Isotoma cursitans* Bourlet, 1839, *Entomobrya flava* Lie-Pettersen, 1896, *Isotoma fusiformis* Bourlet, 1839, *Degeeria minuta* Burmeister, 1838, *Podura nigromaculata* Templeton, 1835, *Podura simplex* Koch, 1840, *Podura striata* Koch, 1840, *Podura variegata* Guerin, 1838

**Nahrung**: unbekannt

**Lebensform**: , hemiedaphisch (Volz 1989, Stierhof 2003), Stratenwechsler: Fortpflanzung im Boden, Aufsteigen zur Nahrungssuche (Volz 1989)

**Lebenszyklus**: aktive Stadien zu allen Jahreszeiten, Fortpflanzung in der warmen Jahreszeit, v. a. Mai-August (Volz, P. 1989), überwintern als Imagines oder Jungtiere (Strebel & Altner 1961)

Abundanzmaximum: das ganze Jahr über häufig auf Bäumen und im Boden (Bockemühl 1966)

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: 7.2 (Stierhof 2003)

**Feuchtigkeit:** 1. Juvenilstadium ist nicht trockenresistent (Rusek 1989), frischer bis feuchter Standort (Stierhof 2003), Jahresniederschläge: um 600 mm (Stierhof 2003)

**Jahresmitteltemperatur:** 9.5 °C (Stierhof 2003)

**Habitat:** Wälder, Hecken und Streuobstwiesen bis in den Kronenbereich, auch Auenwaldrelikt und Torfmoor (Gisin 1960, Strebel & Altner 1961, Palissa 1960, Bockemühl 1966, Böhle 1991, Schulz 1997, Skarzynski 2001, Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Palaearktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: colline u. submontane Höhenstufe (Böhle 1991), 400 - 1 000 m (Skarzynski 2001), 98 - 620 m (Stierhof 2003)

### ***Entomobrya quinquelineata* Börner, 1901**

**Synonyme:** *Entomobrya quinquefasciata* Börner, 1901

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** hemiedaphisch (Volz 1989, Stierhof 2003), Stratenwechsler: Fortpflanzung im Boden, Nahrungssuche in der Krautschicht (Volz 1989)

**Lebenszyklus:** aktive Stadien zu allen Jahreszeiten, Fortpflanzung in der warmen Jahreszeit, v.a. Mai – August (Volz 1989)

**Abundanzmaximum:** Herbst

#### **Ökologische Präferenz:**

**pH:** 3.3 (Kopeszki & Meyer 1994), 3.0 - 7.1 (Stierhof 2003)

**Feuchtigkeit:** feuchte bis trockene Standorte (Bockemühl 1966), 1. Juvenilstadium ist nicht trockenresistent (Rusek, J. 1989), bevorzugt trockene Standorte (Schick 1990),

Jahresniederschläge: 1580 mm (Kopeszki & Meyer), 750 - 1500 mm (Stierhof 2003)

**Jahresmitteltemperatur:** 8.2 °C (Kopeszki & Meyer 1994), 7 - 8 °C (Stierhof 2003)

**Habitat:** in der Bodenstreu und Krautschicht vor allem offener Standorte und lichter Wälder (Nadelwald, Mischwald) (Stierhof 2003), Fichten-Tannenforst (Schick 1990), lichter Kiefernwald, Waldrandgebüsch mit *Prunus spinosa* u. *Rosa* (Bockemühl 1966), subalpiner Brandlattich-Fichtenwald (Kopeszki & Meyer 1994)

**Biogeographie:** Europa (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: bis 1540 m (Kopeszki & Meyer 1994), 550 - 750 m (Stierhof 2003)

### ***Lepidocyrtus curvicollis* Bourlet, 1839**

**Synonyme:** *Lepidocyrtus borneri* Willem, 1902, *Cyphodeirus capucinus* Nicolet, 1841, *Lepidocyrtus fuscicans* Latzel, 1921, *Lepidocyrtus luteus* Latzel, 1921, *Lepidocyrtus neglectus* Moniez, 1890, *Lepidocyrtus oribates* Latzel, 1921, *Lepidocyrtus semiviolaceus* Latzel, 1921

**Nahrung:** Pollenkörner (Rusek 1989)

**Lebensform:** hemiedaphisch und epigäisch (Strebel & Altner 1961), Stratenwechsler: Fortpflanzung im Boden, Aufsteigen zur Nahrungssuche (Volz 1989), epedaphisch (Chauvat et al. 2003), hemiedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** aktive Stadien zu allen Jahreszeiten, Fortpflanzung in der warmen Jahreszeit (v.a. Mai-August) (Volz 1989)

**Abundanzmaximum:** das ganze Jahr gefunden mit Maxima im November u. März (Bockmühl 1966), Minimum im Sommer (Stierhof 2003)

**Ökologische Präferenz:**

pH: 3.3 - 5.6 (Kopeszki & Meyer 1994), 3.5 – 7.2, maximale Abundanz bei 7.0 und 7.2, ausgesprochen basenreiche, karbonatreiche Böden (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: mesophil (Strebel & Altner 1961), hygrophil (Nosek 1969), frische bis feuchte Standorte (Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 1250 - 1580 mm (Kopeszki & Meyer 1994), 600 - 900 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 8.2 - 13.6 (Kopeszki & Meyer 1994), 6 - 9.5 °C (Stierhof 2003);

Habitat: Laub- und Fichtenwald, Wiese am Waldrand (Strebel & Altnerv 1961), vorwiegend im dichten Wald, im freien Gelände nur Einzelfunde (Bockemühl 1966), alte Fichten- und Buchenwälder (Klimax-Stadium) (Rusek 2001), wärmebegünstigter Hainsimsen-Buchen-Tannenwald, subalpiner Brandlattich-Fichtenwald (Kopeszki & Meyer 1994), 5 Jahre alter Fichtenforst (Chauvat et al. 2003), Laub- u. Mischwälder, Auenwaldrelikt (Carpinetum der hohen Hartholzaue) (Stierhof 2003)

**Biogeographie**: Holarktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 590 u. 1580 m (Kopeszki & Meyer 1994), 380 m (Chauvat et al. 2003), 100 - 725 m (Stierhof 2003)

***Lepidocyrtus cyaneus* Tullberg, 1871**

**Synonyme**: *Lepidocyrtus borneri* Willem, 1902, *Cyphodeirus capucinus* Nicolet, 1841, *Lepidocyrtus fuscicans* Latzel, 1921, *Lepidocyrtus luteus* Latzel, 1921, *Lepidocyrtus neglectus* Moniez, 1890, *Lepidocyrtus oribates* Latzel, 1921, *Lepidocyrtus semiviolaceus* Latzel, 1921

**Nahrung**: Pollen (Rusek 1989)

**Lebensform**: hemiedaphisch (Strebel & Altner 1961, Stierhof 2003), Stratenwechsler: Fortpflanzung im Boden, Aufsteigen zur Nahrungssuche (Volz, P. 1989)

**Lebenszyklus**: überwintern als Imagines oder Jungtiere (Strebel & Altner 1961), aktive Stadien zu allen Jahreszeiten, Fortpflanzung in der warmen Jahreszeit (v.a. Mai-August) (Volz, P. 1989), mindestens 2 Generationszyklen im Jahr (Schick 1990),

Abundanzmaximum: Sommer- und Wintermaximum (Schick 1990)

**Ökologische Präferenz:**

pH: 3.0 - 5.6, höchste Abundanz bei 3.0 - 3.6 (Stierhof 2003), acidophil (Kopeszki & Meyer 1994)

Feuchtigkeit: mesophil (Strebel & Altner 1961), scheint hygrophil zu sein (Bockemühl 1966), Jahresniederschläge: 1250 - 1700 mm (Kopeszki & Meyer 1994)

Jahresmitteltemperatur: 8.2 - 13.6 °C (Kopeszki & Meyer 1994), *Lepidocyrtus*-Arten sind nicht kälteresistent, sterben im Herbst und überwintern im Eistadium (Rusek 1989)

Habitat: gedüngte Wiesen, Äcker (Gisin 1943, 1960), Meeresküste (Palissa 1960), Wiese, verstreut in lichtem Hochwald aber konstant auf feuchter Wiese (Bockemühl 1966), Auenwaldrelikt (Dunger 1968), Ahorn-Jungwuchs, Fichtenwald (Schulz 1997), dominant in trockenen Bereichen im Hochmoor, Begleitart in Äckern und feuchten Wiesen (Böhle 1991), Nadel- und Mischwälder (Kopeszki & Meyer 1994), Laub- und Nadelwälder, Höhlen (Skarzynski 2001), Charakterart der fetten Wiesen- und Ackerböden (Stierhof 2003), begrünte Dächer (Schrader & Böning 2006)

**Biogeographie**: Kosmopolit (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 590 - 1580 m (Kopeszki & Meyer 1994), 500 – 1000 m (Skarzynski 2001)

***Lepidocyrtus lanuginosus* (Gmelin, 1788)**

**Synonyme:** *Podura lanuginosus* Gmelin, 1788, *Paidium aeneum* Koch, 1841, *Cyphodeirus agilis* Nicolet, 1841, *Lepidocyrtus albicans* Reuter, 1891, *Lepidoicyrtus argentatus* Bourlet, 1842, *Paidium flaveolum* Koch, 1841, *Lepidocyrtus fucatus* Uzel, 1891, *Cyphodeirus gibbulus* Nicolet, 1841, *Lepidocyrtus montanus* Carl, 1901, *Cyphodeirus parvulus* Nicolet, 1841, *Podura pusilla* Linnaeus, 1766, *Lepidocyrtus rivularis* Bourlet, 1942

**Nahrung:** Pollen , auch Mikroalgen (Rusek 1989, Ponge 2000), Pilze (Kopeszki & Meyer 1994)

**Lebensform:** hemiedaphisch (Strebel & Altner 1961, Stierhof 2003), Stratenwechsler:  
Fortpflanzung im Boden, Aufsteigen zur Nahrungssuche (Volz,P. 1989)

**Lebenszyklus:** überwintern als Imagines oder Jungtiere (Strebel & Altner 1961), aktive Stadien zu allen Jahreszeiten, Fortpflanzung in der warmen Jahreszeit (v.a. Mai-August)( Volz 1989)

Abundanzmaxima: das ganze Jahr über häufig (Bockemühl 1966)

### **Ökologische Präferenz:**

pH: 3.1 - 7.2 (Kopeszki & Meyer 1994, Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: mäßig frische (z.T. mit sommerlichen Trockenperioden) bis feuchte Standorte, mesophil (Strebel & Altner 1961, Stierhof 2003), trockene und feuchte Standorte, euryök (Gisin 1943, Kopeszki & Meyer 1994), Jahresniederschläge: 1250 - 1580 mm (Kopeszki & Meyer 1994), mehr als Einzelindividuen nur bei Jahressummen  $\leq 1000$  mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 8.2 - 13.6 °C (Kopeszki & Meyer 1994), mehr als Einzelindividuen nur bei Jahresmitteltemperaturen  $\geq 7$  °C (Stierhof 2003)

Habitat: eurytop (Gisin 1943, Strebel & Altner 1961, Bockemühl 1966, Schulz 1997, Böhle 1991, Kopeszki & Meyer 1994, Skarzynski 2001, Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Holarktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 100 – 1580 m (Böhle 1991, Kopeszki & Meyer 1994, Skarzynski 2001, Stierhof 2003)

## ***Lepidocyrtus lignorum* (Fabricius, 1775)**

**Synonyme:** *Podura lignorum* Fabricius, 1773

**Nahrung:** Pollenkörner (Rusek 1989), v.a. Pollen und Mikroalgen, wenig höhere Pflanzen, Pilze, organischen Humus (Ponge 2000)

**Lebensform:** hemiedaphisch (Strebel & Altner 1961, Stierhof 2003), Stratenwechsler:  
Fortpflanzung im Boden, Aufsteigen zur Nahrungssuche (Volz,P. 1989)

**Lebenszyklus:** aktive Stadien zu allen Jahreszeiten, Fortpflanzung in der warmen Jahreszeit (v.a. Mai-August) (Volz 1989), aktive Tiere zu allen Jahreszeiten, polyvoltine Art (Schick 1990), Eidiapause (Kopeszki & Meyer 1994)

Abundanzmaxima: Frühjahrsmaximum und Minima im Herbst und Winter (Schick 1990)

### **Ökologische Präferenz:**

pH: 3.0 – 5.8 (Kopeszki & Meyer 1994)

Feuchtigkeit: euryök (Kopeszki & Meyer 1994), Jahresniederschläge: 1250 - 1700 mm (Kopeszki & Meyer 1994)

Jahresmitteltemperatur: 8.2 - 13.6 °C (Kopeszki & Meyer 1994), *Lepidocyrtus* spp. sind nicht kälteresistent, sterben im Herbst und Eier überwintern (Rusek 1989)

Habitat: eurytop in einem breiten Habitatspektrum begrünten Dächern, Halbtrockenrasen, Acker, Wälder, Wiesen, wasserüberströmten Felsen, Epilitoral von Flüssen (Böhle 1991, Rusek 1992, Kopeszki & Meyer 1994, Ponge 2000, Skarzynski 2001, Schrader & Böning 2006)

**Biogeographie:** Holarktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 400 - 1600 m (Kopeszki & Meyer 1994, Skarzynski 2001), colline u. submontane Höhenstufe (Böhle 1991)

### ***Lepidocyrtus paradoxus* Uzel, 1890**

**Synonyme:** *Paidium curcullatum* Koch, 1840, *Lepidocyrtus insignis* Reuter, 1895

**Nahrung:** Pollen (Rusek 1989)

**Lebensform:** hemiedaphisch (Palissa 1960), epedaphisch (Dunger 1968), Stratenwechsler: Fortpflanzung im Boden, Aufsteigen zur Nahrungssuche (Volz 1989)

**Lebenszyklus:** aktive Stadien zu allen Jahreszeiten, Fortpflanzung in der warmen Jahreszeit (v.a. Mai - August) (Volz 1989)

Abundanzmaximum: unbekannt

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: unbekannt

Feuchtigkeit: nur in trockenen Standorten (Rusek 1992), Jahresniederschläge: 550 mm (Rusek 1992)

Jahresmitteltemperatur: 9.5 °C

Habitat: feuchte Wiesen (Gisin 1960), Wiesen, Graswege (Strebel & Altner 1961), Offenland: Wiese, in Laubstreu an sonnigen Standorten, Moor (Bockemühl 1966), nur vereinzelt auf feuchten Wiesen, selten auf Äckern aber charakteristische Art der pleistozän-tertiären Halden in der Bergbaufolgelandschaft (Dunger 1968), nur in trockenen Wiesen, nicht in nassen und sumpfigen Wiesen (Rusek 1992)

**Biogeographie:** Holarktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 113 m (Traser 2002)

### ***Pseudosinella alba* (Packard, 1873)**

**Synonyme:** *Lepidocyrtus alba* Packard, 1873, *Tullbergia ocellata* Lie-Pettersen, 1896

**Nahrung:** Bodenpilze werden VAM infizierten Maiswurzeln vorgezogen, VAM infizierte Wurzeln werden nicht infizierten Wurzeln signifikant vorgezogen (Thiele 1990), spezialisiert auf Pilze (Ponge 2000)

**Lebensform:** euedaphisch (Strebel & Altner 1961, Stierhof 2003), hemiedaphisch (Handelmann 2002)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaxima: Maximum im Herbst (Stierhof 2003)

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: 5.6, 3.3 - 7.2 (Kopeszki & Meyer 1994, Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: frische bis feuchte Standorte (Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 1250 mm; 500 - 1000 mm (Kopeszki & Meyer 1994, Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 13.6 °C (Kopeszki & Meyer 1994), 6.0 - 10.0 °C (Stierhof 2003)

Habitat: eurytop, in Wäldern, Streuobstwiesen, Hochmooren, Feuchthabitaten, an Quellen und Flüssen, Blockhalden, Brachen, Äcker (Gisin 1943, 1960; Bockemühl 1966, Nosek 1969, Dunger 1972, Böhle 1991, Kopeszki & Meyer 1994, Schulz 1997, Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Holarktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: in Mitteleuropa in tiefen Lagen im Allgemeinen häufig (Böhle 1991), 590 m (Kopeszki & Meyer 1994), 100 - 1260 m, maximale Abundanz in 100 - 755 m (Stierhof 2003)

### ***Pseudosinella denisi* Gisin, 1954**

**Synonyme:** *Pseudosinella ksenemani* Denis, 1948

**Nahrung:** auf Pilze spezialisiert (Ponge 2000)

**Lebensform:** euedaphisch (Stierhof 2003, S. 130)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: unbekannt

**Ökologische Präferenz:**

pH: unbekannt

Feuchtigkeit: unbekannt, Jahresniederschläge: ca. 1300 mm (Kopeszki & Meyer 1994)

Jahresmitteltemperatur: unbekannt

Habitat: Höhlen (Gisin 1960), Fichten-Tannen-Buchenwald (Kopeszki & Meyer 1994)

**Biogeographie:** Europa (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 870 m (Kopeszki & Meyer 1994)

### ***Pseudosinella hüteri* Stomp, 1971**

**Synonyme:** unbekannt

**Nahrung:** auf Pilze spezialisiert (Ponge 2000)

**Lebensform:** euedaphisch (Stierhof 2003, S. 130)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: Minimum im Frühling, Anstieg zum Herbst (Stierhof 2003)

**Ökologische Präferenz:**

pH: 3.1 - 7.1 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: mäßig frische, wechselfeuchte, frische und frisch bis feuchte Standorte (Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 650 – 2000 (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 4.5 - 9-5 (Stierhof 2003)

Habitat: eutrappente Laubwaldgesellschaften bis oligotrappente Nadelwaldgesellschaften (Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Europa (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 160 - 1260 m, maximale Abundanz bei. 465 - 900 m (Stierhof 2003)

### ***Pseudosinella immaculata* (Lie-Pettersen 1896)**

**Synonyme:** *Tullbergia immaculata* Lie-Pettersen, 1896, *Cyphoderus martelii* Carpenter, 1897

**Nahrung:** auf Pilze spezialisiert (Ponge 2000)

**Lebensform:** euedaphisch (Stierhof 2003, S. 130)

**Lebenszyklus:** gefunden im März, Juli, Oktober, Dezember (Bockemühl 1966)

Abundanzmaximum: unbekannt

**Ökologische Präferenz:**

pH: 5.8 (Kopeszki & Meyer 1994)

Feuchtigkeit: unbekannt, Jahresniederschläge: 1350 mm (Kopeszki & Meyer 1994)

Jahresmitteltemperatur: 11.8 °C (Kopeszki & Meyer 1994)

Habitat: Mesobrometum, bodensaurer Eichenwald (Bockemühl 1966), Fichten-Tannen-

Buchenwald (Kopeszki & Meyer 1994), nicht kultivierte Wiesen, Epilitoral von Flüssen (Skarzynski 2001)

**Biogeographie:** Europa (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 870 m (Kopeszki & Meyer 1994), 500 - 1000m (untere subalpine Zone) (Skarzynski 2001)

### ***Pseudosinella ksenemani* Gisin, 1944**

**Synonyme:** *Pseudosinella binocolata* Kseneman, 1935

**Nahrung:** auf Pilze spezialisiert (Ponge 2000)

**Lebensform:** euedaphisch (Stierhof 2003, S. 130)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: Herbst (Stierhof 2003)

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: 3.0 - 3.6 (Kopeszki & Meyer 1994), 3.3 - 6.7, maximale Abundanz bei 3.3 - 6.3 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: frische und frische bis feuchte Standorte, Jahresniederschläge: 1550 - 1700 mm (Kopeszki & Meyer 1994), 750 - 1200 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 8.2 - 12.4 °C, maximale Abundanz bei 11.4 und 12.4 °C (Kopeszki & Meyer 1994), 6.5 - 9.5 °C, thermophil (Stierhof 2003)

Habitat: Nadel- und Mischwälder (Kopeszki & Meyer 1994), eu- und oligotrophente Laub- und seltener Mischwälder (Stierhof 2003), nasser Waldstandort (Stierhof in Stierhof 2003: unpublizierte Daten, S. 359)

**Biogeographie:** Europa (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 730 - 1580 m, höhere Abundanzen in 730 - 870 m (Kopeszki & Meyer 1994), 100 - 1260 m, maximale Abundanz bei 290 - 620 m (Stierhof 2003)

### ***Pseudosinella octopunctata* Börner, 1901**

**Synonyme:** *Lepidocyrtus octoculatus* Caroli, 1914

**Nahrung:** Bodenpilze werden VAM infizierten Maiswurzeln vorgezogen, VAM infizierte Wurzeln werden nicht infizierten Wurzeln signifikant vorgezogen (Thiele 1990), auf Pilze spezialisiert (Ponge 2000)

**Lebensform:** euedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: unbekannt

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: unbekannt

Feuchtigkeit: unbekannt, Jahresniederschläge: unbekannt

Jahresmitteltemperatur: unbekannt

Habitat: Trockenrasen (Böhle 1991), begrünte Dächer (Schrader & Böning 2006)

**Biogeographie:** Holarktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: unbekannt

### ***Pseudosinella wahlgreni* (Börner, 1907)**

Artstatus unsicher: Kopeszki & Meyer 1994,

**Synonyme:** *Lepidocyrtus wahlgreni* Börner, 1907, *Lepidocyrtus decemoculatus* Wahlgren 1906

**Nahrung:** auf Pilze spezialisiert (Ponge 2000)

**Lebensform:** euedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: unbekannt

**Ökologische Präferenz:**

pH: 3.6 - 5.8, Abundanzmaximum bei 5.8 (Kopeszki & Meyer 1994)

Feuchtigkeit: unbekannt, Jahresniederschläge: 1350 - 1550 mm (Kopeszki & Meyer 1994)

Jahresmitteltemperatur: 11.8 - 12.4 °C (Kopeszki & Meyer 1994)

Habitat: verschiedene Wälder (Gisin 1943), Laub- und Mischwälder (Bockemühl 1966), Fichten-Tannen-Buchenwälder (Kopeszki & Meyer 1994)

**Biogeographie:** Naher Osten, neotropische Region (faunaeur.org 05.2007), nicht aufgeführt in der Entomofauna Germanica (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 730 - 870 m (Kopeszki & Meyer 1994)

## **Unterfamilie: Orchesellinae**

### ***Heteromurus nitidus* (Templeton, 1835)**

**Synonyme:** *Podura nitidus* Templeton 1835: 4 Subspecies mit zweifelhafter Gültigkeit: *callaticolus* Gruia, 1965, *margaritarius* Wankel, 1860, *paucidentatus* Stach, 1930, *quadriocellatus* Kseneman, 1935, *Heteromorus armapollerae* Massera, 1952: vorgeschlagen als ssp. of *nitidus*, *Sinella cavernicola* Carpenter, 1895, *Troglosinella clayae* Salmon, 1955, *Podura crystallina* Muller, 1776: zweifelhaftes Synonym, *Pseudosinella kemneri* Agrell, 1936, *Degeeria margaritacea* Nicolet, 1841

**Nahrung:** Pollenkörner (Rusek 1989) gemischte Nahrung: Pilzkonidien, Ektomykorrhizapilze und Bodenalgae wirken sich positiv auf die Reproduktion von *H. nitidus* aus (Scheu & Folger 2004)

**Lebensform:** euedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt, Reproduktion: parthenogenetisch (Kopeszki & Meyer 1994)

Abundanzmaximum: unbekannt, Minimum im Frühling (Stierhof 2003)

**Ökologische Präferenz:**

pH: gefunden bei pH 3.0 - 7.0 (Kopeszki & Meyer 1994, Stierhof 2003), wird aber als acidophob geführt (Schick 1990, Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: meidet Trockenheit und wandert bei geringer Austrocknung der Streuschicht in tiefere Bodenschichten, hygrobiont (Bockemühl 1966), mesophil (Stierhof 2003),

Jahresniederschläge: 1350 - 1700 mm (Kopeszki & Meyer 1994), 550 - 1300 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 11.0 - 11.4 °C (Kopeszki & Meyer 1994), 5 - 10 °C (Stierhof 2003), an kühlen, feuchten Standorten (Bockemühl 1966)

Habitat: v.a. feuchte Wiesen, Höhlen (Gisin 1943, 1960), ausgemagerte Niedermoor-Wiesen (Sterzynska & Ehrnsberger 2005), Laubwälder, Nadelwald, unkultivierte Wiesen, Grasland auf Felsen, im Epilitoral von Flüssen, Höhlen (Skarzynski 2001), vereinzelt im Wald (Gisin 1943, 1960, Bockemühl 1966, Böhle 1991), geringe Abundanzen in eutraphenten Laub- und Mischwäldern, Einzelfunde im Nadelforst (Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Holarktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 100 - 1260 m (Kopeszki & Meyer 1994, Böhle 1991, Stierhof 2003)

## ***Orchesella flavescens* (Bourlet, 1839)**

**Synonyme:** *Heterotoma flavescens* Bourlet, 1839, *Orchesella crassicornis* Vogler, 1896; *Aetheocerus dimidiatus* Bourlet, 1842, *Orchesella melanocephala* Nicolet, 1841, *Aetheocerus rubrofasciatus* Bourlet, 1842, *Podura rufescens* Gmelin, 1788, *Degeeria variegata* Lubbock, 1873

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** epigäisch, atmobiont (Strebel & Altner 1961, Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaxima: Frühlingsmaximum, unter Einschluss der juvenilen *Orchesella* Sommermaximum und Herbst Minimum (es wurden noch weitere *Orchesella*-Arten nachgewiesen) (Stierhof 2003), überwintert als adultes Tier unter Baumrinde und Steinen (Stach 1960)

**Ökologische Präferenz:**

pH: 3.0 - 3.6 (Kopeszki & Meyer 1994), 3.1 - 7.2, maximale Abundanz bei 3.6 - 7.2 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: frische bis mäßig frische Standorte z.T. mit sommerlicher Trockenheit, hygrophil, Jahresniederschläge: 550 - 2000 mm (Kopeszki & Meyer 1994; Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 8.2 - 12.4 °C (Kopeszki & Meyer 1994), 6.5 - 10 °C, maximale Abundanz bei 9 - 10 °C (Stierhof 2003)

Habitat: Laub-, Misch- und Nadelwälder, Auenwaldreste, nicht kultivierte Wiesen, nasse Habitate an Quellen und Flüssen, Moore, in der Krautschicht, auf Pilzen, moosbewachsenen Steinen, Totholz, in feuchter Bodenstreu (Strebel & Altner 1961, Bockemühl 1966, Dunger 1968, Böhle 1991, Skarzynski 2001, Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Palaearktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 590 u. 1580 m (Kopeszki & Meyer 1994), 100 - 725 m (Stierhof 2003)

## **Unterfamilie: Tomocerinae**

### ***Pogonognathellus flavescens* (Tullberg, 1871)**

**Synonyme:** *Macrotoma flavescens* Tullberg, 1871, *Tomocerus flavescens* Tullberg, 1871

**Nahrung:** v.a. Mikroalgen und Pollen (Ponge 2000)

**Lebensform:** atmobiont, epigäische Art (Strebel & Altner 1961), hemiedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** Schlupf bzw. Reproduktion im Frühling und Sommer, überwintern als Imagines oder Jungtiere (Gisin 1960, Strebel & Altner 1961)

Abundanzmaximum: Frühling, Sommer (Gisin 1960, Strebel & Altner 1961)

**Ökologische Präferenz:**

pH: 3.0 - 7.0, maximale Abundanz bei 3.0 - 6.7 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: feuchte Standorte (Gisin 1960), frische bis feuchte Standorte, evtl. mit sommerlichen Trockenperioden (Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 550 - 1500 mm, höchste Abundanzen bei 600 - 1000 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 4.5 - 10.0 °C (Stierhof 2003)

Habitat: feuchte Wälder, Hochstaudenfluren, Höhlen (Gisin 1960), Wälder, Uferwiese, Stollen (Strebel & Altner 1961), Wald, Steinwall, Wiese, Stollen (Franz 1945 in Strebel & Altner 1961), sehr feuchte Standorte: Sphagnumrasen, Moore, Wälder (Böhle 1991), Laub- und

Nadelwälder, Schwarzerlen-Bruchwald u. Hochmoor, Begleitart in feuchten Wiesen u. Halbtrockenrasen (Skarzynski 2001), in nahezu allen untersuchten Habitaten: Buchen- und Eichenwälder, Nadelwälder, nicht kultivierte Wiese, Moore, Felsrasen, Epilitoral von Flüssen, Höhlen (Chauvat et al. 2003), Laub- und Nadelwälder (Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Holarktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: colline bis. montane Höhenstufe (Böhle 1991), 400 – 1600 m (Skarzynski 2001), 380 m (Chauvat et al. 2003), 98 - 1015 m, maximale Abundanz bei 98 - 900 m (Stierhof 2003)

### ***Pogonognathellus longicornis* (Müller, 1776)**

**Synonyme:** *Podura longicornis* Müller, 1776, *Tomocerus longicornis* Müller, 1776

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** epigäisch (Strebel & Altner 1961, Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** überwintern als Eier (Gisin 1960, Strebel & Altner 1961), in Mitteleuropa Imagines ab Juli (Gisin 1960), Imagines im September (Strebel & Altner 1961)

Abundanzmaximum: Frühjahr (Strebel & Altner 1961)

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: 3.6 - 5.1, maximale Abundanz bei 3.6 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: mäßig frische bis frische Standorte (Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 800 - 1000 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: um 9.5 °C (Stierhof 2003)

Habitat: Wälder, Hochstaudenfluren (Gisin 1960), Wälder (Gisin 1960), Wälder (Franz 1945 in Strebel & Altner 1961), Laub- und Nadelwälder, Epilitoral von Flüssen (Skarzynski 2001), Laub- und Mischwälder, ein Nadelwald, höchste Abundanz im Luzulo-Fagetum (Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Palaearktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 400 – 1000 m (Skarzynski 2001), 100 - 1260 m, maximale Abundanz bei 245 m (Stierhof 2003)

### ***Tomocerus baudoti* Denis, 1932**

**Synonyme:** keine

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** hemiedaphisch (Strebel & Altner 1961, Stierhof 2003), Stratenwechsler: Fortpflanzung im Boden, Aufsteigen zur Nahrungssuche (Volz 1989)

**Lebenszyklus:** aktive Stadien zu allen Jahreszeiten, Fortpflanzung in der warmen Jahreszeit (v.a. Mai-August) (Volz 1989)

Abundanzmaxima: Anstieg der Fangzahlen vom Frühjahr bis Herbst wahrscheinlich durch Schlupf und Reproduktion (Stierhof 2003)

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: 3.6 - 7.2, max. 5.9 - 7.0 (Stierhof 2003), acidophob (Franz 1975 in Schick 1990, Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: mesophil (Strebel & Altner 1961), hygrophil (Nosek 1969), frische bis feuchte Standorte (Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 500 - 1300 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 8 - 9 °C (Stierhof 2003)

Habitat: Charakterart der Bodenstreu basenreicher Laub- und Mischwälder, auch in Auwäldern, an Bachufern (Gisin 1960, Strebel & Altner 1961, Franz 1975 in Schick 1990, Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Europa (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 210 - 1260 m, max. 210 - 460 m (Stierhof 2003)

### ***Tomocerus minor* (Lubbock, 1862)**

**Synonyme:** *Macrotoma minor* Lubbock, 1862

**Nahrung:** Hyphen in Exkrementen (Kilbertus & Vannier 1979 in Rusek 1989)

**Lebensform:** epigäische Art (Strebel & Altner 1961), Stratenwechsler: Fortpflanzung im Boden, Aufsteigen zur Nahrungssuche (Volz 1989), hemiedaphisch (Volz 1989, Stierhof 2003), epedaphisch (Kopeszki & Meyer 1994)

**Lebenszyklus:** überwintern als Imagines oder Jungtiere (Strebel & Altner 1961), aktive Stadien zu allen Jahreszeiten, Fortpflanzung in der warmen Jahreszeit (v.a. Mai-August) (Volz, P. 1989),

Abundanzmaximum: Sommer (Stierhof 2003)

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: relativ säuretolerant (Schick 1990), 3.0 - 5.8 (Kopeszki & Meyer 1994), 3.0 - 6.3, maximale Abundanz bei 3.0 - 4.0 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: hygrobiont (Gisin 1960, Nosek 1969), mesophil (Strebel & Altner 1961, Rusek 1989), Jahresniederschläge: 600 - 1500 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 8.2 - 13.6 °C (Kopeszki & Meyer 1994), 6.5 - 8.5 °C (Stierhof 2003)

Habitat: Wälder, Moore, schattige Ufer, Höhlen (Gisin 1943), Gewässerufer, Stollen (Strebel & Altner 1961), Nadelwälder, Hochgrasflur, Hochmoore, Gewässerufer, Stollen (Dunger 1970), Schwarzerlen-Bruchwald, Bergbachränder, Begleitart in feuchten Wiesen (Böhle 1991), Nadel- und Mischwälder (Kopeszki & Meyer 1994), Laub- und Nadelwälder, nicht kultivierte Wiesen, nasse Habitate der Quellen und Flüsse, Höhlen (Skarzynski 2001), vorwiegend eu- u. oligotrophente Laub- und Mischwälder (Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Holarktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: ca. 700 – 1490 m (Dunger 1970), bis 2500 m (Schick 1990), untere montane Höhenstufe (Böhle 1991), 590 - 1580 m (Kopeszki & Meyer 1994), 400 - 1250 m (Skarzynski 2001), 330 - 1260 m, maximale Abundanz bei 385 - 700 m (Stierhof 2003)

### ***Tomocerus vulgaris* (Tullberg, 1871)**

**Synonyme:** *Macrotoma vulgaris* Tullberg, 1871

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** Stratenwechsler: hemiedaphisch (Strebel & Altner 1961, Stierhof 2003), Fortpflanzung im Boden, Aufsteigen zur Nahrungssuche (Volz 1989)

**Lebenszyklus:** Frühjahrsart, überwintert als Imagines oder Jungtiere (Strebel & Altner 1961), aktive Stadien zu allen Jahreszeiten, Fortpflanzung in der warmen Jahreszeit (v.a. Mai-August) (Volz 1989)

Abundanzmaximum: unbekannt, geringe Abundanzen Frühjahr – Herbst (Stierhof 2003)

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: 3.0 (Kopeszki & Meyer 1994), 3.2 - 7.2 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: xerophil (Kopeszki & Meyer 1994, Strebel & Altner 1961), mäßig frische bis frische Standorte, z.T. mit sommerlichen Trockenperioden (Stierhof 2003),

Jahresniederschläge: 1700 mm (Kopeszki & Meyer 1994), 550 - 900 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 11.4 °C (Schick 1990), 7 - 10 °C, thermophil (Stierhof 2003)

Habitat: Felsen (Strebel & Altner 1961), Waldrand, lichte Waldstellen, Mesobrometum (Bockemühl 1966), mit Nadelhölzern rekultivierte Halden u. erosionsexponierter Haldenrand mit schütterer Vegetation (Dunger 1968), Ziegeldach, lichte Waldstellen, gestörte Offenlandflächen (Schick 1990), Hudewaldrest, Getreidefeld (Böhle 1991), Tannen-Fichtenwald (Kopeszki & Meyer 1994), Laub- und Mischwälder (Stierhof 2003)

**Biogeographie**: Holarktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 870 m (Kopeszki & Meyer 1994), 98 - 1260 m, maximale Abundanz bei 680 u. 310 m (Stierhof 2003)

<b>Ordnung: Symphypleona</b>
------------------------------

<b>Familie: Neelidae</b>
--------------------------

***Megalothorax minimus* Willem, 1900**

**Synonyme**: *Amerus normanni* Collinge & Shoebbotham, 1909, *Neelus minimus* Folsom, 1901

**Nahrung**: v.a. Pilzmaterial (Ponge 2000)

**Lebensform**: euedaphisch (Kopeszki & Meyer 1994, Stierhof 2003)

**Lebenszyklus**: polyvoltin (Schick 1990), parthenogenetisch (Kopeszki & Meyer 1994)

Abundanzmaxima: polyvoltin mit ausgeprägtem Frühjahrsmaximum (Schick 1990), Minimum im Sommer, Maximum im Herbst (Stierhof 2003)

**Ökologische Präferenz:**

pH: 3.0 - 5.8 (Kopeszki & Meyer 1994), 3.0 - 7.2 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: v.a. frische bis feuchte Standorte, auch mäßig frische mit sommerlichen Trockenperioden (Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 1250 – 1700 mm (Kopeszki & Meyer 1994), 500 - 1300 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 8.2 - 13.6 °C (Kopeszki & Meyer 1994), 5.0 - 10.0 °C (Stierhof 2003)

Habitat: vor allem in Wäldern, auch in Auwiesen, Begleitart in Halbtrockenrasen, begrünte Dächer, Höhlen, Bodenstreu, Humus, obere Bodenschichten, Moos, unter Baumrinde, Altholz (Gisin 1960, Palissa 1965, Böhle 1991, Kopeszki & Meyer 1994, Stierhof 2003)

**Biogeographie**: Holarktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 98 - 1580 m, maximale Abundanz 210 - 885 m, colline bis montane Höhenlage (Kopeszki & Meyer 1994, Stierhof 2003)

***Neelides minutus* (Folsom, 1901)**

**Synonyme**: *Neelus minutus* Folsom, 1901

**Nahrung**: unbekannt

**Lebensform**: euedaphisch (Kopeszki & Meyer 1994, Stierhof 2003)

**Lebenszyklus**: unbekannt

Abundanzmaxima: Sommer (Stierhof 2003)

**Ökologische Präferenz:**

pH: 3.0 - 3.6 (Kopeszki & Meyer 1994), 3.0 - 7.2, maximale Abundanz bei 4.3 - 7.0, (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: hygrophil (Palissa 1965, Bockemühl 1966, Bretfeld 1999, Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 1550 - 1700 mm (Kopeszki & Meyer 1994), 650 - 1000 mm, (Stierhof

2003)

Jahresmitteltemperatur: 11.4 - 12.4 °C (Kopeszki & Meyler 1994), 6 - 10 °C (Stierhof 2003)

Habitat: Laub-, Misch- und Nadelwälder, Feuchthabitate an Quellen und Flüssen, in Bodenstreu, feuchten Böden, Moos (Bockemühl 1966, Franz 1975 in Schick 1990, Skarzynski 2001, Kopeszki & Meyer 1994, Stierhof 2003)

**Biogeographie**: Holarktis, Kap –Verden, Mittelamerika, Süd-Australien (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN:; 500 - 1000 m (Kopeszki & Meyer 1994), 98 - 910 m, maximale Abundanz bei 220 - 560 m (Stierhof 2003), in den französischen Pyrenäen bis 1850 m, in Mexiko bis 2500 m (Bretfeld 1999)

## Familie: Sminthurididae

### *Sminthurides parvulus* (Krausbauer, 1898)

**Synonyme**: *Sminthurus parvulus* Krausbauer, 1898, *Sminthurides alpinus* Cassagnau, 1960, *Sminthurides quinquearticulatus* Gisin, 1944

**Nahrung**: unbekannt

**Lebensform**: hemiedaphisch (Strebel & Altner 1961, Stierhof 2003)

**Lebenszyklus**: bei allen untersuchten *Sminthurides*-Arten betrug die maximale Lebensdauer 30 – 50 Tage und alle Weibchen konnten nur einmal in ihrem Leben befruchtet werden (Blancquaert & Mertens 1979 in Bretfeld 1999)

Abundanzmaximum: Frühling (Stierhof 2003)

#### Ökologische Präferenz:

pH: 3.6 (Kopeszki & Meyer 1994), 3.1 - 7.2, maximale Abundanz bei 3.1 - 5.9 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: mesophil (Strebel & Altner 1961), hygrobiont (Bretfeld 1999), wechselfrische bis wechselfeuchte Standorte? (Stierhof 2003), hygrophil (Russell & Griegel 2006),

Jahresniederschläge: 1550 mm (Kopeszki & Meyer 1994), 700 - 1600 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 12.4 °C (Kopeszki & Meyer 1994), 6.5 - 10 °C (Stierhof 2003),

Habitat: Wälder (Franz 1975 in Schick 1990), Begleitart im Schwarzerlen-Bruchwald und in feuchten Wiesen (Böhle 1991), Eichenwald (Sousa & da Gama 1994), nasse Habitate der Quellen und Flüsse (Skarzynski 2001), Mischwald (Kopeszki & Meyer 1994), Laub- und Mischwald (Stierhof 2003)

**Biogeographie**: Europa (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 730 m (Kopeszki & Meyer 1994), bis 2600 m in den Pyrenäen (Bretfeld 1999), submontan und montan (Böhle 1991), 500 – 1250 m (Skarzynski 2001), 245 - 1260 m, maximale Abundanz bei 380 - 615 m (Stierhof 2003)

### *Sminthurides schoetti* Axelson, 1903

**Synonyme**: unbekannt

**Nahrung**: unbekannt

**Lebensform**: hemiedaphisch (Strebel & Altner 1961, Stierhof 2003)

**Lebenszyklus**: bei allen untersuchten *Sminthurides*-Arten betrug die maximale Lebensdauer 30 – 50 Tage und alle Weibchen konnten nur einmal in ihrem Leben befruchtet werden (Blancquaert & Mertens 1979 in Bretfeld 1999)

Abundanzmaximum: unbekannt

#### Ökologische Präferenz:

pH: 3.6 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: mesophil (Strebel & Altner 1961), hygrophil (Deharvang & Lek 1995, Stierhof 2003), frischer Standort in humid-kühler Klimalage (Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 1400 - 2000 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 4.5 - 7.5 °C (Stierhof 2003)

Habitat: Charakterart der Moore und Fettwiesen (Gisin 1960), Wald (Strebel & Altner 1961), Begleitart im Fichtenwald, Begleitart in nassen Bereichen im Hochmoor, montane Erlenbruchwälder, Begleitart in feuchten Wiesen u. Halbtrockenrasen (Böhle 1991), Ahornjungwuchs, Fichtenwald (Schulz 1997), abundant nicht nur am Süßwasser, sondern auch im Moos und Gras und nahe der Meeresküste (Bretfeld 1999), Tannen-Buchenwald, Buchenwälder (Stierhof 2003)

**Biogeographie**: Palaearktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: untere montane u. montane Höhenstufe (Böhle 1991), 2260 m (Bretfeld 1999), 1260 m (Stierhof 2003)

### ***Sminthurides signatus* (Krausbauer, 1891)**

**Synonyme**: *Sminthurus assimilis* Krausbauer, 1898

**Nahrung**: unbekannt

**Lebensform**: hemiedaphisch (Stierhof 2003, S. 130)

**Lebenszyklus**: bei allen untersuchten *Sminthurides*-Arten betrug die maximale Lebensdauer 30 – 50 Tage und alle Weibchen konnten nur einmal in ihrem Leben befruchtet werden (Blancquaert & Mertens 1979 in Bretfeld 1999)

Abundanzmaximum: unbekannt

**Ökologische Präferenz**:

pH: unbekannt

Feuchtigkeit: hygrobiont (Gisin 1960, Bretfeld 1999), Jahresniederschläge: unbekannt

Jahresmitteltemperatur: unbekannt

Habitat: kleine Gewässer und andere nasse Habitate (Bretfeld 1999), Wasserlachen auf Waldwegen (Palissa 1965), alte Buchen- und Fichtenwälder (Klimaxstadium) (Rusek 2001)

**Biogeographie**: Palaearktis, Australien? (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: bis 1210 m (Bretfeld 1999)

### ***Sphaeridia pumilis* (Krausbauer, 1898) (sensu Bretfeld 1995)**

**Synonyme**: *Sminthurus pumilis* Krausbauer, 1898, *Sminthurides globosus* Axelson, 1902, *Sminthurides pumilo* Börner, 1901, *Sminthurides pumilus* Aselson, 1907, *Sphaeridia pumilo* Agrell, 1934, *Sminthurides (Sphaerudua) minimus* (Schött, 1893) sensu Paclt, 1959

**Nahrung**: unbekannt

**Lebensform**: hyperedaphisch (Volz 1989, Ponge 2000), epedaphisch (Handelmann 2002), hemiedaphisch, (Stierhof 2003, S. 130)

**Lebenszyklus**: Lebensdauer 12 - 37 Tage (Bretfeld 1999), Winter: Eistadium (Rusek 1989)

Abundanzmaximum: Frühling? (Stierhof 2003)

**Ökologische Präferenz**:

pH: 3.0 - 5.8 (Kopeszki & Meyer 1994), 3.2 - 5.9 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: hygrophil (Palissa 1965, Stierhof 2003), hygrotolerant (Russell & Griegel 2006), Jahresniederschläge: 1250 - 1580 mm (Kopeszki & Meyer 1994), 600 - 1300 mm (Stierhof 2003)

**Jahresmitteltemperatur:** 8.2 - 13.6 °C (Kopeszki & Meyer 1994), 7.5 °C (Chauvat et al. 2003), 5 - 10 °C (Stierhof 2003)

**Habitat:** Wiesen (Gisin 1960), Gärten, Äcker (Palissa 1965), gleiche Abundanz in sumpfigen, nassen und trockenen Wiesen (Rusek 1992), im Wald in geringer Stetigkeit (Franz 1975 in Schick 1990), Fichtenwald, Begleitart im Schwarzerlen-Bruchwald, hohe Konstanz im Hochmoor (trockenere Bereiche), Begleitart im Halbtrockenrasen (Böhle 1991), Eichenwald (Sousa & da Gama 1994), Ahornjungwuchs (Schulz 1997), Nadel- und Mischwälder (Kopeszki & Meyer 1994), auf der Oberfläche und in den oberen Schichten feuchter Böden und in ihrer niedrigen Vegetation (Bretfeld 1999), Laub- und Nadelwälder, nicht kultivierte Wiesen, nasse Habitate der Quellen und Flüsse (Skarzynski 2001), Fichten-Wälder (*Picea abies*) (Chauvat 2003), begrünte Dächer (Schrader & Böning 2006)

**Biogeographie:** Holarktis, Australien? (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 400 – 1450 m (Kopeszki & Meyer 1994), 590 - 1580 m (Skarzynski 2001), 380 m (Chauvat et al. 2003), 100 – 810 m, maximale Abundanz bei 230 - 720 m (Stierhof 2003)

## Familie: Arrhopalitidae

### ***Arrhopalites caecus* (Tullberg, 1871)**

**Synonyme:** *Sminthurus caecus* Tullberg, 1871, *Sminthurinus coecus* Börner, 1901, *Arrhopalites coesus* Börner, 1906

**Nahrung:** im Experiment werden Bodenpilze den mit arbuskulären Mykorrhiza-Pilzen infizierten (VAM) Maiswurzeln vorgezogen (Thiele 1990)

**Lebensform:** euedaphisch (Handelmann 2002), hemiedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt, nur Weibchen sind bekannt

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: 3.3 - 5.8 (Kopeszki & Meyer 1994)

Feuchtigkeit: hygrophil (Bretfeld 1999, Handelmann 2002), mesophil (Russell & Griegel 2006), Jahresniederschläge: 1250 - 1580 mm (Kopeszki & Meyer 1994)

Jahresmitteltemperatur: 8.2 - 13.6 °C (Kopeszki & Meyer 1994)

Habitat: Misch- und Nadelwälder, rekultivierte Niedermoorwiesen, Epilitoral von Flüssen, vor allem in feuchten Böden und Bodenstreu, in verwesendem Meerestang und Detritus im Anspülicht, Rohhumus, Mull und in Höhlen (Kopeszki & Meyer 1994, Bretfeld 1999, Skarzynski 2001, Sterzynska & Ehrnsberger 2005)

**Biogeographie:** Palaearktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 590 - 1580 m (Kopeszki & Meyer 1994)

### ***Arrhopalites ornatus* Stach, 1945**

**Synonyme:** keine

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** euedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt, nur Weibchen sind bekannt

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: 3.3 - 7.1 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: hygrophil, Jahresniederschläge: 500 - 2000 mm (Böhle 1991, Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 4.5 - 9,5 °C, maximale Abundanzen über 6 °C, nicht auf nordexponierten Hängen (Stierhof 2003)

Habitat: eutraphente Laub- und Mischwälder, zum Teil mit sommerlichen Trockenperioden, Quellbereich eines Weidengehölzes, Höhlen, Laubstreu, humose Böden, Mull bis Moder (Böhle 1991, Bretfeld 1999)

**Biogeographie**: Südeuropa, Deutschland (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 160 – 900 m (Stierhof 2003)

### ***Arrhopalites principalis* Stach, 1945**

**Synonyme**: *Sminthurinus binoculatus* Börner, 1903, *Arrhopalites binoculatus* Linnaniemi, 1912 (Bretfeld 1999)

**Nahrung**: unbekannt

**Lebensform**: hemiedaphic ( Stierhof 2003)

**Lebenszyklus**: unbekannt, ganzjährig gefunden (Bockemühl 1966), nur Weibchen sind bekannt

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: 3.3 - 5.8, maximale Abundanz bei pH 5 und 5.8 (Kopeszki & Meyer 1994, Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: weicht vor Trockenheit in tiefere Bodenschichten aus (Bockemühl 1966), hygrophil, mäßig frische Böden mit sommerlichen Trockenperioden (Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 1350 - 1580 mm (Kopeszki & Meyer 1994), 700 - 900 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 8.2 - 11.8 °C (Bockemühl 1966), 6 - 9 °C (Stierhof 2003)

Habitat: Waldart, eutraphente Laubwälder, Mischwälder, Nadelwälder, in feuchtem Moos, Bodenstreu, Höhlen (Bockemühl 1966, Böhle 1991, Kopeszki & Meyer 1994, Bretfeld 1999, Stierhof 2003)

**Biogeographie**: Holarktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: bis 2100 m in Europa (Bretfeld 1999), arктоalpin (Kopeszki & Meyer 1994), typisch für europäisches Hochland und Berge (Skarzynski 2001)

### ***Arrhopalites sericus* Gisin, 1947**

**Synonyme**: keine

**Nahrung**: unbekannt

**Lebensform**: euedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus**: unbekannt, gefunden im März, Oktober-Dezember (Bockemühl 1956)

#### **Ökologische Präferenz:**

pH: 3.0 - 6.7, maximale Abundanz: pH 4.0 und 5.3 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: hygrophil, wandert bei Austrocknung und höheren Temperaturen in tiefere Bodenschichten (Bockemühl 1966), Jahresniederschläge: unbekannt

Jahresmitteltemperatur: unbekannt

Habitat: Eichenwälder (Böhle 1991), schattige Standorte, scheint an Wald gebunden zu sein (Bockemühl 1966), in Moos, Bodenstreu, auch in tieferen Bodenschichten, im mediterranen Gebiet auch in Höhlen (Bretfeld 1999)

**Biogeographie**: Palaearktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: colline Höhenstufe (Böhle 1991)

***Arrhopalites terricola* Gisin, 1958****Synonyme:** keine**Nahrung:** unbekannt**Lebensform:** euedaphisch (Stierhof 2003)**Lebenszyklus:** unbekannt**Ökologische Präferenz:**pH: unbekanntFeuchtigkeit: mesophil (Russell & Griegel 2006)Jahresmitteltemperatur: unbekanntHabitat: in offenen Habitaten, Wiesen, Böden von Wäldern, selten in Höhlen (Bretfeld 1999), trogloxen (häufiger in Höhlen anzutreffen, kann aber nur vorübergehend in Höhlen leben) (Schulz 1994)**Biogeographie:** Europa außer im nördlichen Teil (Bretfeld 1999), Höhe ü. NN: bis 2400 m in der Schweiz (Gisin 1943)**Familie: Katiannidae*****Sminthurinus aureus* (Lubbock, 1862)****Synonyme:** *Smynthurus aureus* Lubbock, 1862, *Matakatianna anglicana* Salmon, 1955: first instar, syn. after (Gisin H. 1960)**Nahrung:** Pollenkörner, Pilzsporen, Hyphen, Detritus (Strebel & Altner 1961), v.a. Pollen, auch Algen (Ponge 2000)**Lebensform:** hemiedaphisch (Strebel & Altner 1961), Stratenwechsler: zur Begattung in der Krautschicht, Eiablage und Jugendstadien im Boden (Volz 1989), lebt bevorzugt nahe der Bodenoberfläche (Ponge. 2000), hemiedaphisch (Stierhof 2003, S. 130)**Lebenszyklus:** überwintern als Imagines oder Juvenile (Strebel & Altner 1961), Sommer (Mai-Juli) Eier, Herbst fast ausschließlich Juvenile (Volz 1989)Abundanzmaximum: ganzjährig etwa in gleicher Abundanz (Bockemühl 1966)**Ökologische Präferenz:**pH: unbekanntFeuchtigkeit: trockene und auch feuchte Standorte, mesophil (Strebel & Altner 1961), trockene bis nasse Standorte (Bockemühl 1966), hygrotolerant (Russell & Griegel 2006),

Jahresniederschläge: unbekannt

Jahresmitteltemperatur: unbekanntHabitat: Laub- u. Nadelwälder (Gisin 1943, 1960), Moor (Gisin 1960), Laub- u. Nadelwälder, Grünland, Äcker, Wiese, Bachufer, trockene Wiese am Waldrand (Strebel & Altner 1961), Auenwaldrelikt (Dunger 1968), Eichenwälder, v.a. feuchte Bereiche aber auch trockene Bereiche im Hochmoor, konstant in Äckern, Begleitart in feuchten Wiesen u. Halbtrockenrasen und im Schilfgürtel (Böhle 1991), bevorzugt sumpfige Wiesen, kommt aber ebenfalls in nassen Wiesen, nicht aber in trockenen Wiesen vor (Rusek 1992), Eichenwald (Sousa & da Gama 1994), Ahornjungwuchs (Schulz 1997), in den oberen Schichten feuchter Böden, in niedriger Vegetation, in verfaulenden Algen (Bretfeld 1999), Laub- und Nadelwälder, Moore, Felsenrasen (Skarzynski 2001), in sehr niedriger Abundanz in einem rekultivierten Fenn (Sterzynska & Ehrnsberger 2005), begrüntes Dach (Schrader & Böning 2006)

**Biogeographie:** Palaearktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: bis 2300 m in Europa, bis 2650 m in Marokko (Bretfeld 1999), colline Stufe (Böhle 1991), 400 - 1600m (Skarzynski 2001)

***Sminthurinus niger* (Lubbock, 1868)**

**Synonyme:** *Smynthurus niger* Lubbock, 1868

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** lebt bevorzugt nahe der Bodenoberfläche: hyperedaphisch (Ponge 2000), hemiedaphisch (Stierhof 2003, S. 30)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: Frühling (Stierhof 2003)

**Ökologische Präferenz:**

pH: 6.2 - 7.0 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: hygrophil, wechselfrische u. frisch-feuchte Standorte (Stierhof 2003),

Jahresniederschläge: 750 - 800 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 8 - 9 °C (Stierhof 2003)

Habitat: v.a. im Wald, im Quercus-, Carpinus-Gebüsch, Kieferngruppe, nicht im Offenland (Bockemühl 1966), auf dem Boden feuchter Habitats, in der Streu und im Moos, v.a. in Wäldern (Bretfeld 1999); eutraphenter Buchen-Tannenwald (Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Palaearktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: bis 2500 m in den französischen Pyrenäen (Bretfeld 1999), 390 u. 560 m (Stierhof 2003)

***Stenognathellus denisi* Cassagnau, 1953**

**Synonyme:** unbekannt

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** hemiedaphisch (Stierhof 2003, S. 30)

**Lebenszyklus:** unbekannt

Abundanzmaximum: Frühling (Stierhof 2003)

**Ökologische Präferenz:**

pH: 5.8 (Kopeszki & Meyer 1994), maximale Abundanz bei 4.8 - 7 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: mesophil (Strebel & Altner 1961), frischer bis feuchter Standort (Stierhof 2003),

Jahresniederschläge: 1350 mm (Kopeszki & Meyer 1994), 700 - 900 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 11.8 °C (Kopeszki & Meyer 1994), 6 - 9 °C (Stierhof 2003), thermophil (Kopeszki & Meyer 1994, Bretfeld 1999, Stierhof 2003), bevorzugt mediterranes Klima (Stierhof 2003)

Habitat: Laub- Misch- und Nadelwälder (Gisin 1960, Strebel & Altner 1961, Böhle 1991; Kopeszki & Meyer 1994), Bergwälder (Bretfeld 1999), Waldart, v.a. in Berg- u. Hügelländern Südeuropas (Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Europa (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 1400 m (Bretfeld 1999), 870 m (Kopeszki & Meyer 1994), 560 m (Stierhof 2003)

**Familie: Dicyrtomidae**

***Dicyrtoma fusca* (Lubbock, 1873)**

**Synonyme:** *Papirius fusca* Lubbock, 1873

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** hemiedaphisch: Stratenwechseler: Adulte in der Kraut- und Moosschicht, Eiablage und Jugendstadien im Boden (Volz 1989, Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** Eier überdauern Sommermonate, Juvenile schlüpfen im Herbst, Adulte im Dezember - März, nur befruchtete Weibchen überwintern, legen Eier im März (Volz 1989, Stierhof 2003)

Abundanzmaximum: Herbst/Winter (Volz 1989, Stierhof 2003)

**Ökologische Präferenz:**

pH: 3.4 - 7.0 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: hygrophil, 1. Juvenilstadium ist nicht resistent gegen Trockenheit, (Rusek 1989, Bretfeld 1999, Stierhof 2003), Jahresniederschläge: 500 - 1800 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 7.5 °C (Chauvat 2003), 6 - 9.5 °C (Stierhof 2003)

Habitat: feuchte und nasse Wiesen und Wälder (Gisin 1960, Strebel & Altner 1961, Bockemühl 1966, Böhle 1991, Skarzynski 2001, Bretfeld 1999, Chauvat 2003, Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Holaraktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: bis 1350 m (Volz 1989), 400 - 1250 m (Skarzynski 2001), 380 m (Chauvat et al. 2003), 210 - 1015 m (Stierhof 2003)

***Dicyrtomina minuta* (O. Fabricius, 1783)**

**Synonyme:** *Podura minuta* O. Fabricius, 1783 sensu (Stach J. 1957), *Dicyrtoma dorsimaculata* Bourlet, 1842 sensu (Stach J. 1957), *Papirius nigromaculatus* Lubbock, 1862 sensu (Stach J. 1957)

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** hemiedaphisch, Stratenwechsel: Adulte in der Krautschicht, Eiablage und Jugendstadien im Boden (Volz 1989, Stierhof 2003), lebt bevorzugt nahe der Bodenoberfläche (Ponge 2000)

**Lebenszyklus:** Sommermonate im Eizustand, Juvenile im Herbst, Adulte im Dezember (Krautschicht), Dezember - März: Moosschicht (nur befruchtete Weibchen überwintern), Eier: März; überwintern als Imagines (Strebel & Altner 1961, Volz 1989)

Abundanzmaximum: Frühlingsmaximum, wahrscheinlich durch Juvenile (Stierhof 2003)

**Ökologische Präferenz:**

pH: 3.0 - 7.1 maximale Abundanzen bei 3.0 - 6.7 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: frische bis feuchte Standorte (Stierhof 2003), Nässe meidende Art (Russel & Griegel 2006), Jahresniederschläge: 600 - 1500 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 7.5 °C (Chauvat et al. 2003), 4.5 - 9.5 °C (Stierhof 2003)

Habitat: in feuchten Wäldern und angrenzenden schattigen Wiesen (Bretfeld 1999), v.a. dichte Wälder, manchmal auf feuchten Wiesen, Fichtenwald, trockene Wiese am Waldrand (Skarzynski 2001), 5 Jahre alter Fichtenwald (*Picea abies*) (Chauvat et al. 2003), Laub- und Mischwälder (Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Holarktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 330 – 1450 m (Volz 1989, Skarzynski 2001, Skarzynski 2001, Chauvat et al. 2003, Stierhof 2003)

***Dicyrtomina ornata* (Nicolet, 1842)**

**Synonyme:** *Sminthurus ornata* Nicolet, 1842, *Sminthurus coulunii* Nicolet, 1842, *Dicyrtomina minuta* Ponge, 1980

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** hemiedaphisch (Stierhof 2003), Stratenwechseler: Adulte in der Krautschicht, Eiablage und Jugendstadien im Boden, Juvenile: eudaphisch, Adulte: hyperedaphisch (Volz 1989)

**Lebenszyklus:** Eier überdauern Sommermonate, Juvenile im Herbst, Adulte im Dezember, Dezember -März: nur befruchtete Weibchen überwintern, Eier: März (Volz 1989)  
Abundanzmaximum: Herbst (Volz 1989)

**Ökologische Präferenz:**

pH: unbekannt

Feuchtigkeit: hygrophil, Jahresniederschläge: unbekannt

Jahresmitteltemperatur: unbekannt, bevorzugt ein gemäßigteres Klima als *Dicyrtomina minuta* (Rusek 1989)

Habitat: feuchte Wälder und angrenzende beschattete Wiesen (Bretfeld 1999), Laubwälder (Palissa 1965, Nosek 1969), Begleitart im Schwarzerlen-Bruchwald, Begleitart in feuchten Wiesen, dominant im Schilfgürtel (Böhle 1991)

**Biogeographie:** West- und Südwest-Palaearktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: 330 - 1350 m, colline bis untere montane Höhenstufe (Dunger 1970, Volz 1989, Böhle 1991)

---

**Familie: Smithuridae**

---

***Allacma fusca* (Linnaeus, 1758)**

**Synonyme:** *Podura fusca* Linnaeus, 1758, *Smynthurus buskii* Lubbock, 1862, *Smithurus fuscus* Tullberg, 1871, *Sphyrotheca stachi* Jeannenot, 1957, *Sminthurus fuscus* Schött, 1893a (= *Allacma dubia*, Greenslade, 1977), *Sminthurus fuscus* Guthrie, 1903 (= *Allacma purpurescens*, Christiansen & Bellinger, 1981), *Allacma fusca* Stach, 1966 (= *Allacma purpurescens*, Christiansen & Bellinger, 1981)

**Nahrung:** Pilze, Sporen (Kilbertus & Vannier 1979 in Rusek 1989)

**Lebensform:** hemiedaphisch (Volz 1989, Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** zwei verschiedene juvenile Phasen (protomorphe Entwicklung)

Abundanzmaximum: Frühling (viele Juvenile), Eier überwintern (Volz 1989)

**Ökologische Präferenz:**

pH: 3.0 - 7.1, maximale Abundanz 3.2 - 7.1 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: 1. Larvalstadium ist nicht resistent gegen Trockenheit, ab dem 2. Juvenilstadium: xerotolerant, Jahresniederschläge: 600 - 1000 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 5.5 - 9 °C (Stierhof 2003)

Habitat: Wälder (Bockemühl 1956, Gisin 1960, Strebel & Altner 1961, Volz 1989), Säugetiernester, Höhlen, an Baumstämmen (Volz 1989), Eichenwald (*Quercus rotundifolia*) (Sousa & da Gama 1994), Laub- und Nadelwälder (Scarzynski 2001), Fichtenwald (*Picea abies*) (Chauvat et al. 2003), Laub- u. Mischwälder mit gut ausgebildeter Krautschicht (Stierhof 2003)

**Biogeographie:** Holarktis (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: vom Flachland bis 1000 m (Bretfeld 1999, Skarzynski 2001, Stierhof 2003)

***Caprainea marginata* (Schött, 1893)**

---

**Synonyme:** *Sminthurus marginata* Schoett, 1893, *Sminthurus erinaceus* Börner, 1903, *Sminthurus echinatus* Stach, 1930, *Capraïnea echinata* Dallai, 1970

**Nahrung:** unbekannt

**Lebensform:** hemiedaphisch (Stierhof 2003)

**Lebenszyklus:** unbekannt

**Ökologische Präferenz:**

pH: unbekannt

Feuchtigkeit: feuchteliebend (Bretfeld 1999), Jahresniederschläge: unbekannt

Jahresmitteltemperatur: unbekannt; wärmeliebend (Bretfeld 1999)

Habitat: weit verbreitet aber selten im Moos, Bodenstreu und Boden warmer, feuchter Wäldern und Wiesen (Bretfeld 1999), unkultivierte Wiesen (Skarzynski 2001)

**Biogeographie:** Europa (Schulz et al. 2003) ohne die nördlichsten Regionen und Algerien (Bretfeld 1999), Höhe ü. NN: unbekannt

***Lipothrix lubbocki* (Tullberg, 1872)**

**Synonyme:** *Sminthurus lubbocki* Tullberg, 1872, *Sminthurus poppei* Reuter, 1885, *Sminthurus tuberculatus* Lie-Pettersen, 1898, *Sphyrotheca (Lipothrix) lubbocki* Börner, 1906, *Sphyrotheca lubbocki* Linnaniemi, 1912, *Lipothrix italica* Dallai & Martinozzi, 1980, nec *Lipothrix lubbocki* Cassagnau, 1968 ad partem (= *Lipothrix bernardi*), *Lipothrix lubbocki* Bretfeld, 1975 ad partem (= *Lipothrix bernardi*), *Lipothrix lubbocki* Dallai & Martinozzi, 1980 (= *Lipothrix bernardi*)

**Nahrung:** v.a. Pollen und Mikroalgen (Ponge 2000)

**Lebensform:** epedapisch (Kopeszki & Meyer 1994), hemiedaphic (Stierhof 2003, S.30)

**Lebenszyklus:** Adulte nur im Sommer (Bockemühl 1956, Stierhof 2003)

Abundanzmaximum: minimale Abundanz im Herbst (Bockemühl 1956, Stierhof 2003)

**Ökologische Präferenz:**

pH: 3.0 - 5.8 (Kopeszki & Meyer 1994), 3.0 - 7.2, maximale Abundanz bei 3.0 - 4.6 (Stierhof 2003)

Feuchtigkeit: mäßig frische bis mäßig feuchte Standorte (Stierhof 2003),

Jahresniederschläge: 1250 - 1700 mm (Kopeszki & Meyer 1994), 650 - 2000 mm (Stierhof 2003)

Jahresmitteltemperatur: 8.2 - 13.6 (Kopeszki & Meyer 1994), 6.5 - 9.0 °C (Stierhof 2003)

Habitat: Laub-, Misch- und Nadelwälder (Böhle 1991, Kopeszki & Meyer 1994, Bretfeld 1999, Skarzynski 2001, Stierhof 2003), troglöphil oder troglöphen (Bretfeld 1999)

**Biogeographie:** Europa u. Nordafrika (Kopeszki & Meyer 1994), Europa (Schulz et al. 2003), Höhe ü. NN: colline Höhenstufe (Böhle 1991), 590 - 1580 m (Kopeszki & Meyer 1994), vom Flachland bis zu subalpinen Habitaten in 1850 m (Bretfeld 1999), 400 - 1000 m (Skarzynski 2001), 98 - 910 m, maximale Abundanz bei 235 - 910 m (Stierhof 2003)

## Ergebnisse der statistischen Analysen

Die **Individuendichten** der Collembola insgesamt nahmen in allen Regionen signifikant zu (Abb. 2). In den meisten Regionen erhöhten sie sich kontinuierlich in dem Untersuchungszeitraum von 1986 bis 1997. Lediglich in der montanen Region-a (Schwarzwald) und der submontanen Region-c (nordöstliches Baden-Württemberg) wurden die höchsten Dichten in den Jahren 1991/1992 festgestellt. In den 2003 beprobten Flächen nahmen sie in allen Regionen außer der collinen (Oberrheinebene) in diesem Jahr im Durchschnitt wieder signifikant ab.

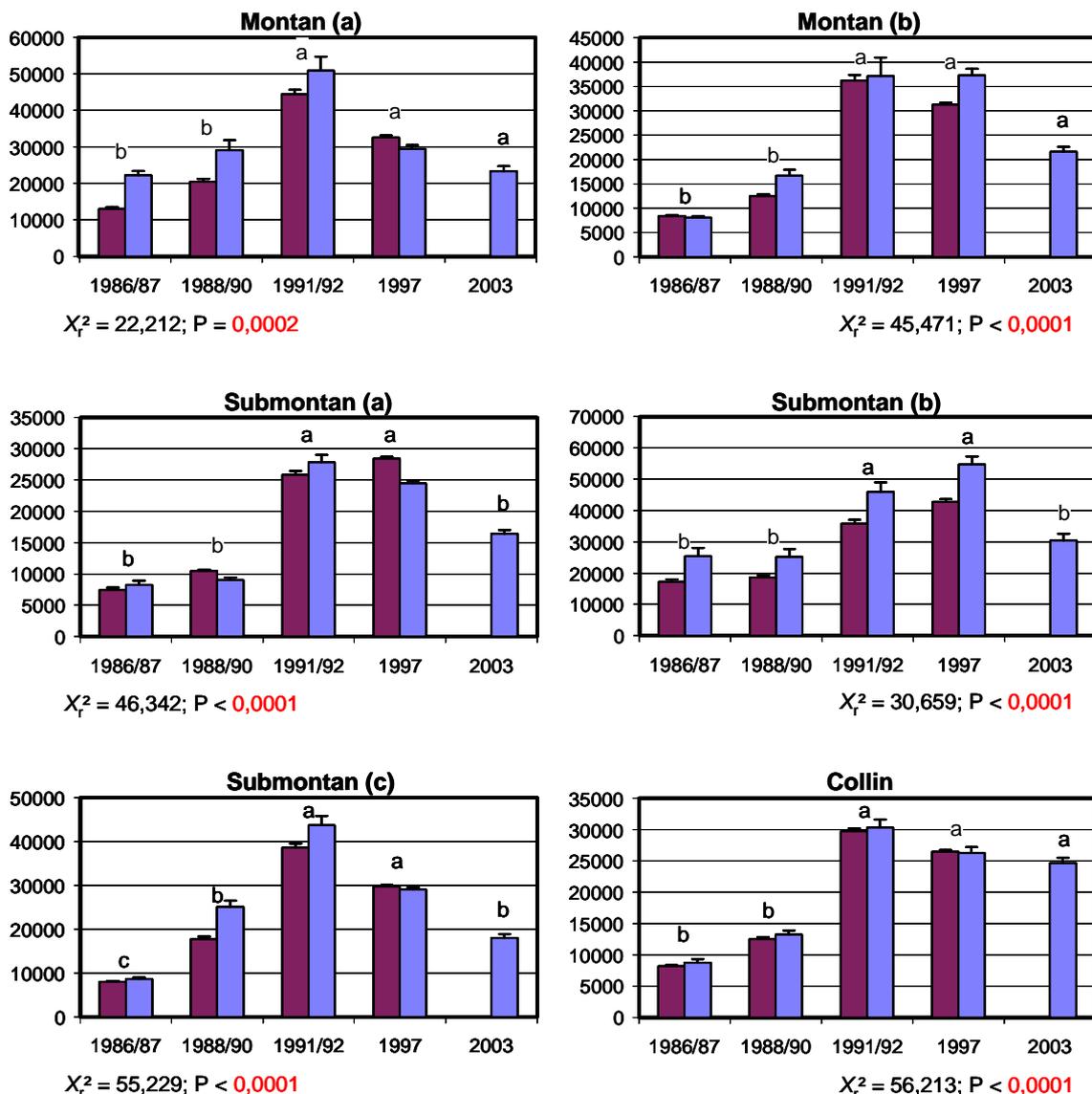


Abb. 2. Gesamtindividuedichten der Collembola in den verschiedenen Regionen und Untersuchungszeiträumen. Alle Angaben in durchschnittlichen Individuen/m<sup>2</sup>. Bitte beachte die unterschiedlichen Skalen der verschiedenen Graphiken. Ergebnisse der ANOVAs für die verschiedenen Regionen sind unterhalb der jeweiligen Graphik angegeben. Die Dichten in Jahren mit unterschiedlichen Buchstaben sind signifikant voneinander verschieden (Post-hoc Test). *Violette Balken*: durchschnittliche Abundanzen aller Flächen der entsprechenden Region; *blaue Balken*: durchschnittliche Abundanzen nur der Flächen, die auch 2003 beprobt wurden.

Die **Gesamtanzahl nachgewiesener Arten** blieb in den meisten Regionen im Verlauf der Jahre relativ konstant, nur teilweise war eine leicht abnehmende Tendenz zu verzeichnen (Abb. 3). Statistisch überprüfbar war, verfahrenstechnisch bedingt, nur die durchschnittliche Anzahl nachgewiesener Arten pro Region und Probenahmezeitpunkt. Auf den jeweiligen Zeitpunkt bezogen nahm die Anzahl erfasster Arten in allen Regionen ausnahmslos von 1986 bis 2007 kontinuierlich und signifikant zu (Abb. 4). Im Jahr 2003 wurden in den meisten Regionen auch wieder weniger Arten nachgewiesen. Diese Abnahme war jedoch nicht sehr drastisch und nur in der montanen Region-b sowie den submontanen Regionen signifikant. In der collinen Region nahm die Zahl festgestellter Arten im Durchschnitt sogar noch zu.

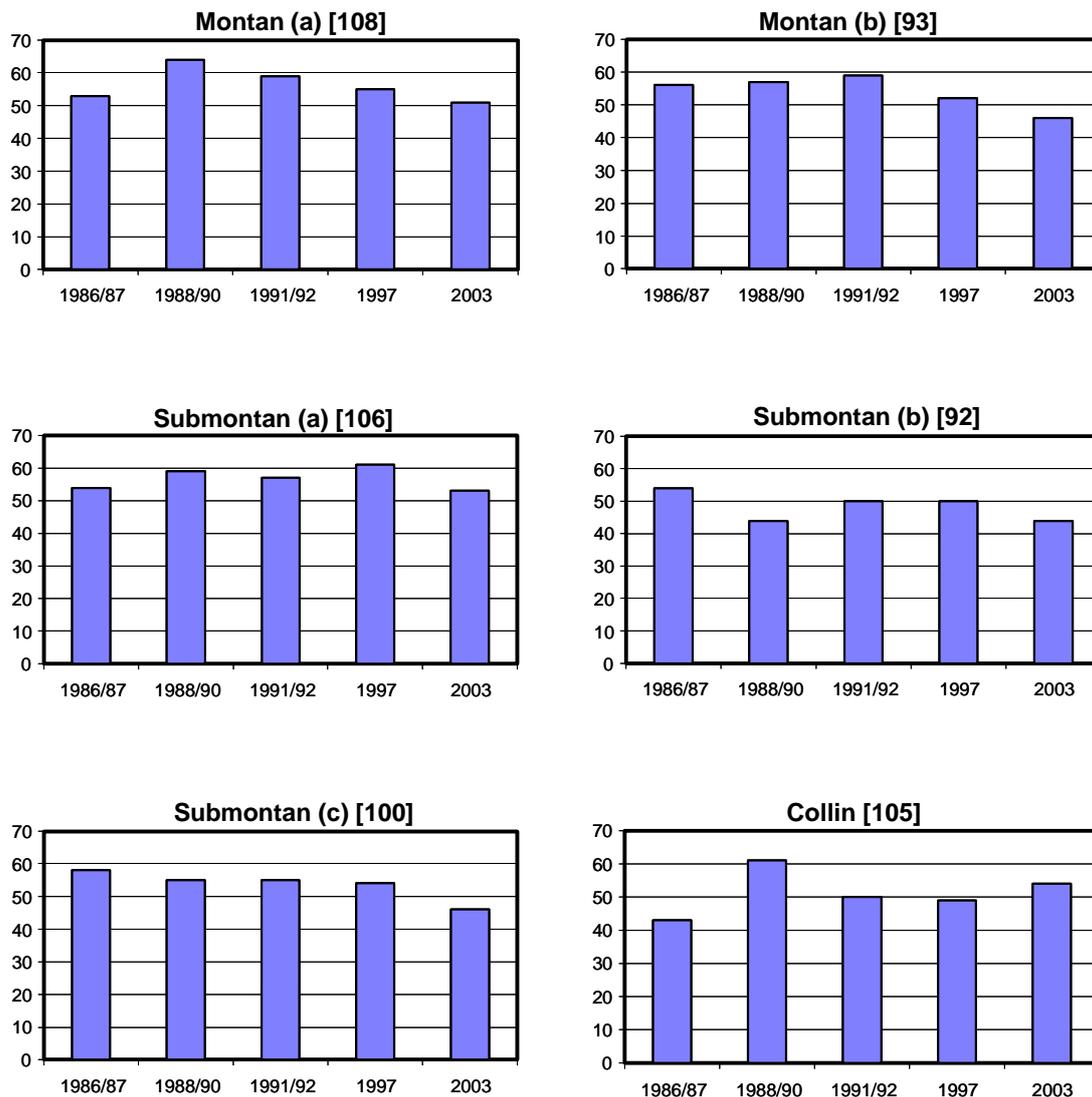


Abb. 3. Gesamtanzahl nachgewiesener Arten in den verschiedenen Regionen und Beprobungszeiträumen. In eckigen Klammern neben den Regionsbezeichnungen stehen die Gesamtanzahlen der Arten, die während der kompletten Beobachtungszeit nachgewiesen wurden.

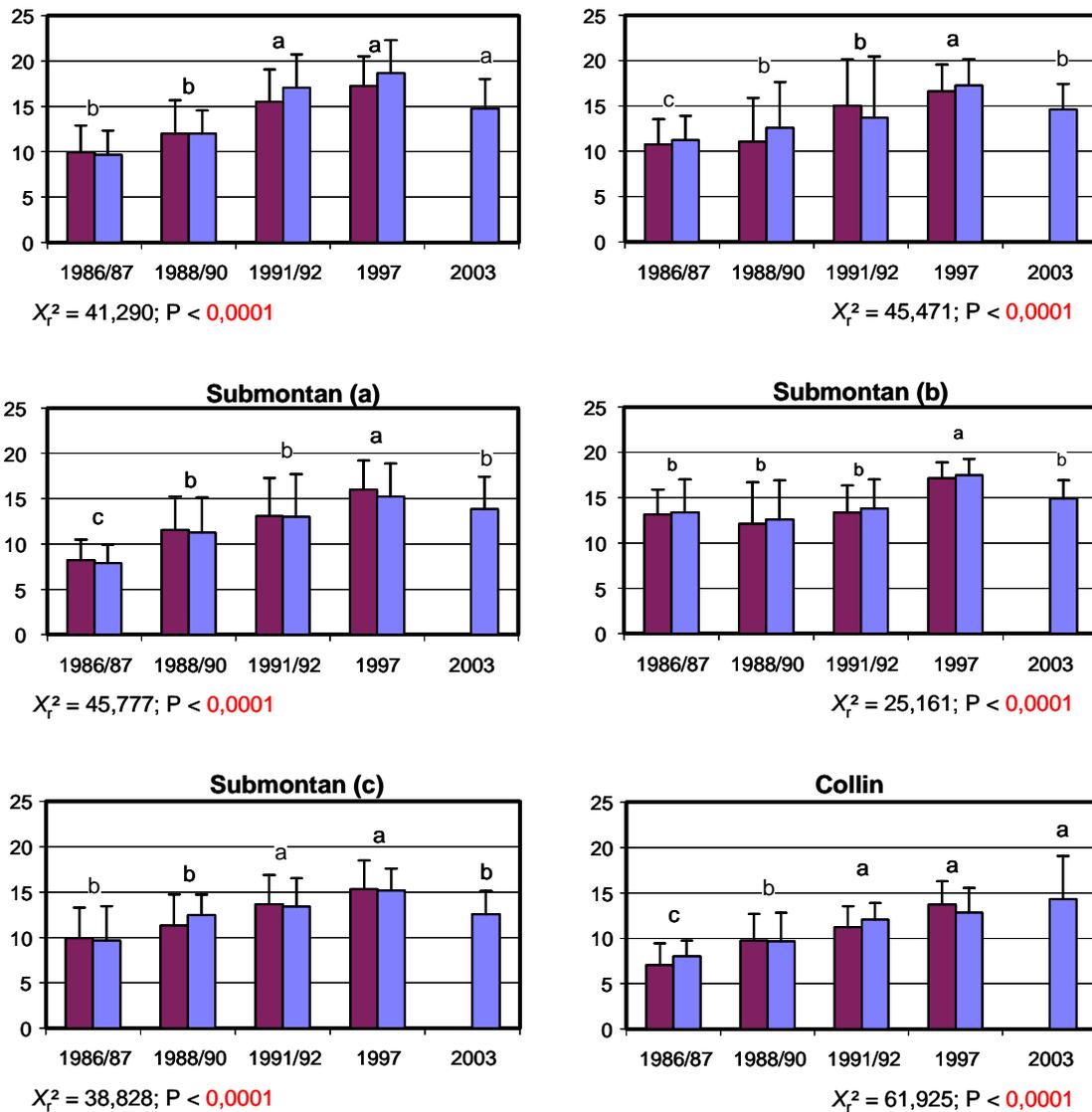


Abb. 4. Durchschnittliche Anzahl von Arten pro Beprobungszeitpunkt in den verschiedenen Regionen. Ergebnisse der ANOVAs für die verschiedenen Regionen sind unterhalb der jeweiligen Graphik angegeben. Die Artenzahlen in Jahren mit unterschiedenen Buchstaben sind signifikant voneinander verschieden (Post-hoc Test). Weitere Angaben siehe Abb. 2.

Die **Anzahl seltener Arten** pro Beprobungszeitpunkt hat im Verlauf der Jahre ebenfalls zugenommen (Abb. 5). Die Zunahme solcher Arten war in fast allen Regionen statistisch signifikant, v.a. im Jahr 2003. Dies könnte zu der Annahme führen, dass der erhöhte Nachweis seltener Arten methodisch bedingt sei, z.B. durch unterschiedliche Bestimmung der Collembolen eines anderen Sachbearbeiters. Insgesamt auf alle Untersuchungsflächen bezogen ist die Anzahl seltener Arten bzw. ihrer Individuen jedoch im Verlauf der Jahre relativ konstant geblieben

bzw. hat leicht abgenommen (Tabelle 1), so dass ihre Erhöhung pro Region und Zeitpunkt ein natürliches Phänomen zu

Tabelle 1. Gesamtanzahl der Arten und der Individuen seltener Arten in allen Flächen in den unterschiedlichen Untersuchungsjahren.

Jahr	1986/87	1988/90	1991/92	1997	1993
Arten	33	29	22	28	26
Individuen	1432	1062	434	935	755

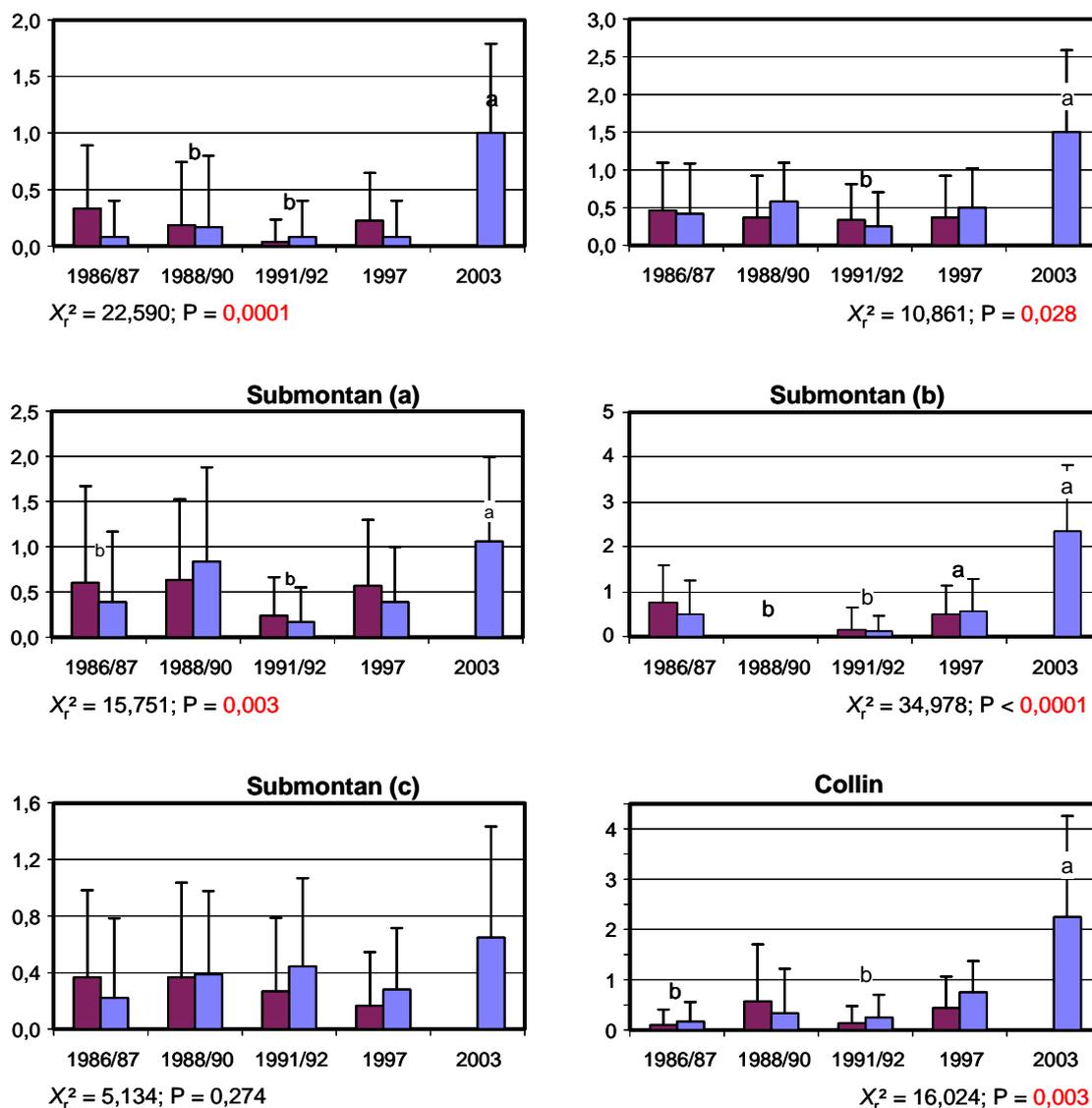


Abb. 5. Anzahl seltener Arten pro Beobachtungszeitpunkt in den verschiedenen Regionen. Bitte beachte die unterschiedlichen Skalen der verschiedenen Graphiken. Weitere Angaben siehe Abb. 4.

sein scheint.

Signifikante **Populationsabnahmen** einzelner Taxa im Verlauf der Jahre wurden in den verschiedenen Regionen nur bei wenigen Arten festgestellt (Abb. 6 - 11). Die meisten Populationsreduktionen waren in den montanen Regionen zu verzeichnen (bei 4-6 Arten). In den submontanen Regionen wurden nur bei 1- 3 Arten und in der collinen Region nur bei 1 Art signifikante Populationsabnahmen identifiziert. Am häufigsten wurden kontinuierlich abnehmenden Populationen bei *Folsomia quadrioculata* (montan-a, submontan-b & collin) sowie *Allacma fusca* (in beiden montanen Regionen, submontan-c und tendenziell in submontan-a) festgestellt. Obwohl die erste Art sehr eurytop ist, sind beide Arten häufig in Laub- und Mischwaldböden zu finden. Beide Arten bevorzugen mäßig frische Böden, *A. fusca* v.a. wegen der Trockenheitsempfindlichkeit des 1. Jugendstadiums. In verschiedenen Regionen nahmen auch die Populationen von *Mesaphorura krausbaueri* statistisch ab (in

beiden montanen Regionen, submontan-a & -c). Sie wurde 1986/1987 nicht nachgewiesen (vermutlich weil sie erst später taxonomisch klar zu determinieren war) und ihre höchsten Dichten wurden 1988/1990 bzw. z.T. 1991/1992 festgestellt. Diese Art ist sehr eurytop aber weitgehend mesophil. In den beiden montanen Regionen nahmen Arten wie *Onychiurus sublatus*, *Paratullbergia callipygos* und *Neanura muscorum* statistisch signifikant oder zumindest in der Tendenz ab. Die Autökologie von *O. sublatus* ist unbekannt, da sie später mit *Protaphorura aurantiaca* synonymisiert wurde. *P. callipygos* und *N. muscorum* sind beide häufige Waldarten, die in frischen bis feuchten Standorten vorkommen und saure Böden vertragen können. Erwähnenswert sind noch die kontinuierlichen Populationsreduktionen von *Desoria propinca* in der Region submontan-b sowie in der Tendenz in montan-a. Sie ist eine seltene Art verschiedener Habitats und wird in der Schweiz

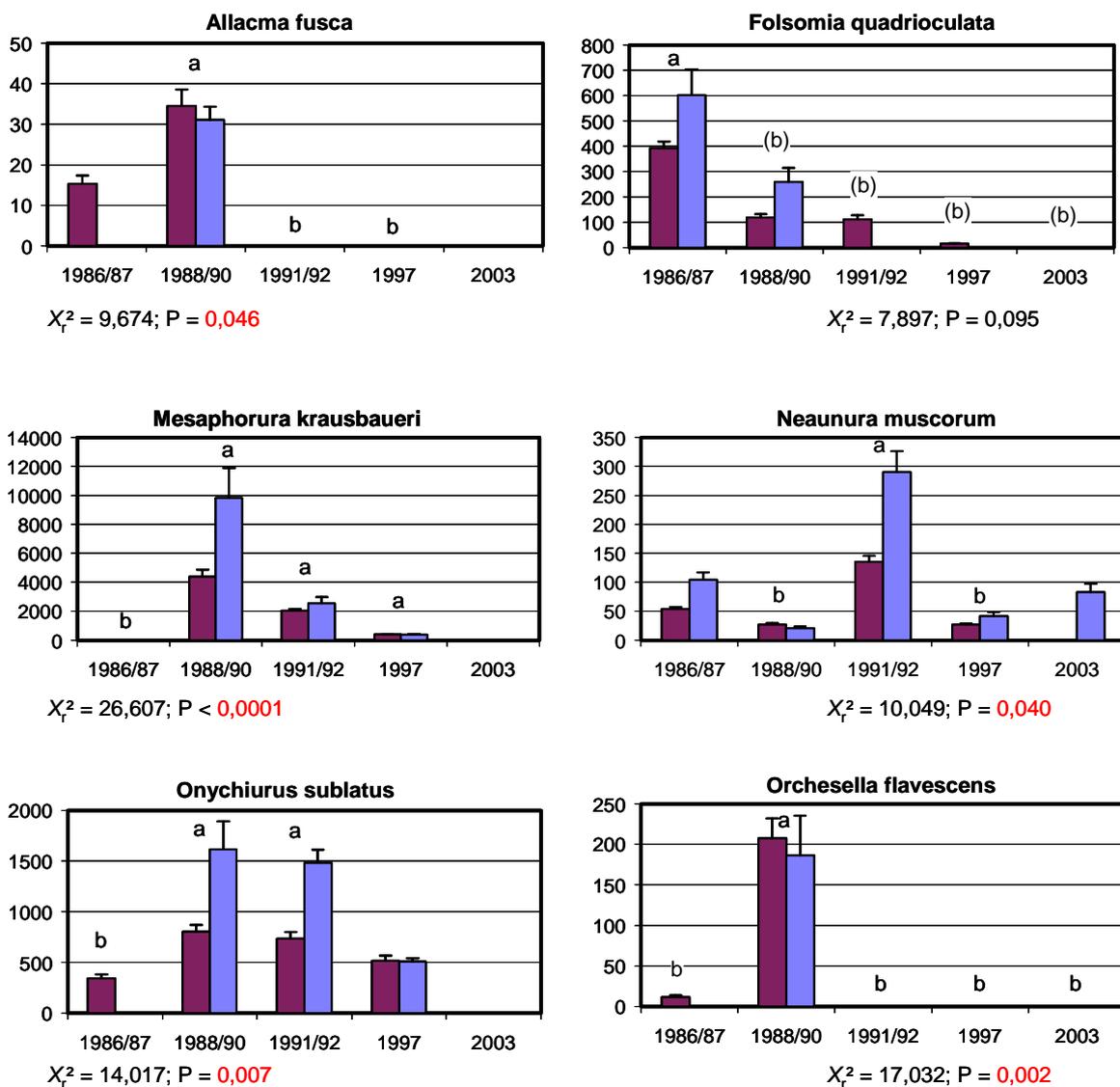


Abb. 6. Individuendichten einiger Arten, deren Dichten in der Region „**montan-a**“ abnehmende Tendenzen im Verlauf der Jahre zeigten. Weitere Angaben wie in Abb. 4.

auf Schnee gefunden. Ansonsten ist wenig über ihrer Ökologie bekannt.

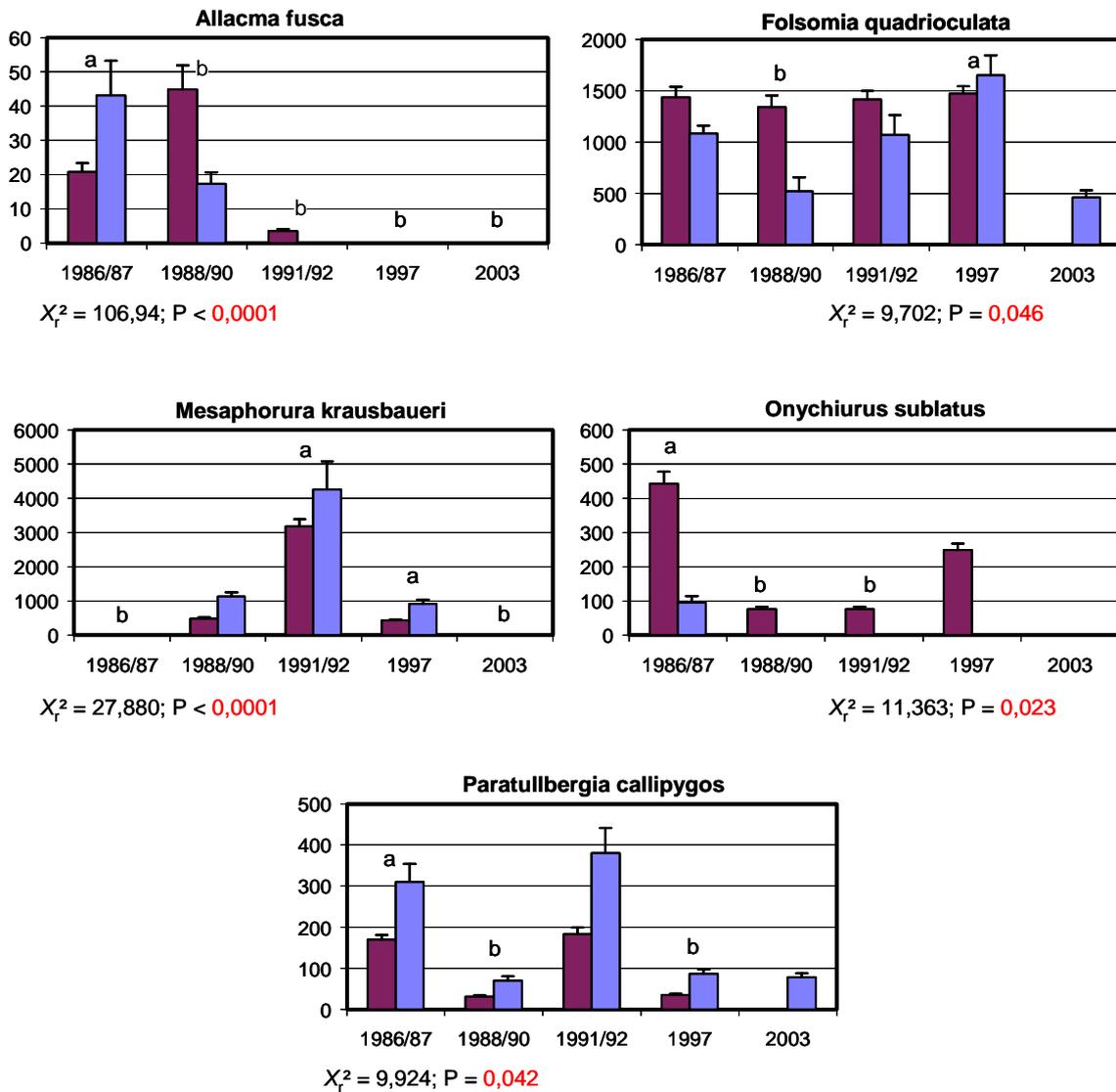


Abb. 7. Individuendichten von Arten, deren Dichten in der Region „montan-b“ abnehmende Tendenzen zeigten. Weitere Angaben siehe Abb. 4.

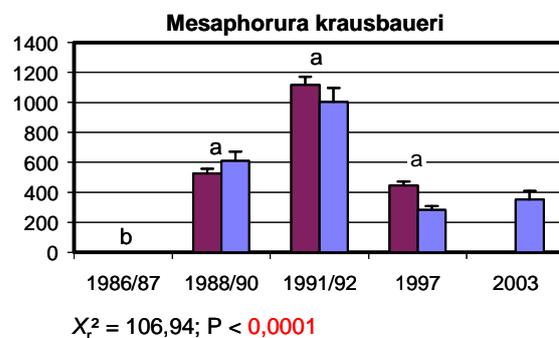


Abb. 8. Individuendichten der einzigen Art, deren Dichte in der Region „submontan-a“ abnehmende Tendenzen zeigte. Weitere Angaben siehe Abb. 4.

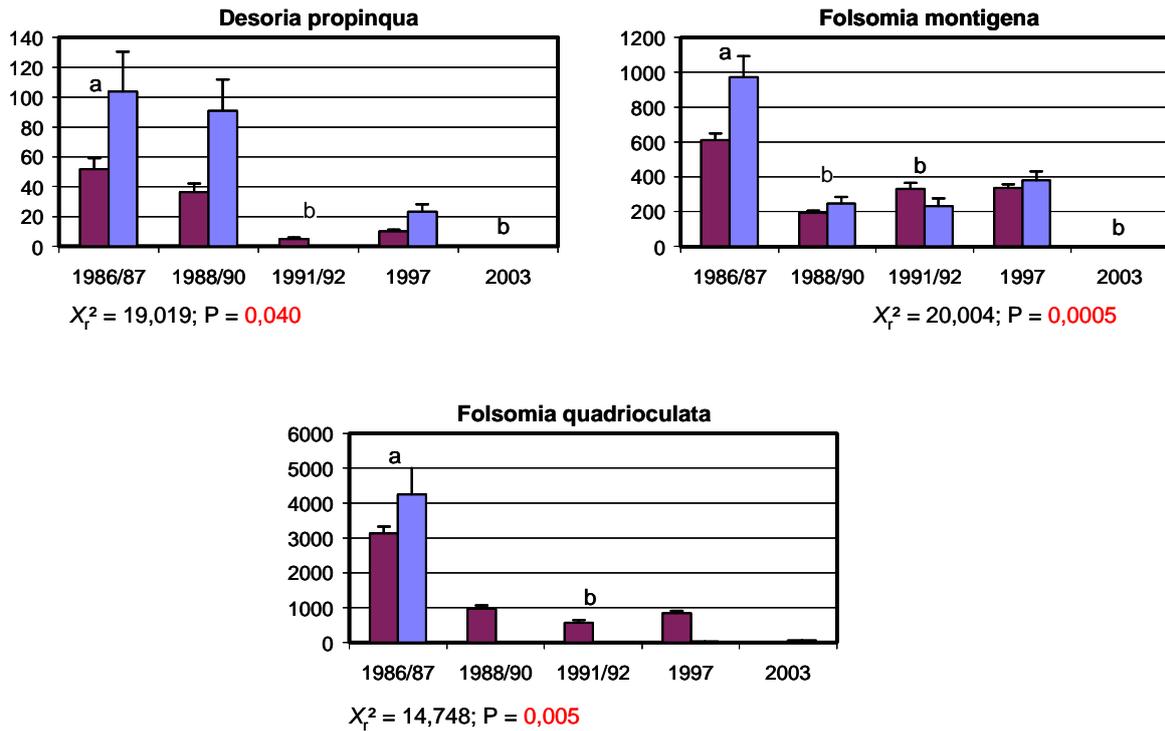


Abb. 9. Individuendichten von Arten, deren Dichten in der Region „submontan-b“ abnehmende Tendenzen zeigten. Weitere Angaben siehe Abb. 4.

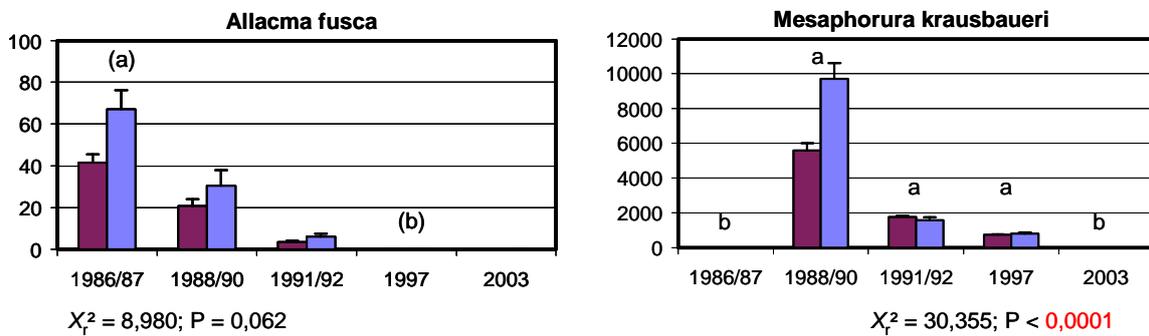


Abb. 10. Individuendichten von Arten, deren Dichten in der Region „submontan-c“ abnehmende Tendenzen zeigten. Weitere Angaben siehe Abb. 4.

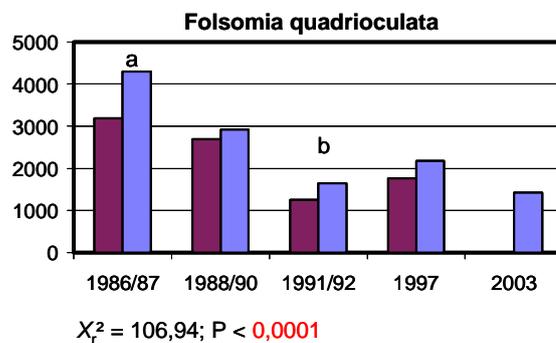


Abb. 11. Individuendichten der einzigen Art, deren Dichte in der Region „collin“ abnehmende Tendenzen zeigte. Weitere Angaben siehe Abb. 4.

Viel häufiger waren **Populationszunahmen** im Verlauf der Jahre zu erkennen (Abb. 12 - 17). Insgesamt wurden statistisch signifikante Populationserhöhungen bei 29 Arten festgestellt, am häufigsten in den montanen Regionen (12 bzw. 15 Arten) sowie in der Oberrheinebene (collin; 12 Arten). In den submontanen Regionen wurden z.T. weniger Arten mit zunehmenden Populationen festgestellt (7, 8 bzw. 13 Arten). Ihre Dichten nahmen bei nahezu

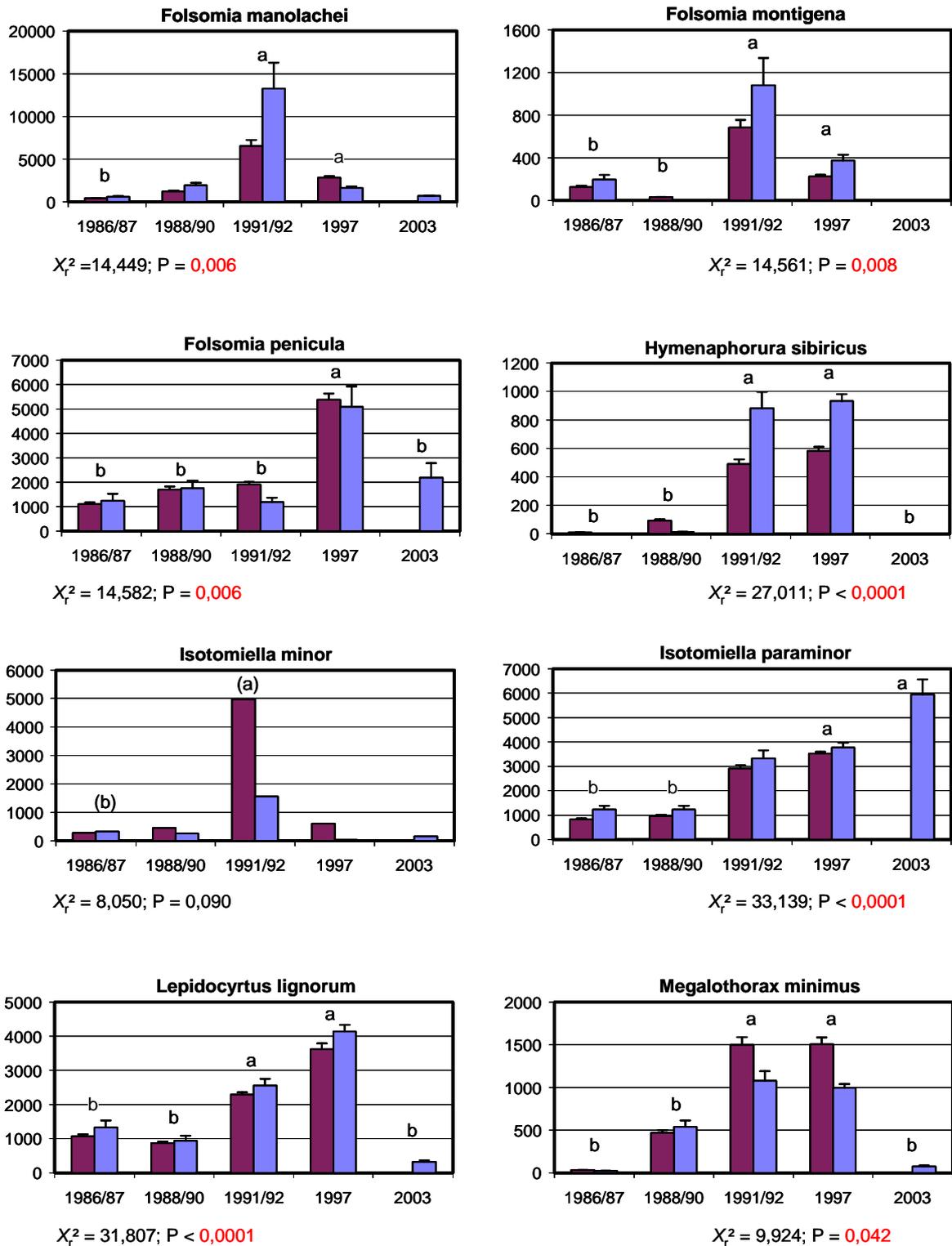


Abb. 12a. Individuendichten einiger Arten, deren Dichten in der Region „**montan-a**“ zunehmende Tendenzen im Verlauf der Jahre zeigten. Weitere Angaben siehe Abb. 4.

allen Arten bis 1991 oder 1997 zu, gingen aber im Jahre 2003 häufig wieder zurück.

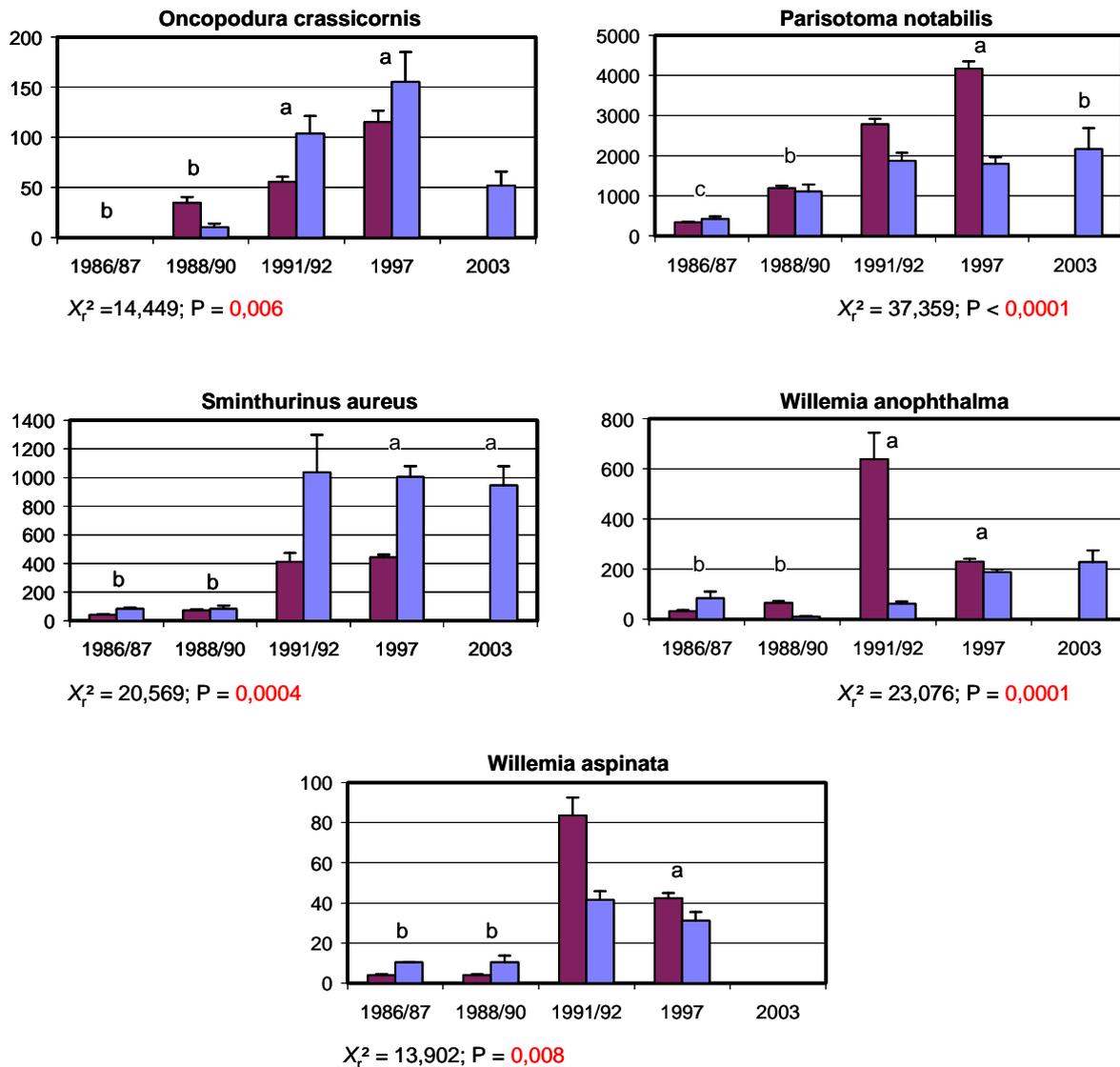


Abb. 12b. Individuendichten weiterer Arten, deren Dichten in der Region „montan-a“ zunehmende Tendenzen im Verlauf der Jahre zeigten. Weitere Angaben wie in Abb. 4.

Einige Arten zeigten Abundanzzunahmen in allen oder fast allen Regionen, z.B. *Folsomia manolachei*, *Isotomiella minor*, *Sminthurinus aureus*, *Lepidocyrtus lignorum* und *Megalothorax minimus*. Alle diese Arten sind eurytop, jedoch häufig dominant in intakten Waldgemeinschaften und bevorzugen Böden mittlerer Feuchtigkeit. Es war kein durchgehender Trend beispielsweise bezüglich der pH-Empfindlichkeit oder Toleranz für Umweltbelastung bei diesen Arten zu erkennen. Die Abundanzentwicklungen dieser Arten nahmen nicht in allen Fällen einen positiven kontinuierlichen Verlauf, sondern erreichten die höchsten Werte z.T. im Jahre 1991 (z.B. *F. manolachei* oder *I. minor*) und nahmen in den folgenden Jahren wieder ab. Weitere Arten, die in allen Regionen Populationszuwachs zeigten, sind weniger weit verbreitete Arten, z.B. *Isotomiella paraminor* oder *Oncopodura crassicornis*, die Waldböden bevorzugen und z.B. saure Böden tolerieren können.

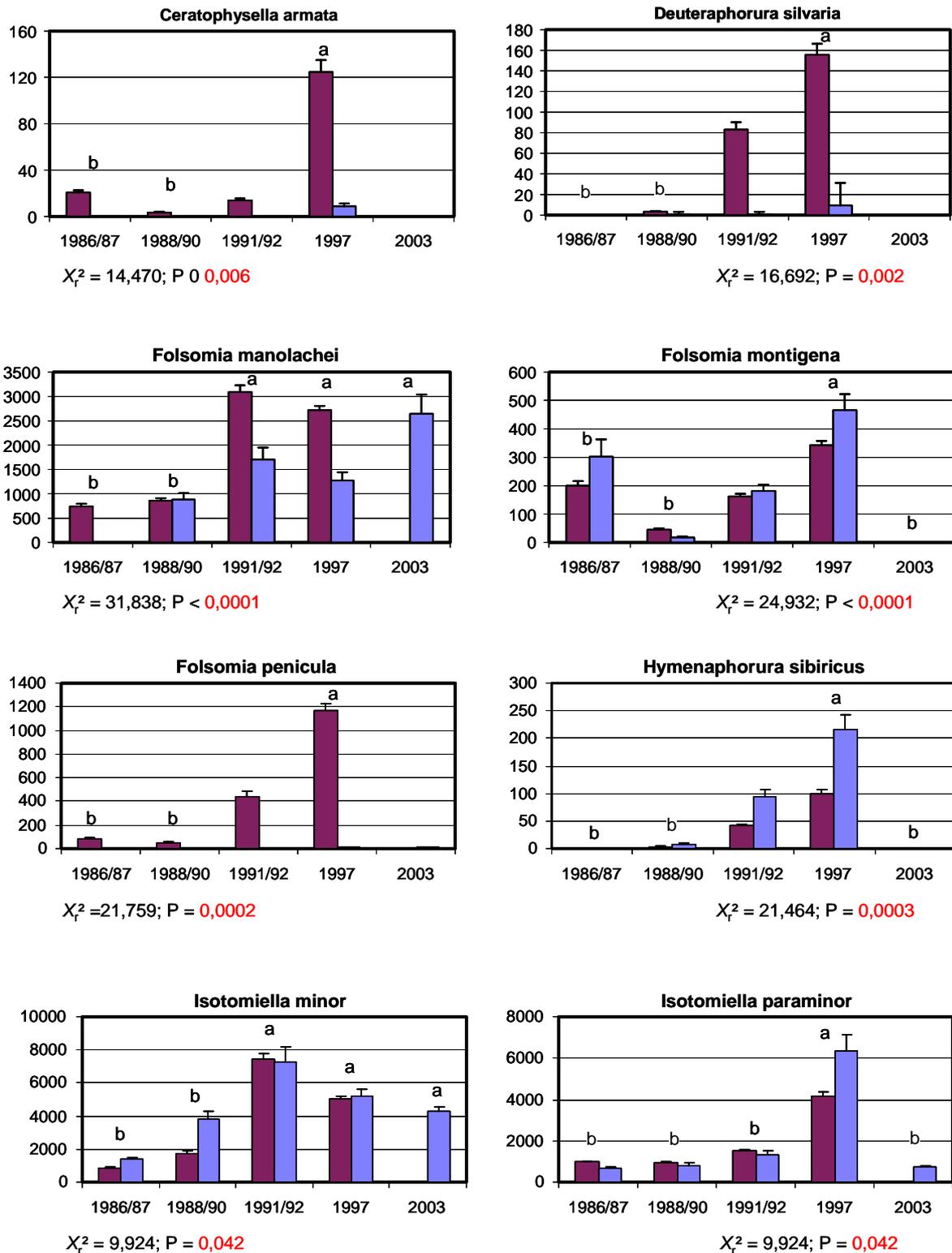
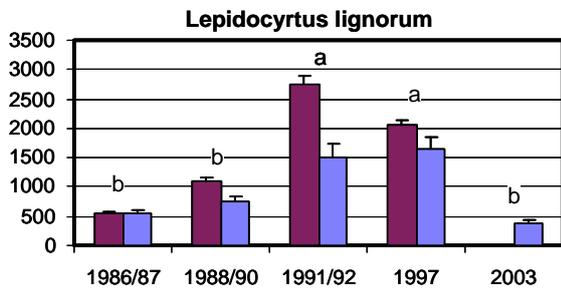


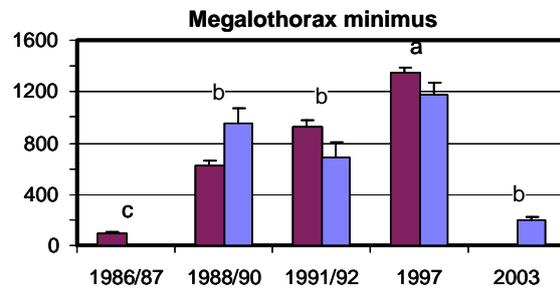
Abb. 13a. Individuendichten einiger Arten, deren Dichten in der Region „**montan-b**“ zunehmende Tendenzen im Verlauf der Jahre zeigten. Weitere Angaben siehe Abb. 4.

Die Populationen mehrerer Arten nahmen v.a. in den montanen Regionen zu, z.B. *Ceratophysella armata*, *Folsomia penicula*, *Folsomia montigena* und *Hymenaphorura sibiricus*. Diese Arten sind z.T. eurytop (z.B. *C. armata* und *F. montigena*), kommen in der Regel jedoch selten dominant oder in allen Habitaten vor. Sie sind z.T. in verschiedenen

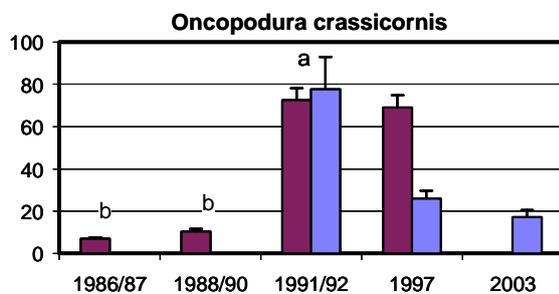
Waldböden gefunden worden, aber ihre tatsächliche Verbreitung und Umweltansprüche sind oft nicht bekannt.



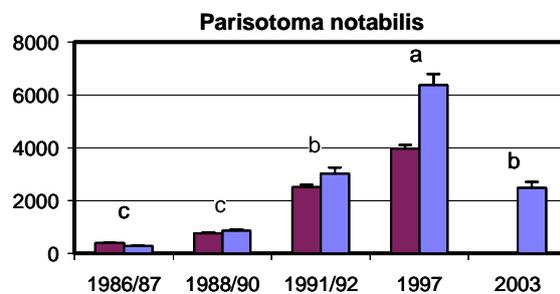
$\chi^2 = 14,470$ ;  $P = 0,006$



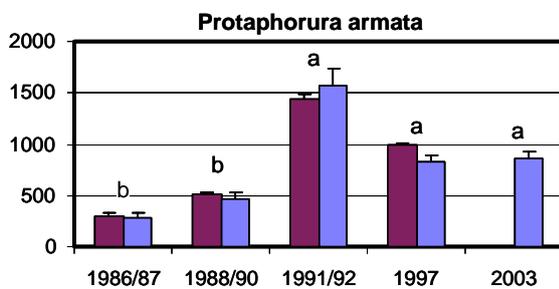
$\chi^2 = 16,692$ ;  $P = 0,002$



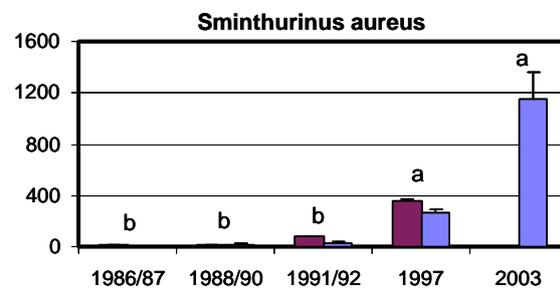
$\chi^2 = 15,701$ ;  $P = 0,003$



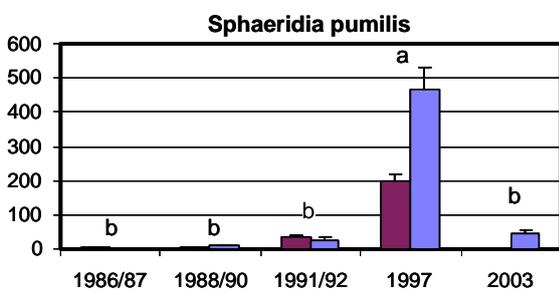
$\chi^2 = 53,287$ ;  $P < 0,0001$



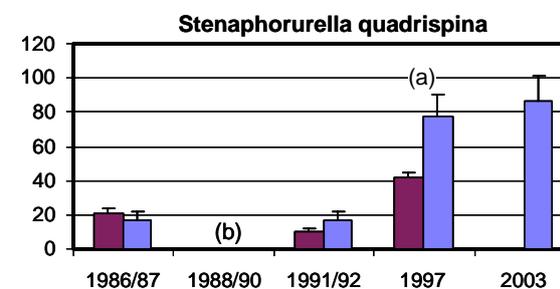
$\chi^2 = 28,007$ ;  $P < 0,0001$



$\chi^2 = 38,915$ ;  $P < 0,0001$



$\chi^2 = 9,924$ ;  $P = 0,042$



$\chi^2 = 9,924$ ;  $P = 0,042$

Abb. 13b. Individuendichten weiterer Arten, deren Dichten in der Region „montan-b“ zunehmende Tendenzen im Verlauf der Jahre zeigten. Weitere Angaben siehe Abb. 4.

Weitere Arten zeigten nur in einigen der untersuchten Regionen zunehmende Populationsdichten, beispielsweise in der montanen Region oder entlang des Rheins (submontan-a und collin) oder auch submontan-b, (*Deuteraphorura silvaria*, *Dicyrtoma fusca*, *Heteromomurus nitidus*, *Protaphorura armata* und *Sphaeridia pumilis*). Diese Arten

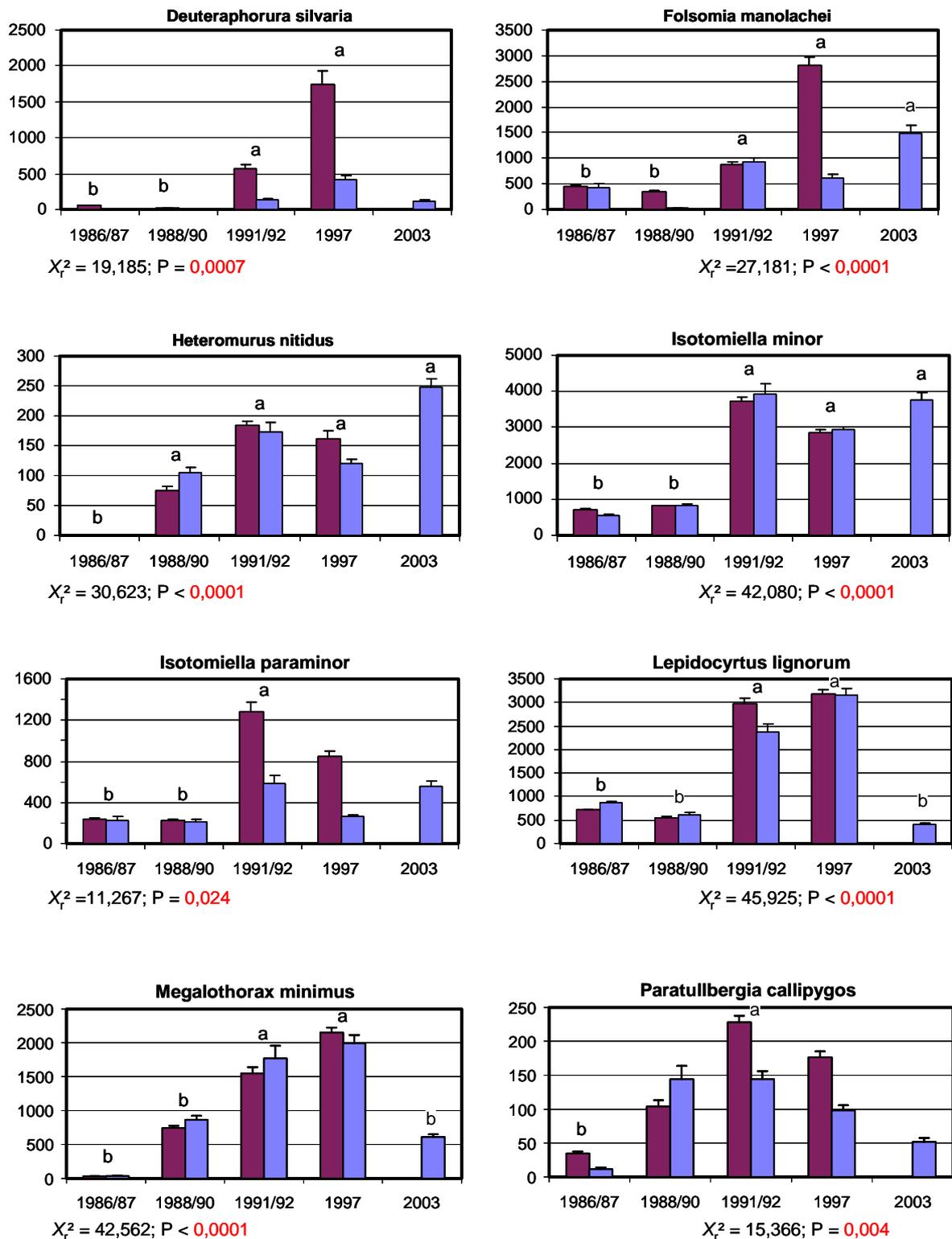


Abb. 14a. Individuendichten einiger Arten, deren Dichten in der Region „submontan-a“ zunehmende Tendenzen im Verlauf der Jahre zeigten. Weitere Angaben siehe Abb. 4.

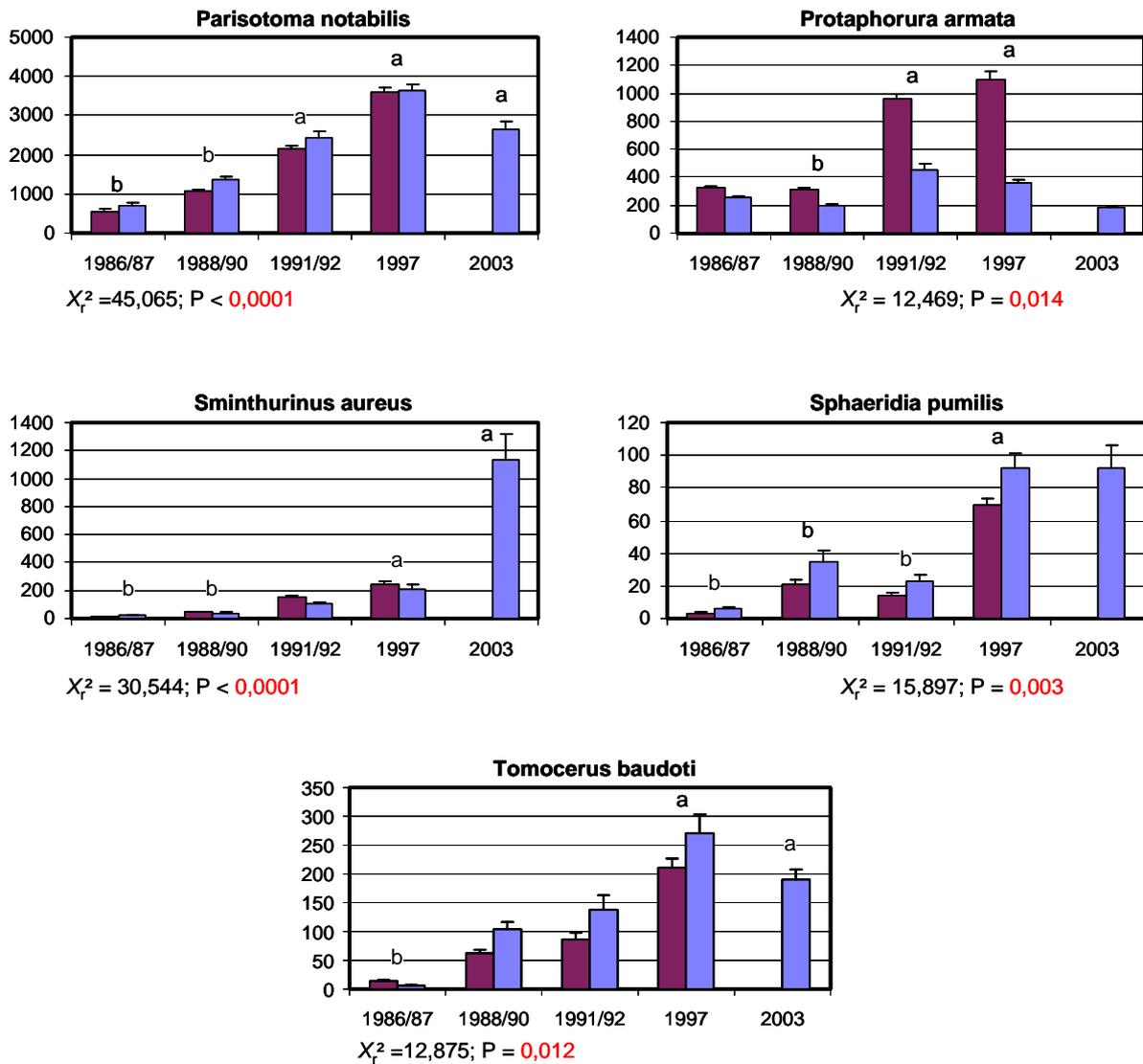


Abb. 14b. Individuendichten weiterer Arten, deren Dichten in der Region „submontan-a“ zunehmende Tendenzen im Verlauf der Jahre zeigten. Weitere Angaben siehe Abb. 4.

sind größtenteils eurytop, einige aber ausgesprochene Waldarten (z.B. *D. silvaria* oder *P. armata*), z.T. leicht acidophil (z.B. *S. pumilis*) oder aber. acidophob (z.B. *H. nitidus*) Außerdem zeigten auch wenig bekannte Arten einen Populationszuwachs wie beispielsweise *D. silvaria*.

Andere Arten nahmen nur in einzelnen oder wenigen Regionen zu. Bei diesen Arten bestand in den einzelnen Regionen kein Zusammenhang bezüglich ihrer Säure-Toleranz, ihrer Temperatur-Optima oder anderer Faktoren. Diese Arten bevorzugten weitgehend Böden mittlerer bis mäßiger Feuchte, aber nur selten trockene Böden. Außerdem überwogen eurytope Spezies und Arten mit einer Präferenz für Waldstandorte.

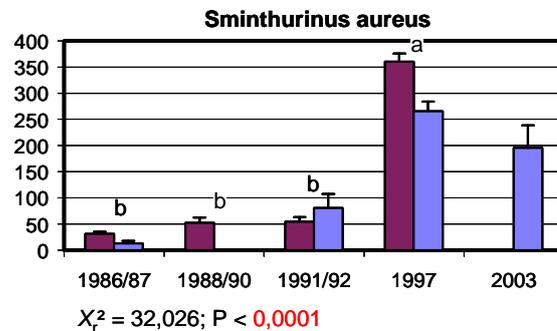
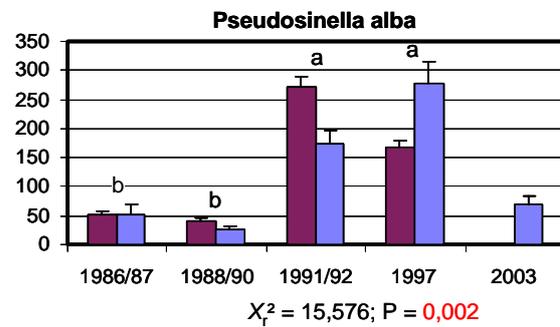
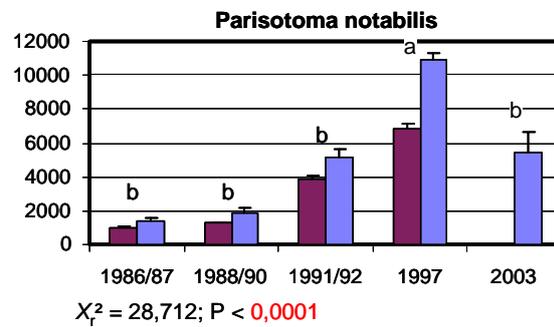
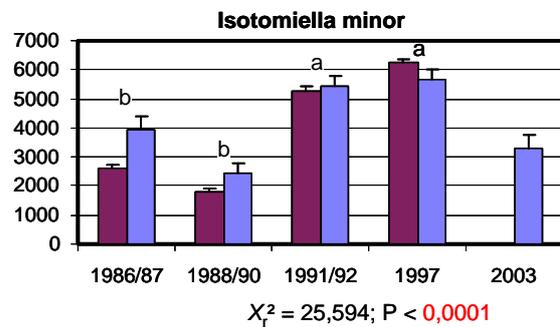
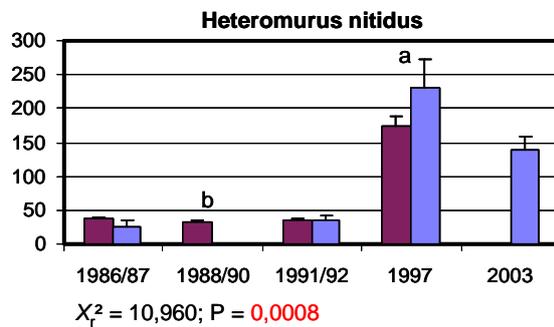
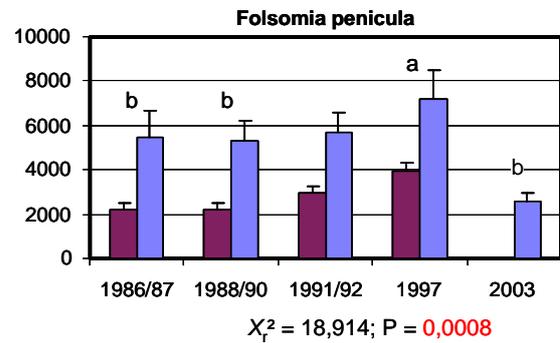
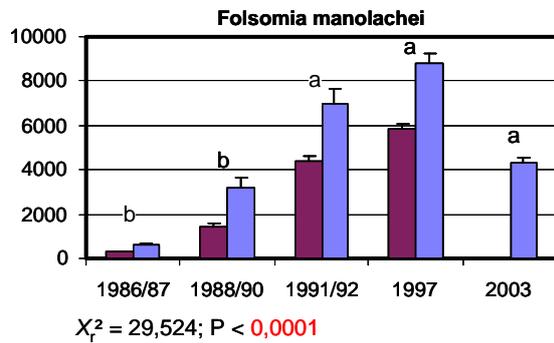


Abb. 15. Individuendichten einiger Arten, deren Dichten in der Region „**submontan-b**“ zunehmende Tendenzen im Verlauf der Jahre zeigten. Weitere Angaben siehe Abb. 4.

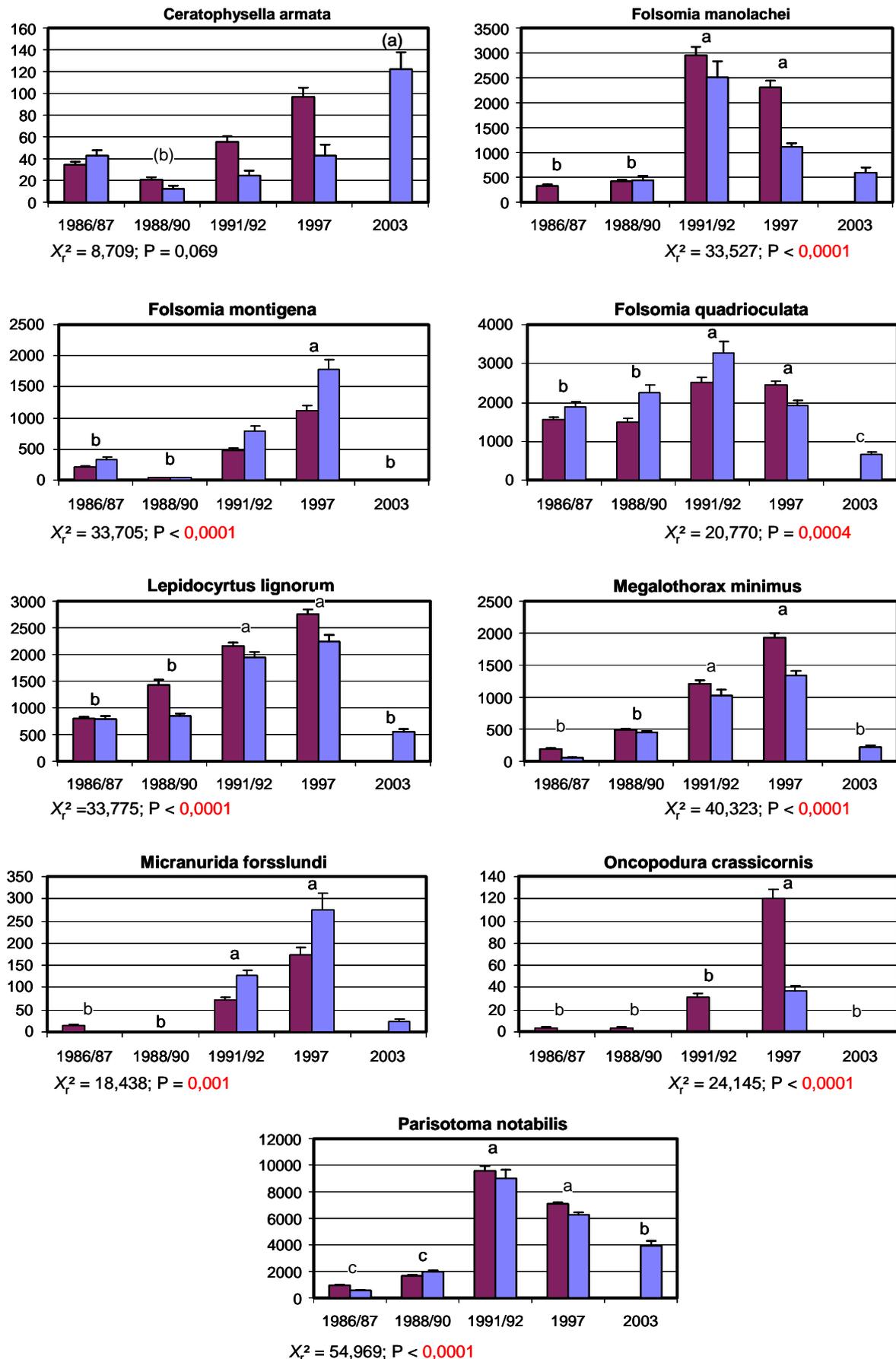


Abb. 16. Individuendichten einiger Arten, deren Dichten in der Region „submontan-c“ zunehmende Tendenzen im Verlauf der Jahre zeigten. Weitere Angaben siehe Abb. 4.

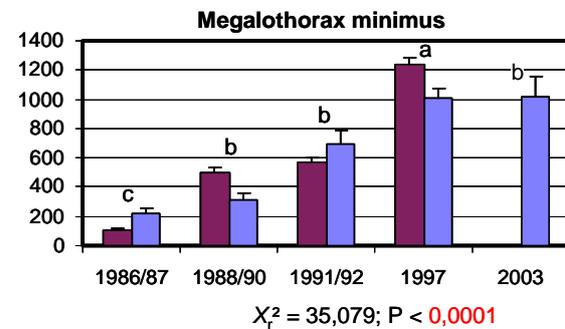
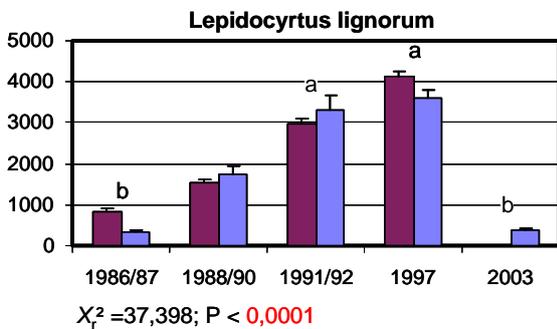
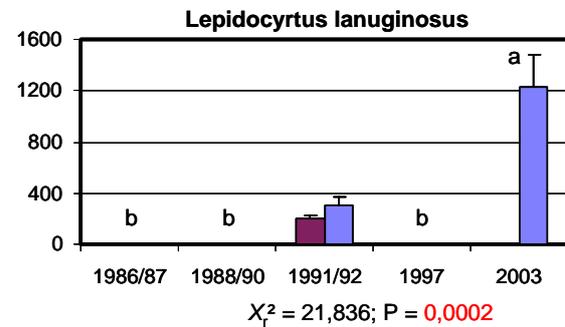
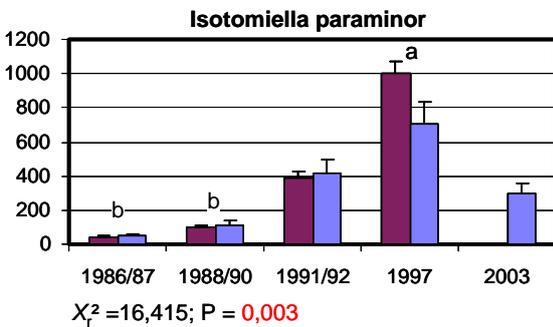
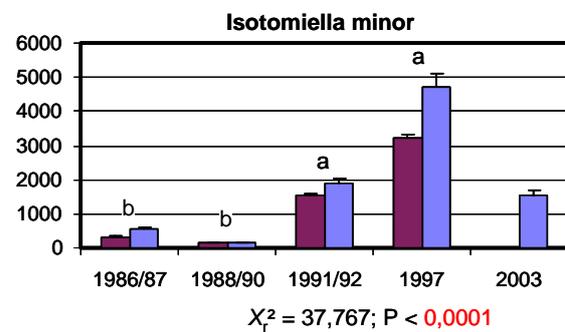
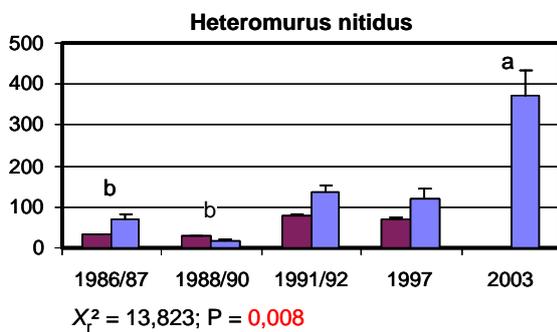
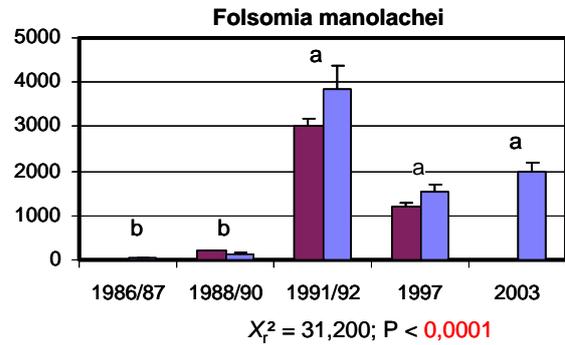
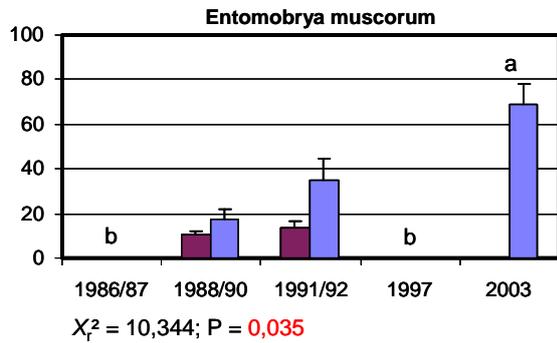


Abb. 17a. Individuendichten einiger Arten, deren Dichten in der Region „collin“ zunehmende Tendenzen im Verlauf der Jahre zeigten. Weitere Angaben siehe Abb. 4.

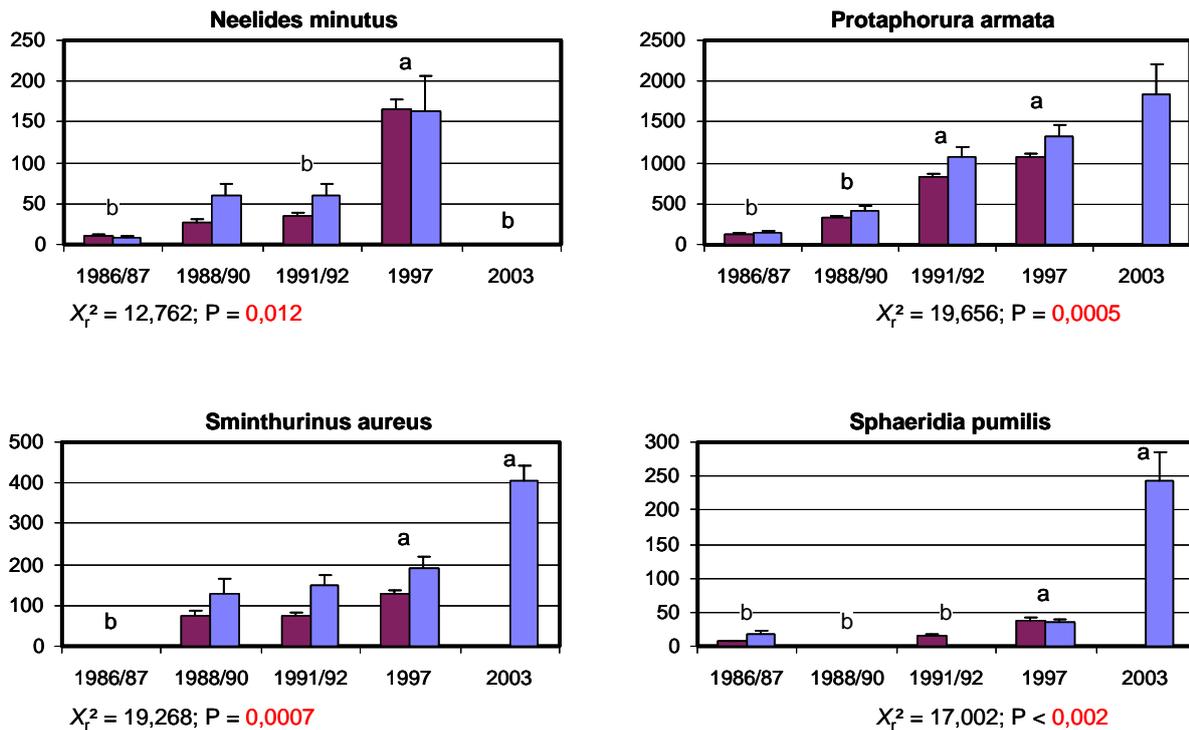


Abb. 17b. Individuendichten weiterer Arten, deren Dichten in der Region „collin“ zunehmende Tendenzen im Verlauf der Jahre zeigten. Weitere Angaben siehe Abb. 4.

Eindeutige Trends waren nach dem Zusammenfassen mehrerer Arten in **ökologische Gruppen** zu erkennen. In fast allen Regionen konnte eine signifikante Zunahme von Arten festgestellt werden, die **südliche bis südöstliche Verbreitungsschwerpunkte** aufweisen (Abb. 18). Die Populationsanstiege fanden in manchen Regionen (montan-b, submontan-a & -b, collin) kontinuierlich von 1986 bis 1997 statt. In den Regionen montan-a und submontan-c waren die höchsten Dichten solcher Arten im Zeitraum 1991/1992 zu konstatieren. Ihre Dichten waren in den meisten Regionen allerdings gering ( $< 1000$  Ind./m<sup>2</sup>, d.h. weniger als 100 Individuen pro Zeitraum in der ganzen Region). Insbesondere in den frühen Zeiträumen (1986-1990) waren die Abundanzen sehr gering, so dass diese Arten erst ab 1991 in nennenswerten Individuenzahlen in den verschiedenen Regionen vorkamen. In allen Regionen nahmen sie im Jahre 2003 wieder ab, blieben in manchen Regionen aber noch auf relativ hohem Niveau (z.B. montan-b, submontan-b). Arten mit einem **nördlichen Verbreitungsschwerpunkt** und Arten, die kühlere Böden bevorzugen wurden in fast allen Regionen in extrem wenigen Individuen nachgewiesen ( $< 5$  Individuen in der gesamten Beobachtungszeit). Lediglich in der Region montan-a traten eine für statistische Analysen ausreichende Individuenzahl auf, insbesondere im Jahr 2003 (Abb. 19).

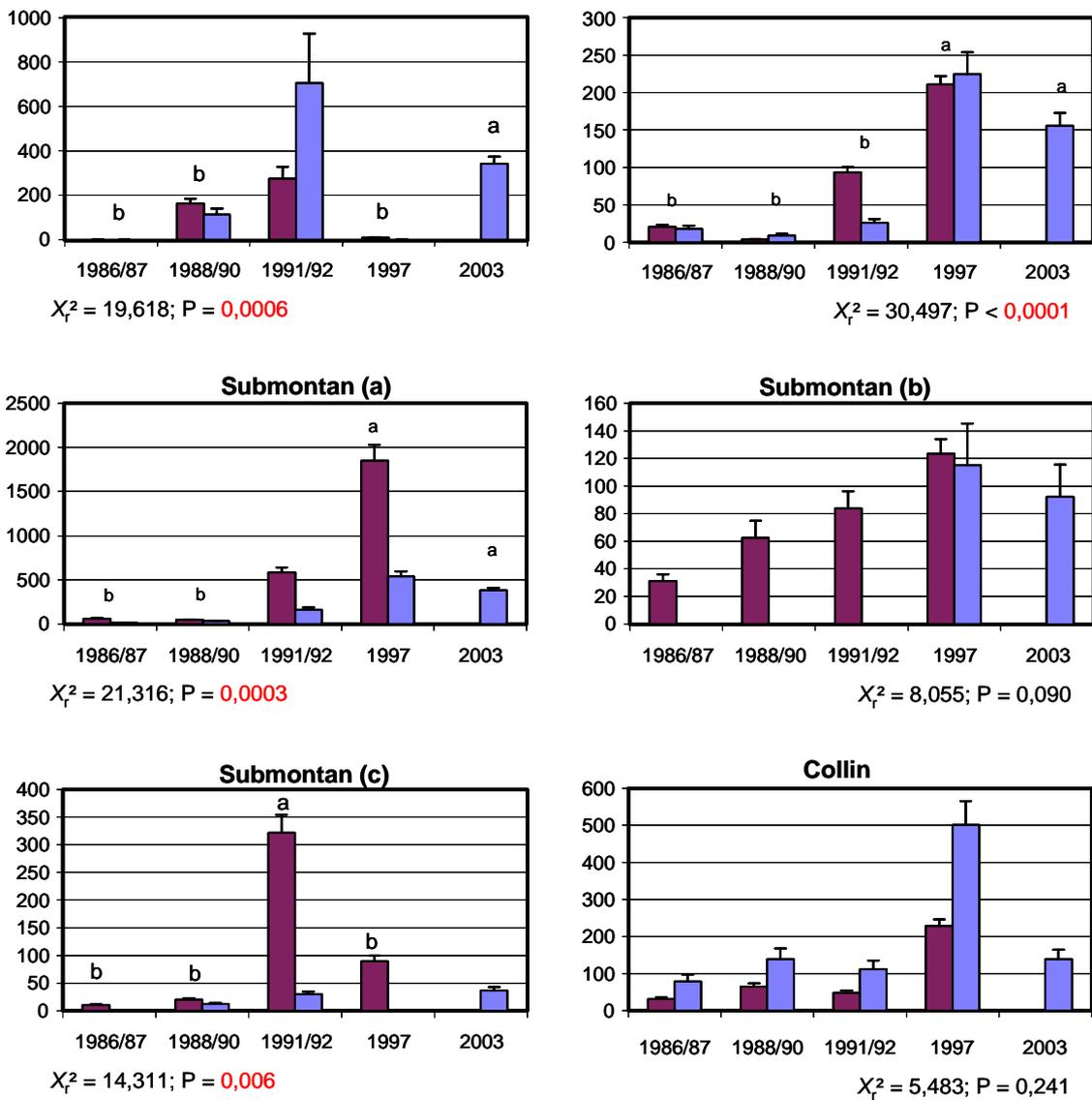


Abb. 18. Individuendichten in den verschiedenen Regionen sowie Untersuchungszeiten von Arten, die bevorzugt eine **südliche bzw. südöstliche Verbreitung** aufweisen. Weitere Angaben siehe Abb. 4.

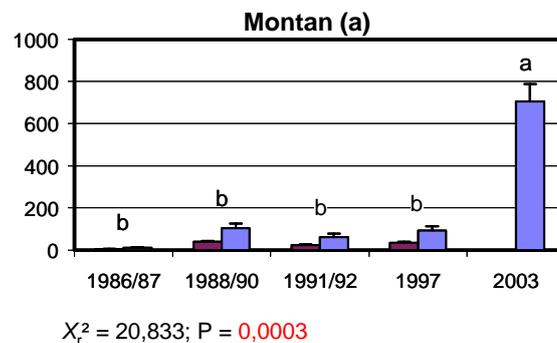


Abb. 19. Montane Region a: Individuendichten der Arten, die eine **nördliche Verbreitung** aufweisen **bzw. kühlere Böden** bevorzugen. In den anderen Regionen kamen solche Arten nur sporadisch vor. Weitere Angaben siehe Abb. 4.

**Arten** mit einer Präferenz für **wärmere Böden** (= „thermophile“ Arten im weitesten Sinne) tendierten in den meisten Regionen zu vergrößernden Populationen, die aber in den wenigsten Fällen statistisch signifikant waren (Abb. 20). Nur in einigen Regionen war die Zunahme im Untersuchungszeitraum kontinuierlich (z.B. montan-a, submontan-a und -b). Die höchsten Dichten waren in fast allen Regionen im Jahr 2003 zu beobachten, in dem solche Arten erst nennenswerte Populationen aufbauten. Eine Ausnahme bildete Region montan-b, in der sie die höchsten Dichten in den Perioden 1988/90 und 1991/92 erreichten, aber dann in späteren Jahren wieder stark abnahmen.

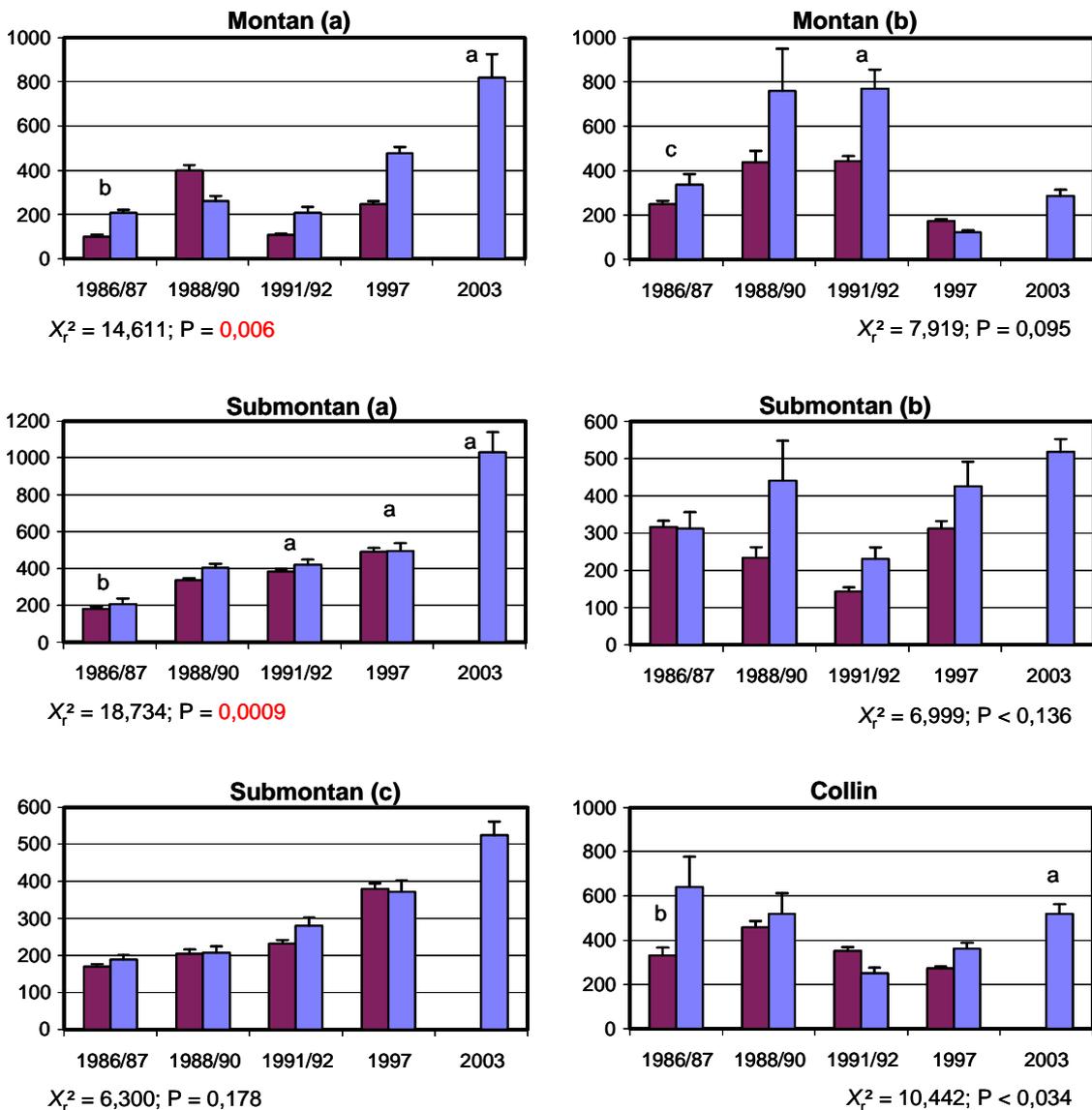


Abb. 20. Individuendichten in den verschiedenen Regionen und Untersuchungszeiten von Arten, die **wärmere Böden** bevorzugen. Weitere Angaben wie in Abb. 4.

Ein weiterer Indikator für ein wärmer werdendes Klima wäre eine Abnahme montaner Arten sowie eine Zunahme von Tieflandarten in höheren Lagen. Im Untersuchungszeitraum war jedoch keine durchgehende Veränderung der Populationen von **Tieflandarten** festzustellen (Abb. 21). In Standorten, in denen sich Veränderungen andeuteten, waren diese in den wenigsten Fällen statistisch signifikant, oder – wenn signifikant – zeigten sie oft nur Populationsspitzen in einzelnen Jahren. Lediglich in der Region montan-a waren signifikant zunehmende Dichten solcher Arten im Verlauf der Jahre festzustellen, trotz relativ individuenarmer Populationen. Andererseits nahmen in der collinen Region die Populationen von Tieflandarten sogar ab, obwohl diese Veränderungen nicht statistisch signifikant waren. Veränderungen **montaner Arten** waren in den meisten Regionen ebenfalls statistisch nicht signifikant und wenn, dann nur in einzelnen Jahre ohne eindeutige Entwicklungstendenz (Abb. 22). Diese Arten kamen in den verschiedenen Regionen sehr individuenarm vor. Lediglich in der Region montan-a waren nennenswerte Populationen zu verzeichnen, die jedoch statistisch größere Populationen nur in den mittleren Jahren (1991/21 und 1997) gegenüber 1986/87 zeigten. Die abnehmende Tendenz in der Region montan-b bzw.

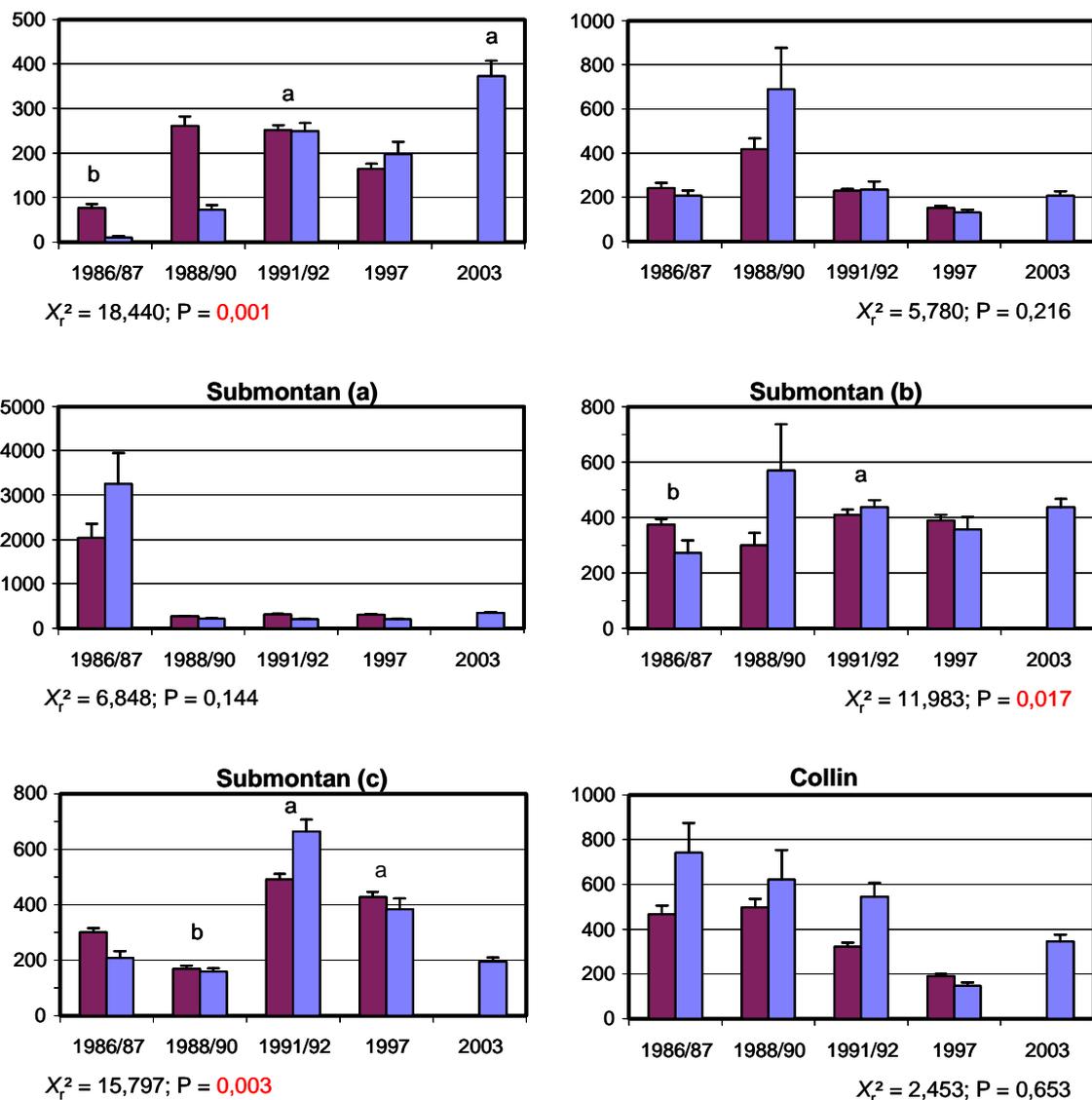


Abb. 21. Individuendichten in den verschiedenen Regionen und Untersuchungszeiten von Arten, die **im Tiefland** bevorzugt auftreten. Weitere Angaben siehe Abb. 4.

Zunahmen in der collinen Region basieren auf sehr wenigen Individuen und können somit nicht als gesicherte Beobachtungen angesehen werden.

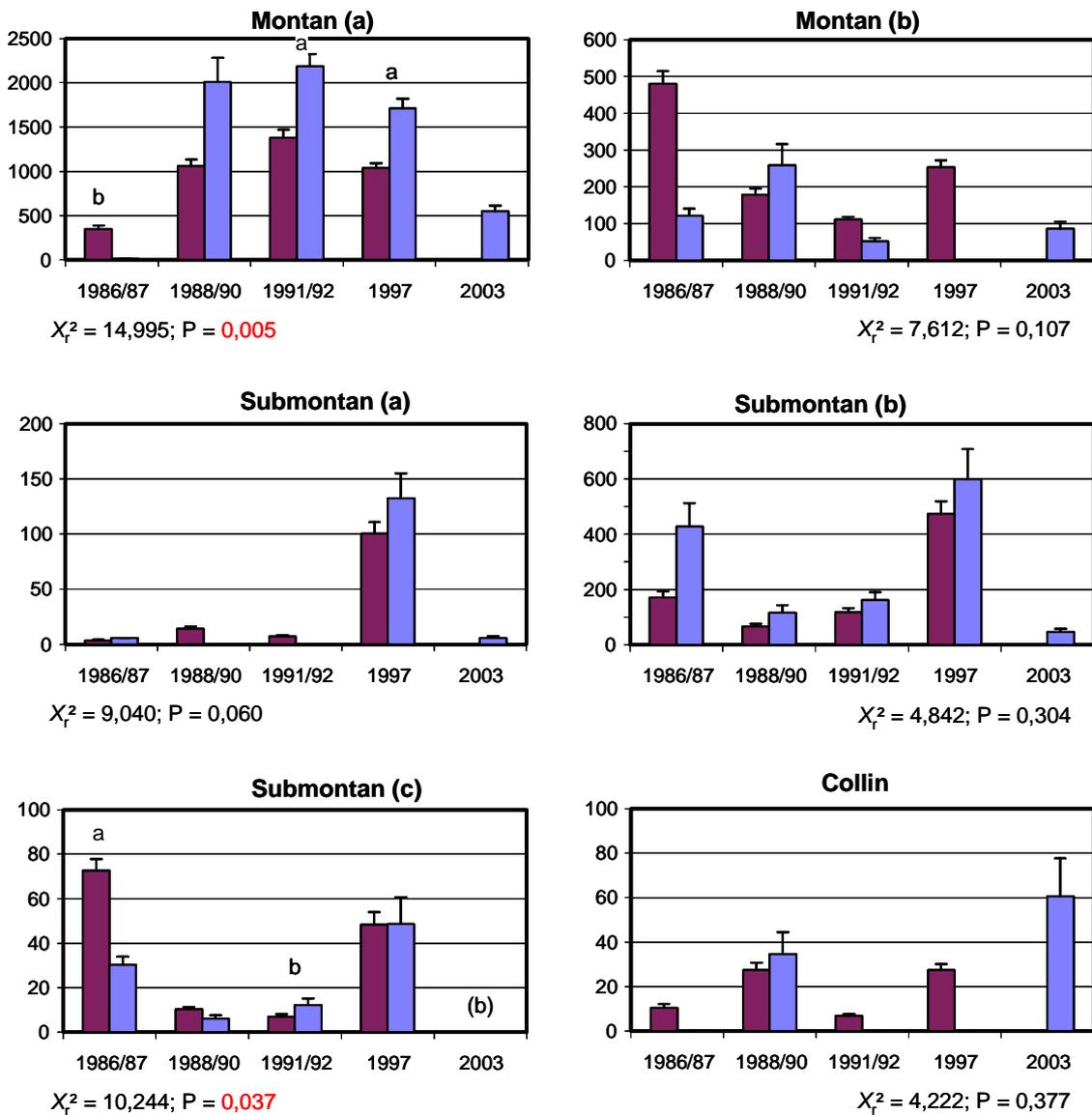


Abb. 22. Individuendichten in den verschiedenen Regionen und Untersuchungszeiten von Arten, die in montanen Gebieten bevorzugt vorkommen. Weitere Angaben siehe Abb. 4.

In größeren Populationsstärken kamen v.a. Arten vor, die eine **Affinität zu einem niedrigeren Boden-pH** zeigen. Veränderungen der Populationen dieser Arten waren jedoch i.d.R. nicht signifikant (Abb. 23). Lediglich die Regionen montan-a und submontan-a zeigten statistisch signifikante Erhöhungen, v.a. in den Jahren 1991/92 gegenüber 1986/87, die in späteren Jahren jedoch deutlich und signifikant wieder abnahmen. Auch in anderen Regionen wurde eine ähnliche Entwicklung beobachtet, wenn auch nicht statistisch signifikant. Die Zunahmen dieser Arten in submontan-c bzw. Abnahme in den collinen Flächen waren ebenfalls statistisch nicht zu sichern. Andererseits nahmen **Arten, die neutrale bis höchstens schwach saure Böden bevorzugten**, in allen Regionen im Laufe der Jahre hochsignifikant zu.

Diese starken Populationsvergrößerungen lagen vor allem an der Zunahme der häufigen Art *P. notabilis*. Die leichte Azidophobie dieser euryöken Art kann aber z.Zt. nicht als sicher gelten. Auch ohne *P. notabilis* waren die Zunahmen solcher „azidophoben“ Arten jedoch in fast allen Regionen immer noch statistisch signifikant (Abb. 24), obwohl die Individuenzahl dieser Arten dann sehr gering war. In den meisten Regionen nahmen ihre Populationen insbesondere ab 1991/92 kontinuierlich zu.

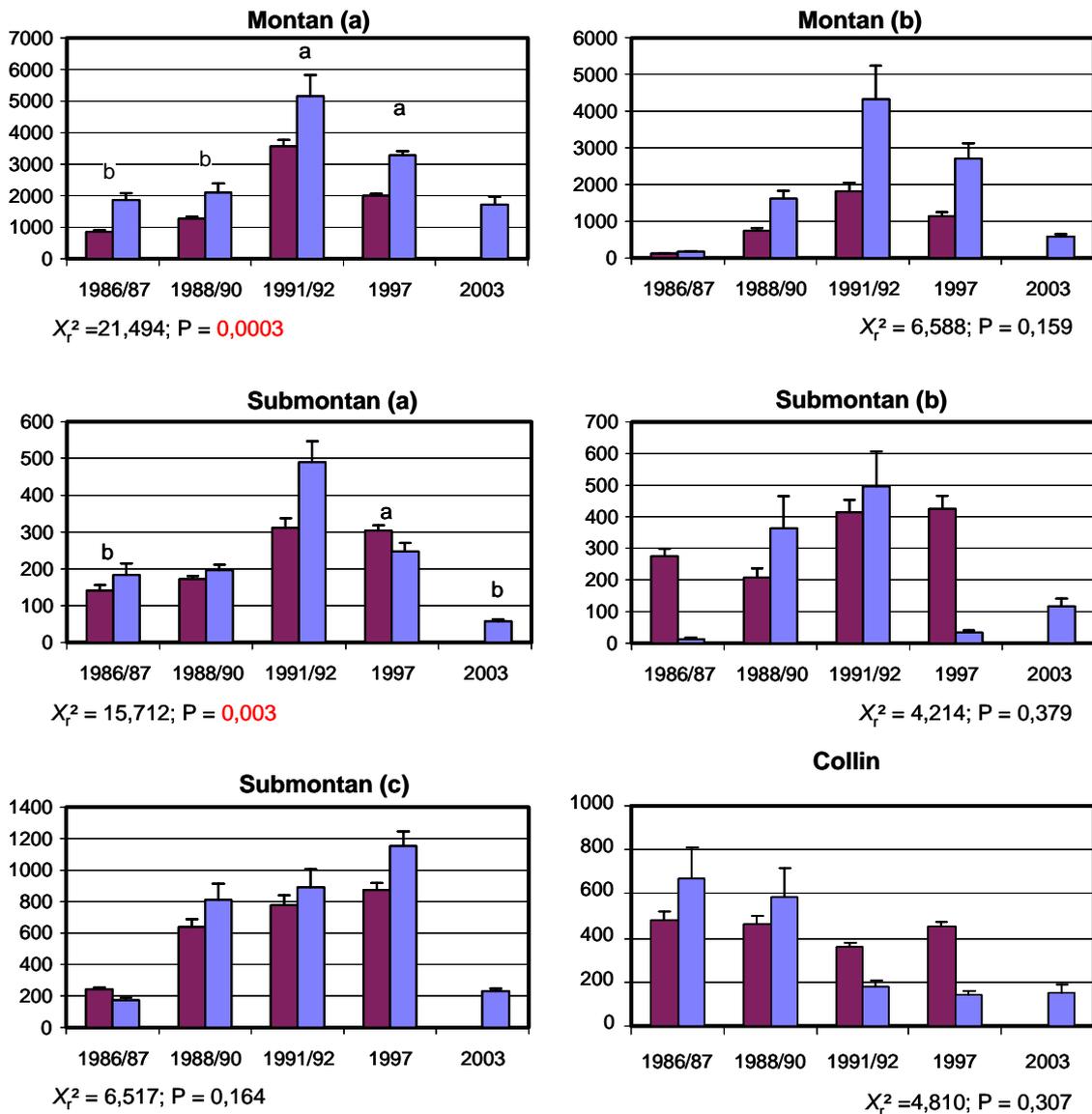


Abb. 23. Individuendichten in den verschiedenen Regionen und Untersuchungszeiten von Arten, die (**leicht**) saure Böden bevorzugen. Weitere Angaben siehe Abb. 4.

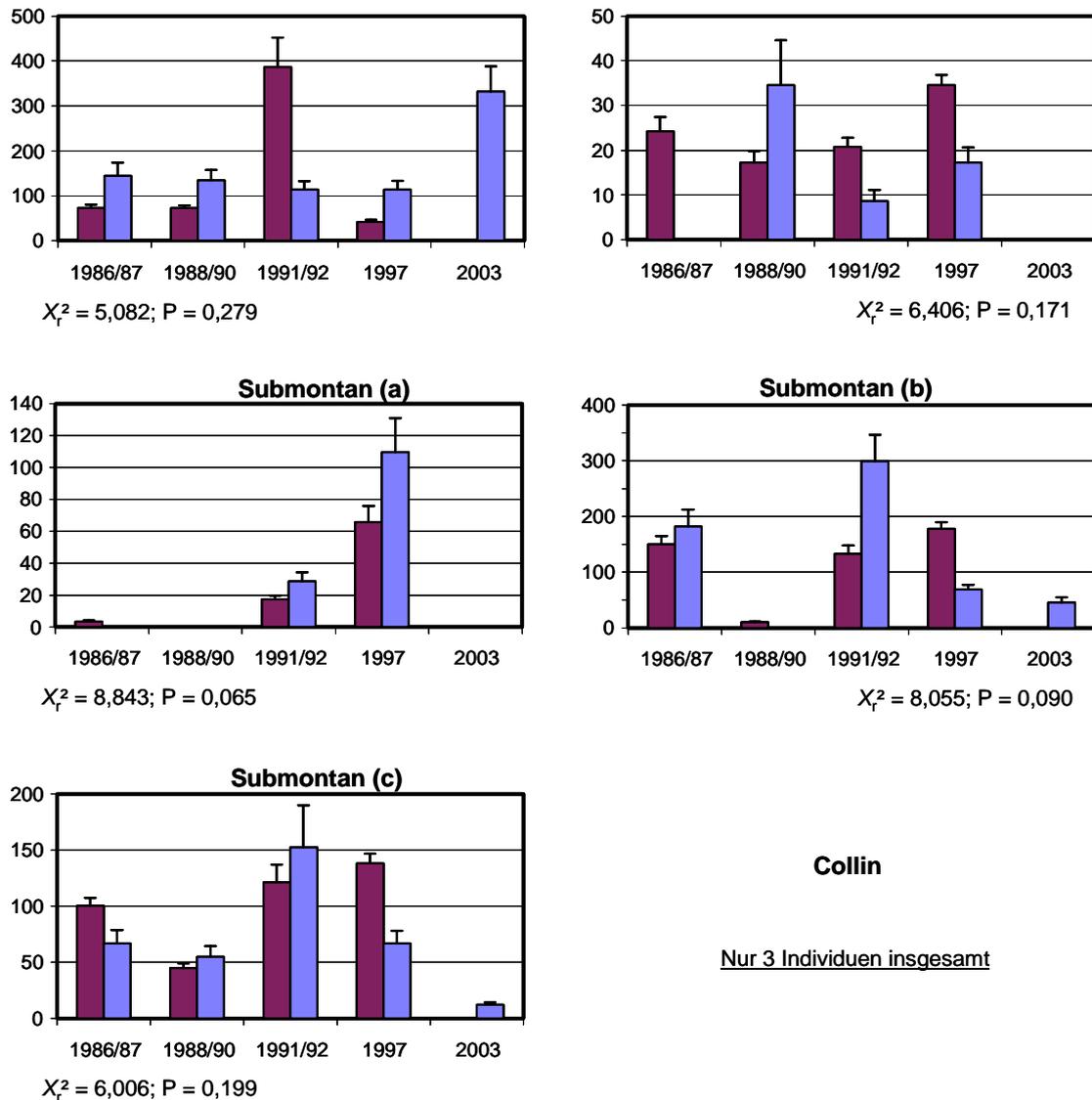


Abb. 25. Individuendichten in den verschiedenen Regionen und Untersuchungszeiten von Arten, die **bevorzugt in Nadelwäldern** vorkommen. Weitere Angaben siehe Abb. 4.

Ausgeprägte **Nadelwaldarten** kamen in dem gesamten Untersuchungsgebiet in nur wenigen Individuen vor, selbst in den montanen Regionen, in denen die meisten Nadelwald-Standorte zu finden waren. Somit war keine einzige statistisch signifikante Veränderung dieser Arten festzustellen (Abb. 25). Auch Entwicklungstendenzen waren bei solchen Arten nicht zu beobachten. Demgegenüber war eine leichte Tendenz zu größer werdenden Populationen bei solchen **Arten** zu konstatieren, **die ausschließlich Laubwälder bevorzugen**. Diese Arten kamen jedoch ebenfalls nur in individuenarmen Populationen vor und die Veränderungen waren nur in den Regionen statistisch signifikant, in denen stärkere Populationen im Jahre 2003 nachgewiesen wurden (montan-a, submontan-c und collin:  $\chi^2 = 11,942, 13,048$  bzw.  $10,804; P = 0,018, 0,011$  bzw.  $0,029$ ). In stärkeren Populationen wurden **Arten** nachgewiesen, die in **Laubwäldern und Laubmischwäldern** bevorzugt vorkommen. Hierbei war in fast allen Regionen eine deutliche Tendenz zunehmender Populationen im Verlauf der Jahre zu beobachten, die in der Mehrzahl der Regionen auch statistisch signifikant ausfielen (Abb. 26). Hier wurden in der Regel die stärksten Populationen im Jahr 2003 festgestellt. Lediglich in

den Regionen montan-b und submontan-b waren die höchsten Dichten dieser Arten in früheren Jahren (v.a. 1991/92) festgestellt worden, obwohl diese Ergebnisse statistisch nicht signifikant waren.

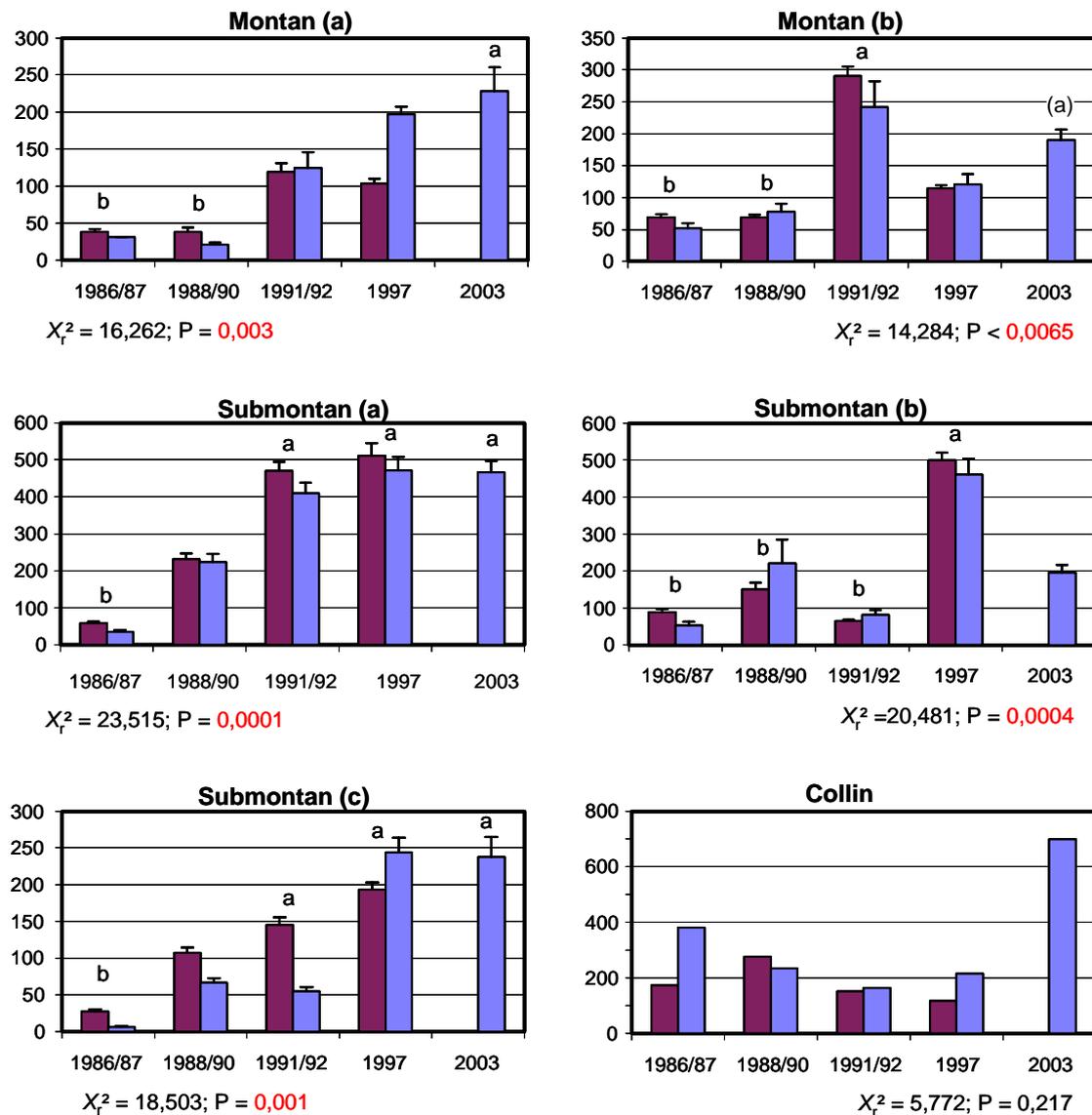


Abb. 24. Individuendichten in den verschiedenen Regionen und Untersuchungszeiten von Arten, die **bevorzugt in neutralen bis höchstens schwach sauren Böden** vorkommen. Artengruppe ohne *P. notabilis*. Weitere Angaben siehe Abb. 1.

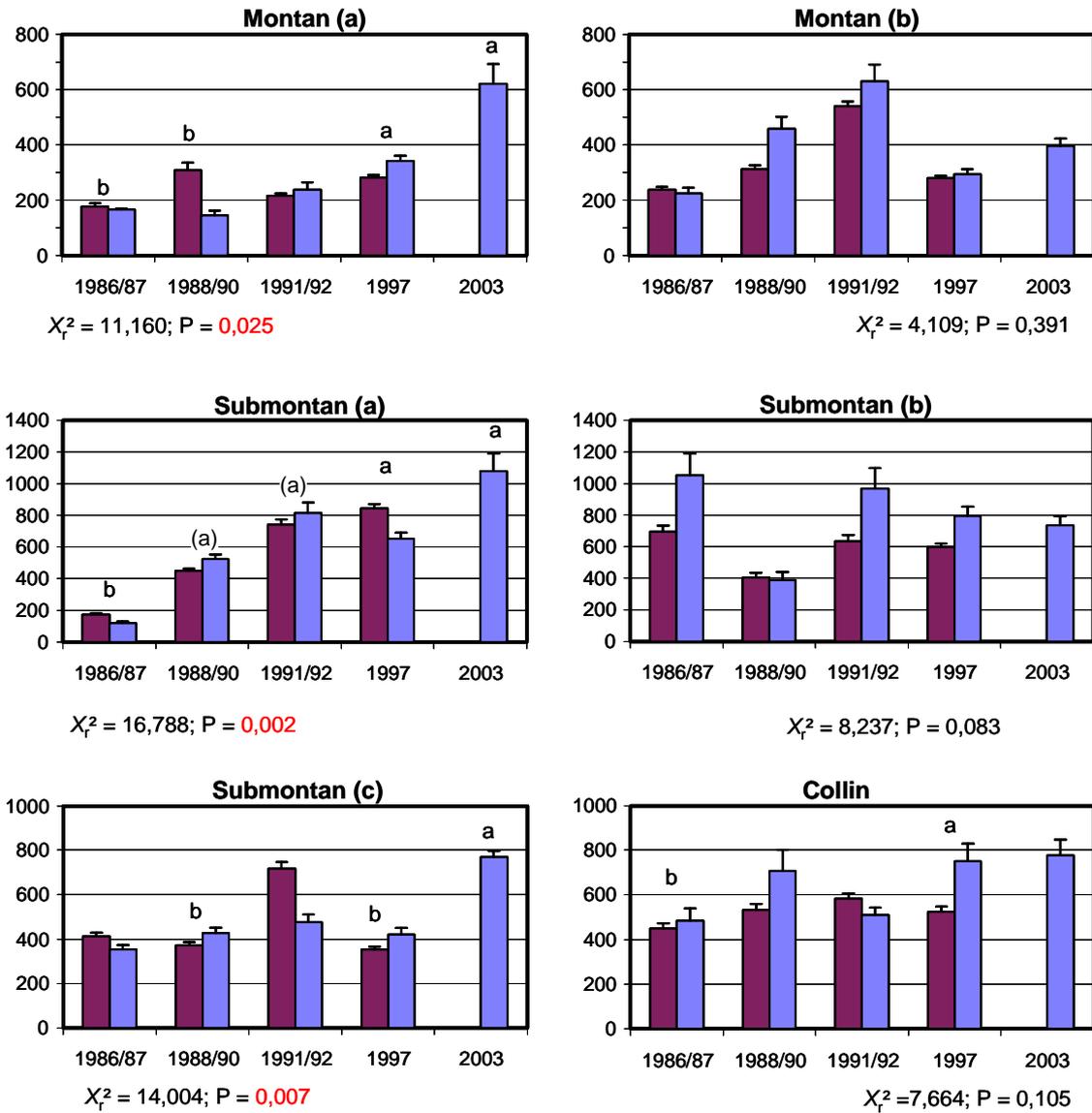


Abb. 26. Individuendichten in den verschiedenen Regionen und Untersuchungszeiten von Arten, die **bevorzugt in Laub- und Laubmischwäldern** vorkommen. Weitere Angaben siehe Abb. 4.

---

## Schlussfolgerungen

Im Rahmen des vorliegenden Auftrages wurden Collembolengemeinschaften in Monitoringflächen Baden-Württembergs untersucht, um zeitliche Entwicklungen der Gemeinschaften vor allem vor dem Hintergrund von Klimaerwärmung und Bodenversauerung aufzudecken.. Diesen Fragen wurde schrittweise nachgegangen. Zuerst erfolgte eine Analyse der zusammengestellten Daten nach allgemeinen Entwicklungstendenzen auf der Ebene der Gesamtgemeinschaften. Danach wurden die Daten nach faktor-unspezifischen Veränderungen in den Populationen einzelner Arten durchsucht. Anschließend wurde nach Veränderungen von Artengruppen gesucht, die bezüglich der Fragestellungen relevante ökologische Faktoren aufweisen. Diese schrittweise spezifischer werdenden Analysen ergeben ein Gesamtbild über die Entwicklung der Collembolenfauna in den Boden-Dauerbeobachtungsflächen (BDF) zwischen 1986 und 2003.

Auf der Gemeinschaftsebene erhöhten sich die Gesamtindividuedichten in allen Regionen kontinuierlich bis zur Erreichung der höchsten Werte in den Jahren 1997 bzw. z.T. bereits 1991/92. Erst im Jahre 2003 wurden wieder reduzierte Abundanzen vorgefunden. Bei den einzelnen Arten traten in der großen Mehrheit der Fälle ebenfalls zunehmende Abundanzen auf, die ihre individuenreichen Populationen oft bereits 1991/92 erreichten. Auch hier wurden wieder reduzierte Populationen im Jahre 2003 festgestellt. Noch deutlicher entwickelte sich die durchschnittliche Anzahl erfasster Arten pro Termin, die in allen Regionen kontinuierlich von 1986 bis 1997 anstieg. Die Artenzahlen nahmen dann ebenfalls im Jahr 2003 wieder ab. Diese allgemeinen Entwicklungen sprechen nicht für negative Auswirkungen auf die Collembolenfaunen der BDF. Die meisten experimentellen und Freiland-Studien zur Klimaveränderung stellten signifikante Reduktionen der Abundanzen und Artenzahlen von Collembolengemeinschaften in Folge erhöhter Temperaturen oder Trockenheit fest (HANSEN et al. 2004, LINDBERG 2003, LINDBERG & BENGTSSON 2006, MCGEOGH et al. 2006, SJURSEN et al. 2005). Die Entwicklungen der Collembolen in den BDF Baden-Württembergs deuten deshalb bis 1997 eher auf eine allgemeine Verbesserung der Lebensraumbedingungen hin. Die Abnahmen im Jahr 2003 - bei allen Parametern: Individuedichten insgesamt, Populationen einzelner Arten oder Artengruppen, Artenzahlen sowie die Anzahl seltener Arten – ist höchstwahrscheinlich auf die außerordentlich heiße und trockene Witterung des Jahres zurückzuführen. Die meisten Studien über Klimaveränderungen führten Reduktionen der Collembolen v.a. auf zunehmende Trockenheit der Böden hin (JUCEVICA & MELECIS 2005, MELECIS et al. 2005, SINCLAIR 2002). Im Vergleich zu den Vorjahren war erst das Jahr 2003 bundesweit außerordentlich trocken, so dass die Reduktionen vermutlich zunächst das Phänomen eines einzelnen Jahres darstellen. Selbst wenn in den Jahren vorher (1986 – 1997) zunehmende Temperaturen in den BDF herrschten, sind sie in diesen Waldstandorten offensichtlich nicht mit zunehmender Trockenheit der Böden einhergegangen. Unter wiederholter trockener Witterung v.a. während der Vegetationszeit können sich die negativen Entwicklungen des Jahres 2003 durchaus fortsetzen.

In vielen Studien über Auswirkungen des Klimawandels wurde bei reinen Temperaturerhöhungen bzw. erhöhten CO<sub>2</sub>-Zugaben eine Erhöhung der mikrobiologischen Biomasse und ihrer Aktivität, sowie erhöhte Wurzelausscheidungen und erhöhtes Mykorrhizawachstum und –biomasse festgestellt (HEINEMEYER & FITTER 2004, NICKLAUS et al. 2003, RILLIG et al. 1999, SENEVIRATNE 2003, WARDLE et al. 1998). Diese erhöhte Aktivität ist v.a. auf eine Steigerung der pflanzlichen Nettoprimärproduktion und der dazugehörigen erhöhten C-Zufuhr im Boden zurückzuführen (ZAK et al. 2000). Mikroorganismen des Bodens stellen in großem Maß die Nahrungsgrundlage von Collembola dar, so dass eine Steigerung des bodenmikrobiologischen Wachstums und der Prozesse eine Erhöhung der Nahrungsressourcen der Collembolengemeinschaften gleichzusetzen ist. In einigen Studien wurden bei reinen Temperaturerhöhungen oder variablen Temperaturen sogar eine leichte Erhöhung der Gesamtabundanz und des Artenreichtums der Collembolen festgestellt (KENNEDY 1994, HUHTA & HÄNNINEN 2001). In Untersuchungen zur Auswirkung des Klimawandels auf Bodenorganismen ist beobachtet worden, dass insbesondere Collembolen indirekt durch „bottom-up“ Prozesse, d.h. durch Veränderung der Nahrungsressourcen, beeinflusst werden (HANSEN et al. 2004, SJURSEN et al. 2005, WARDLE et al. 1998). Deshalb sprechen die hier festgestellten Erhöhungen der Gesamtdichten, Dichten einzelner Arten sowie des Artenreichtums nicht unbedingt gegen eine mögliche Erwärmung der klimatischen Verhältnisse in den untersuchten DBF während der letzten 20 Jahren, sondern zeigen lediglich dass keine negativen Auswirkungen festzustellen sind. Es ist plausibel – obwohl nicht nachzuweisen und somit rein spekulativ – dass die allgemeine Zunahme der Collembolengemeinschaften durch eine klimainduzierte Steigerung der Bodenprozesse in den BDF verursacht wurde. Andere mögliche Ursachen einer Zunahme der bodenbiologischen Aktivität – die allerdings noch nicht nachgewiesen ist – müssen jedoch ebenfalls in Betracht gezogen werden.

Eine mögliche methodenbedingte Ursache der Erhöhungen der Artenzahlen insgesamt bzw. insbesondere der seltenen Arten muss erwähnt werden, die durch die verbesserten taxonomischen Kenntnisse der letzten Jahre oder durch den Wechsel des Sachbearbeiters im Jahr 2003 hätten entstehen können. Beispielsweise wurden einige häufige Taxa Mitte/Ende der 80er Jahre in verschiedene Arten taxonomisch aufgespalten (z.B. *Mesaphorura*, *Folsomia quadrioculata* Grp., *Protaphorura armata* Grp.). Diese taxonomischen Neukenntnisse können zu einer Erhöhung der Artenzahlen führen. Die Steigerungen des Artenreichtums sind jedoch nur in den verschiedenen Regionen und lediglich als durchschnittliche Artenzahl pro Fläche und Termin zu erkennen. Insgesamt ist die Artenzahl seit 1988 in den verschiedenen Regionen trotz Schwankungen relativ konstant geblieben. Dies spricht gegen einen Anstieg der Artenzahlen aufgrund einer erhöhten taxonomischen Genauigkeit. Außerdem ist der frühere Sachbearbeiter für den BDF Baden-Württembergs (= GEFU) einer der Ersten in Deutschland, der über die neuen taxonomischen Erkenntnisse berichtet, so dass diese Informationen frühzeitig in seine Determination der Collembolen geflossen sind. Insgesamt

---

erscheinen die Erhöhungen deshalb natürliche Phänomene darzustellen. Da sich nur die durchschnittliche Artenzahl pro Termin erhöht, ist die Steigerung des Artenreichtums vermutlich weniger durch die Neubesiedelung der BDF durch zusätzliche Arten als durch eine allgemeine Zunahme der Populationen seltener Arten sowie der Artendichte insgesamt auf kleineren räumlichen Skalen innerhalb der BDF zurückzuführen. Durch eine Erhöhung der Artendichte ( $\neq$  Artenreichtum) können mit der Probandichte der Untersuchungen mehr Arten regelmäßiger erfasst werden.

Die Veränderungen der Populationen einzelner Arten wurden zunächst bewertungsfrei analysiert, d.h. ohne Konzentration auf spezifische ökologische Typen. Es sollte mit den ersten Auswertungen festgestellt werden, ob Veränderungen überhaupt stattgefunden haben sowie bei welchen und wievielen Arten. Wie oben erwähnt, nahmen erstaunlicherweise in allen Regionen die Populationen relativ vieler Arten signifikant zu und nur wenige Arten – in manchen Regionen sogar nur vereinzelte Arten – nahmen ab. Dies betrifft allerdings nur solche Arten, die in für statistische Analysen ausreichendem Individuenreichtum nachgewiesen wurden. Die Abundanzen und v.a. die Erfassbarkeit von Arten mit individuenarmen Populationen schwanken natürlicherweise, so dass keine gesicherten Aussagen über ihre Entwicklungstendenzen getroffen werden können. Erst nach der Feststellung von signifikanten Veränderungen individuenreicherer Arten wurden die ökologischen Ansprüche dieser Taxa näher betrachtet, um zusammenhängende Entwicklungen erkennen zu können. Bei den zurück gehenden Arten konnte kein ökologischer Zusammenhang erkannt werden. Diese Arten sind entweder selten und autökologisch relativ unbekannt oder zeigen eine hohe ökologische Amplitude, sodass sie keinen bioindikatorischen Aussagewert besitzen. Es kann keine Erklärung für die Reduktionen ihrer Populationen gegeben werden, da sie genauso auf veränderte Habitatbedingungen, Nahrungsressourcen oder Konkurrenzverhältnisse zurückzuführen sein könnten. Auch die Arten, die tendenziell zugenommen haben, waren sehr häufig euryök, sodass auch anhand ihrer Veränderungen wenig Rückschlüsse auf die Habitatbedingungen gezogen werden können. Die Mehrzahl dieser Arten, obwohl nicht stenöke Laubwaldarten, sind allerdings häufig in Wäldern zu finden. Dies ist einerseits nicht erstaunlich, da die untersuchten BDF weitgehend Laub- und Laubmischwaldstandorte darstellen. Andererseits ist durch die Zunahme solcher Arten festzustellen, dass sich die allgemeinen Bedingungen in den Wäldern für viele Arten offensichtlich verbessert haben, sei es aufgrund verbesserter abiotischen Habitatbedingungen, Nahrungsressourcen oder weiterer Faktoren.

Temperaturerhöhungen scheinen früher auf kleinere euedaphische Arten negativ zu wirken (JUCEVICA & MELECIS 2005). Durch die verlangsamte Wärmediffusion im Boden würde allerdings eine allgemeine Erhöhung der Lufttemperaturen besonders in Waldböden einen geringeren Einfluss zeigen und hemi- und euedaphische Arten weniger beeinträchtigen. Auffallend ist diesbezüglich, dass die Mehrzahl der signifikant „zunehmenden“ Arten eu- und hemiedaphische Lebensformen darstellten. Dies ist z.T. methodisch bedingt: Durch die

Entnahme und Extraktion der Tiere aus Bodenproben werden größere epedaphischen Arten nur selten erfasst. Die Zunahme dieser Arten zeigt jedoch, dass das Temperaturregime in den Böden zumindest nicht so weit gestiegen ist, dass diese Arten beeinträchtigt wurden. Ein verändertes Feuchteregime würde jedoch vor allem euedaphische Arten negativ beeinflussen (JUČEVICA & MELECIS 2005), was mit den vorliegenden Daten nicht konstatiert werden kann.

Durch die Gruppierung von Arten ähnlicher ökologischer Ansprüche wurde schließlich ein explizit bioindikatorisches Vorgehen bei der Datenanalyse angewandt. Die ökologischen Faktoren, nach denen Arten zusammengefasst wurden, bestimmte die Hauptfragestellung. Außerdem konnten hierbei Arten individuenärmerer Populationen berücksichtigt werden, die bei den Auswertungen einzelner Arten nicht erfasst werden konnten. Es muss allerdings angemerkt werden, dass die Entwicklungen der ökologischen Gruppen lediglich Tendenzen aufzeigen und keinen eindeutig kausalen Nachweis eines Wirkungsfaktors erbringen können. Die Bodenbiologie ist komplex und Entwicklungen einzelner Organismengruppen hängen von mehreren Faktoren ab. Deshalb sind keine eindeutigen monokausalen Wirkungsketten zu erwarten. Stattdessen muss die Summe der verschiedenen Entwicklungen für eine Bewertung herangezogen werden.

Weiterhin muss bei der Bewertung der Entwicklungen berücksichtigt werden, dass die autökologischen Gruppen eher als grobe denn als präzise Gruppen angesehen werden müssen. Erstens konnte bei der Erarbeitung der ökologischen Ansprüche der einzelnen Arten in der Kürze der Zeit nicht die komplette, seit über 50 Jahre angesammelte Literatur gesichtet werden. Viele Arbeiten mussten weiterhin als wenig zuverlässig oder aufgrund mangelnden Aussagewerts verworfen werden. Vor allem werden aber in der wissenschaftlichen Literatur die ökologischen Begleitdaten meist nur lückenhaft angegeben. In den heutigen Fachzeitschriften werden außerdem meistens auch keine kompletten Artenlisten mehr aufgeführt. Diese Verhältnisse machen eine genaue Datenauswertung selbst in einer einfachen Metaanalyse wie in dem vorliegenden Gutachten schwierig. Außerdem fanden in vielen Projekten Collembolenerhebungen auch nur lückenhaft statt. Nur selten wurden umfangreiche Studien mit zeitgleicher Erfassung abiotischer und biotischer Habitatbedingungen durchgeführt, so dass die genaue ökologische Bandbreite einzelner Arten oft weitgehend unbekannt ist. Trotzdem sind genug Informationen vorhanden, um eine bioindikatorische Bewertung der Collembolendaten der BDF vorzunehmen.

Der Frage nach einer möglichen Versauerung der Böden der BDF wurde mithilfe von Arten nachgegangen, die ihre höchsten Populationsdichten entweder in sauren Böden (= „azidophile“ Arten i.w.S.) oder in neutralen bis höchstens schwach sauren Böden (= „azidophobe“ Arten i.w.S.) erreichen. Die Entwicklungen dieser Gruppen waren eindeutig. „Azidophile“ Arten zeigten keine durchgehenden Entwicklungstendenzen. In manchen Regionen nahmen solche Arten zwar bis 1991/92 zu, danach gingen ihre Populationen aber wieder zurück. Diese Entwicklungen waren jedoch selten statistisch signifikant. Die Individuendichten dieser Arten waren relativ hoch, besonders in den montanen Regionen.

Dies kann als Hinweis darauf gewertet werden, dass das Säurepotential der Böden hoch ist. Da die pH-Werte der Böden der BDF jedoch nicht zur Verfügung standen, sind keine genaueren diesbezüglichen Aussagen möglich. Demgegenüber nahmen „azidophobe“ Arten kontinuierlich und deutlich in allen Regionen zu. Im Gegensatz zu den „azidophilen“ Arten kamen diese Arten (ohne *P. notabilis*) allerdings lediglich in geringen Populationsstärken vor. Normalerweise ermöglicht das Vorkommen nur weniger Individuen keine statistische Signifikanz. Die Zunahmen „azidophober“ Arten waren jedoch oft hochsignifikant, sodass ihre Populationssteigerung als gesichert gelten kann. Bodenversauerung sowie Kalkung hat in experimentellen Untersuchungen unterschiedliche Auswirkungen auf die Collembolenfauna gezeigt (HÄGVAR 1984, 1990, HÄGVAR & ABRAHAMSEN 1984, KOPESKI 1992). Die Reaktionen waren artspezifisch, wobei einige wenige Arten auf Versauerung und andere Arten auf reduzierte Bodensäure mit Populationssteigerungen reagierten. Deshalb muss, wie im vorliegenden Fall, die Entwicklung verschiedener Arten (-gruppen) getrennt betrachtet werden. Die hier ausgewerteten Collembolenfaunen der BDF zeigen keine Anzeichen einer zunehmenden Versauerung der Böden. Bioindikatorisch ist im Gegenteil eine abnehmende Versauerung der Böden spätestens ab 1991 in allen Regionen zu verzeichnen, auch in montanen Regionen mit hohem Nadelwaldanteil. Die Zunahme azidophiler Arten bis 1991 und ihre anschließende Abnahme lässt vermuten, dass eine Versauerung der Böden der BDF bis Anfang der 90er Jahre stattgefunden hat, die sich in den folgenden Jahren reduzierte. Nachzufragen wäre beispielsweise, ob die Wälder dieser Flächen in diesem Zeitraum gekalkt wurden. Kalkung hatte in anderen Studien zunächst eine negative Auswirkung auf die Collembolenfauna (GIESSEN et al. 1997, HÄGVAR 1984), und erst nach einiger Zeit konnte eine positive Entwicklung spezifischer Arten nachgewiesen werden. Dies könnte die hier festgestellte langsame Veränderung auf niedrigem Populationsniveau erklären.

Die Frage nach möglichen Anzeichen einer Klimaerwärmung war bioindikatorisch komplexer zu beantworten. Drei autökologische Faktoren wurden hierfür heran gezogen. Erstens wurde nach Veränderungen biogeographischer Verbreitungstypen gesucht. Es wurde die Hypothese aufgestellt, dass sich bei zunehmender Klimaerwärmung Arten aus südlichen Gebieten, z.B. mediterrane oder pontische Arten, in den Baden-Württembergischen Wäldern zunehmend ausbreiten könnten. Solche Arten kamen in den BDF im Untersuchungszeitraum allerdings lediglich in individuenarmen Populationen vor. Deshalb konnten keine durchgehenden Entwicklungen bei diesen Arten festgestellt werden. Trotzdem wurden die höchsten Dichten solcher Arten in den meisten Regionen erst ab 1997 festgestellt. Eine Zunahme war allerdings selten statistisch zu sichern. Die leichte positive Tendenz kann also lediglich als mögliches erstes Anzeichen einer Ausbreitung solcher Arten bewertet werden. Weitere Beobachtungen sind nötig, um eine Zunahme dieser Arten sicher nachzuweisen oder verwerfen zu können.

Weiterhin wurde die Entwicklung von Arten analysiert, die bevorzugt im Tiefland bzw. in montanen Gebieten vorkommen. Diese Analyse basiert auf der Annahme, dass bei wärmer werdenden Bedingungen montane Arten abnehmen und Tieflandarten sich in höheren Lagen

ausbreiten. Für alpine Gebiete wurde eine solche Entwicklung bereits beschrieben (RUSEK 1998). Arten mit einer deutlichen Bevorzugung bestimmter Höhenlagen wurden in den DBF allerdings auch nur in geringen Populationsstärken nachgewiesen. Es konnten keine durchgehenden Tendenzen in den verschiedenen Regionen festgestellt werden. Die wichtigsten BDF für diese Betrachtung sind diejenigen der zwei montanen Regionen. Nur in der montanen Region-a kann jedoch eine leicht abnehmende Tendenz montaner Arten und zunehmende Tendenz von Tieflandarten konstatiert werden. Lediglich die letztgenannte Entwicklung war statistisch signifikant. Somit kann dieses Ergebnis nicht als gesichert bewertet werden.

Schließlich wurde nach einer Entwicklung von Arten geforscht, die bevorzugt in wärmeren Böden größere Populationen aufbauen (= thermophile Arten i.w.S.). Bei zunehmender Erwärmung der Böden wäre eine Zunahme solcher Arten zu erwarten. Auch thermophile Arten kamen in den BDF nur in individuenarmen Populationen vor. Trotzdem wurde in den meisten Regionen ein leichter Populationszuwachs dieser Arten im Laufe der Jahre festgestellt. Die Zunahmen waren jedoch in den wenigsten Fällen statistisch signifikant. Allerdings kamen thermophile Arten als einzige Gruppe in nennenswerten Populationen in dem heißen, trockenen Jahr 2003 vor und zeigten in diesem Jahr ihrer höchsten Dichten. Sie gehörten zu den wenigen Arten, die 2003 keine Reduktionen sondern sogar Populationssteigerungen erfahren haben. Somit zeigen solche thermophile Arten, dass sie durch wärmere Bodenbedingungen durchaus mit Populationszuwachs reagieren und deshalb als Bioindikatoren geeignet sind.

In der Gesamtbetrachtung zeigen die ökologischen Artengruppen also nur geringe Entwicklungstendenzen. Die niedrigen Individuendichten der meisten Vertreter dieser Gruppen machen eine eindeutige Aussage schwierig. Deshalb kann mit den zur Verfügung stehenden Daten ein eindeutiges Anzeichen eines Klimawandels bioindikatorisch nicht konstatiert werden. Die leichten Bestandsveränderungen der hier betrachteten ökologischen Gruppen erlauben es jedoch ebenso wenig, Auswirkungen einer Klimaerwärmung auszuschließen. Eine leichte Tendenz hin zu wärmer werdenden Habitatbedingungen kann mit den vorliegenden Ergebnissen somit als möglich betrachtet werden, ist aber nicht eindeutig nachzuweisen. Die Klimaerwärmung ist allerdings eine relativ neue und noch nicht eindeutig nachzuweisende Entwicklung der letzten 1-2 Jahrzehnte. Besonders in den relativ geschützten Laubwäldern der BDF werden ihre Auswirkungen im Gegensatz zu exponierten Standorten noch gering und subtil sein. Bodentiergruppen reagieren außerdem relativ langsam auf Bodenveränderungen (DUNGER 1968). Deshalb sind eindeutige diesbezügliche Entwicklungen in diesen Standorten noch nicht zu erwarten. Weitere Beobachtungen besonders der bioindikatorisch relevanten Artengruppen sind notwendig, um ihre zukünftigen Entwicklungen zu verfolgen und die Frage nach Auswirkungen eines Klimawandels beantworten zu können.

Bei den zeitlichen Bestandsentwicklungen der einzelnen Arten war auffällig, dass viele der zunehmenden Arten häufig in Laubwaldstandorten vorkommen. Deshalb wurden Veränderungen der ökologischen Artengruppen untersucht, die entweder in Nadel-, Laub- oder in Laubmischwäldern ihren Verbreitungsschwerpunkt aufweisen. Die Individuendichte stenöker Nadelwaldarten war erstaunlich gering, auch in den montanen Regionen mit hohem Nadelwaldanteil. Es konnten keine durchgehenden Tendenzen oder signifikanten Veränderungen dieser Arten festgestellt werden. Auch die stenöken Laubwaldarten kamen in extrem niedrigen Abundanzen vor. Trotzdem konnte in einigen wenigen Regionen eine leichte, aber signifikante Steigerung ihrer Populationen nachgewiesen werden. Die deutlichsten Veränderungen wurden jedoch bei Arten nachgewiesen, die sowohl in Laub- als auch in Laubmischwäldern bevorzugt vorkommen. Solche Arten traten in fast allen Regionen in mittleren Individuendichten auf und nahmen außerdem im Laufe der Jahre kontinuierlich zu, in mehreren Regionen sogar statistisch signifikant. Damit können diese Ergebnisse zusammen mit den Erhöhungen der allgemeinen Individuendichten und Artenzahlen in den BDF stärker werdende Waldgemeinschaften konstatieren. Die wichtigsten Arten dieser Veränderungen sind jedoch weniger stenöke Laubwaldarten, sondern vor allem Laubwaldarten mit breiteren ökologischen Ansprüchen.

Dieser Entwicklung können unterschiedliche Ursachen zugrunde liegen. In Studien zur Klimaerwärmung ist verschiedentlich festgestellt worden, dass auf fluktuierende Temperaturen ohne gleichzeitig erhöhte Trockenheit v.a. euryöke Arten mit einer großen Nischenbreite mit Populationswachstum reagieren können (LINDBERG 2003). Es wäre möglich, dass aufgrund leicht steigender Temperaturen die Böden der BDF mit erhöhter mikrobiologischer Aktivität und Wachstum reagieren, wie oben bei der Erhöhung der allgemeinen Individuendichten und Artenzahlen diskutiert wurde. Aufgrund solcher erhöhten Nahrungsressourcen wäre es plausibel, dass zuerst euryöke Laubmischwaldarten mit stärkerem Populationswachstum reagieren können. Andererseits wäre eine Entwicklung der Biozönose nach forstlichen Eingriffen eine weitere Erklärung. Bodenlebensgemeinschaften verändern sich insbesondere in Wäldern ausgeprägt langsam (über mehrere Jahrzehnte: DUNGER 1968, RUF & LAMPE 2001). Die Waldgeschichten der untersuchten BDF standen jedoch nicht zur Verfügung. Dadurch ist unbekannt, ob die Wälder seit einem langen Zeitraum als Laubwälder bewirtschaftet wurden. Falls vorher Nadelbäume in diesen Standorten vorherrschten, könnte die Entwicklung der Collembola die Entwicklung der Waldböden in den letzten 20 Jahren in Richtung Laubwaldböden widerspiegeln. Durch die anthropogene Prägung von Wäldern wäre die deutlichste Entwicklung weniger bei stenöken Laubwaldarten sondern bei euryöken Waldarten zu erwarten.

Collembolengemeinschaften hängen von den verschiedensten Faktoren ab: abiotische Habitatbedingungen, Nahrungsressourcen, intra- und interspezifische Konkurrenz, Räuberdruck usw. Die Entwicklungs- und Veränderungsmöglichkeiten sind deshalb vielfältig und bioindikatorisch nicht monokausal zu erklären. Die festgestellten Entwicklungen, die z.T.

deutlich (allgemeine Individuendichten, Artenzahlen) z.T. aber auch subtil (ökologische Artengruppen) sind, erlauben die verschiedensten Erklärungsmöglichkeiten. Insbesondere erhöhte Temperaturen des Klimawandels führen zu vielen indirekten Effekten (s. obige Zitate), die auf die Collembolenfauna unterschiedlich und, da artspezifisch, auch in unterschiedliche Richtungen wirken können. Deshalb kann aufgrund der hier festgestellten Entwicklungen nur die Möglichkeit der Auswirkung einer Klimaerwärmung aufgestellt werden. Sie lassen jedoch viele weitere Erklärungsmöglichkeiten zu. Schwierigkeiten bei der Bewertung der festgestellten Entwicklungen bereiten v.a. die mangelnden Hintergrunddaten, z.B. zur Entwicklung der Bodentemperaturen, Boden-pH, Bodenmikrobiologie, Standortgeschichte usw. Dadurch konnten die nachgewiesenen Entwicklungen nicht in Beziehung zu möglichen verursachenden Parametern gesetzt werden. Deshalb müssen die Gründe der gezeigten Veränderungen höchst spekulativ bleiben. Weitere Beobachtungen zusammen mit einer Aufnahme weiterer Bodenparameter würden helfen, diese Entwicklungen besser zu erklären.

---

## Zitierte Literatur

- GEFU 1985. Immissionsökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg, Collembolenfauna 1985. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg. Leimen, 250 S.
- GEFU 1986. Immissionsökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg, Collembolenfauna 1986. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg. Leimen, 330 S.
- GEFU 1987. Immissionsökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg, Collembolenfauna 1987. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg. Leimen, 293 S.
- GEFU 1992. Ökologisches Wirkungskataster, Collembolenuntersuchungen auf den Walddauerbeobachtungsflächen 1990/91. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg. Heidelberg, 30 S.
- GEFU 1994. Ökologisches Wirkungskataster, Collembolenfauna 1993. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg. Heidelberg, 110 S.
- Geißen, V., Illmann, J., Flohr, A., Kahrer, R., Brümmer, G.W. 1997. Effects of liming and fertilization on Collembola in forest soils in relation to soil chemical parameters. *Pedobiologia* 41, 194-201.
- Hågvar, S. 1984. Effects of liming and artificial acid rain on Collembola and Porura in coniferous forest. *Pedobiologia* 27, 341-354.
- Hågvar, S. 1990. Reaction to soil acidification in microarthropods: Is competition a key factor? *Biol. Fert. Soils* 9, 178-181.
- Hågvar, S., Abrahmsen, G. 1984. Collembola in Norwegian coniferous forest soils. III. Relations to soil chemistry. *Pedobiologia* 27, 331-339.
- Hansen, R.A., Williams, R.S., Degenhardt, D.C., Lincoln, D.E. 2004. Non-litter effects of elevated CO<sub>2</sub> on forest floor microarthropods abundances. *Plant and Soil* 236, 139-144.
- Heinemeyer, A., Fitter, A.H. 2004. Impact of temperature on the arbuscular mycorrhizal (AM) symbiosis: growth responses of the host plant and its AM fungal partner. *J. Exp. Bot.* 55, 525-534.
- Huhta, V., Hänninen, S.-M. 2001. Effects of temperature and moisture fluctuations on an experimental soil microarthropod community. *Pedobiologia* 45, 279-286.
- Jucevica, E., Melecis, V. 2005. Long-term effects of climate warming on forest soil Collembola. *Acta Zool. Lit.* 15, 124-126.
- Kandeler, E., Tscherko, D., Bardgett, R.D., Hibbs, P.J., Kampichler, C., Jones, T.H. 1998. The response of soil microorganisms and roots to elevated CO<sub>2</sub> and temperature in a terrestrial model ecosystem. *Plant and Soil* 202, 251-262.
- Kennedy, A.D. 1994. Simulated climate change. A field manipulation study of polar microarthropod community response to global warming. *Ecography* 17, 131-140.
- Kopeski, H. 1992. Veränderung der Mesofauna eines Buchenwaldes bei Säurebelastung. *Pedobiologia* 36, 295-305.
- LfU 1993. Ökologisches Wirkungskataster Baden-Württemberg. Jahresbericht 1990/1991. Landesanstalt für Umweltschutz, Karlsruhe, 142 S.

- Lindberg, N. 2003. Soil fauna and global change. Responses to experimental drought, irrigation, fertilisation and soil warming. Dissertation Swedish Univ. Agric. Sci., Uppsula. 37 S.
- Lindberg, N., Bengtsson J. 2006. Recovery of forest soil fauna diversity and composition after repeated summer droughts. *Oikos* 114, 494-506.
- McGeoch, M.A., Le Roux, P.C., Hugo, E.A., Chown, S.L. 2006. Species and community responses to short-term climate manipulation: microarthropods in the sub-Antarctic. *Astr. Ecol.* 31, 719-731.
- Melecis, V., Jucevica, E., Salmane, I. Ventins, J. 2005. Influence of climate arming on soil mesofauna of coniferous forests of temperate latitudes. Abstract. ESA Annual Meeting, Montreal Canada .
- Niklaus, P.A., Alphei, J., Ebersberger, D., Kampichler, C., Kandeler, E., Tscherko, D. 2003. Six years of *in situ* CO<sub>2</sub> enrichment evoke changes in soil structure and soil biota of nutrient-poor grassland. *Global Change Biol.* 9, 585-600.
- Rillig, M.C. Field, C.B., Allen, M.F. 2004. Soil biota responses to long-term atmospheric CO<sub>2</sub> enrichment in two California annual grasslands. *Oecologia* 119, 1432-1939.
- Ruf, A., Lampe, E. 2001. Bodenbiologische Besonderheiten in historisch alten Wäldern. Vortrag bei der AG Bodenkunde, Universität Oldenburg, 29.01.2001.
- Rusek, J. 1998. Biodiversity of Collembola and their functional role in the ecosystem. *Biodiv. Conserv.* 7, 1207-1219.
- Schick, H. 1990. Collembolen als Bioindikatoren zur Beurteilung von Immissionseinwirkungen auf Waldökosysteme. Dissertation, Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg, 308 S.
- Seneviratne, G. 2003. Global warming and terrestrial carbon sequestration. *J. Biosci.* 28, 653-655.
- Sinclair, B.J. 2002. Effects of increased temperatures simulating climate change on terrestrial invertebrates on Ross Island, Antarctica. *Pedobiologia* 46, 150-160
- Stierhof, TH. 2003. Collembolengemeinschaften in Baden-Württembergischen Waldböden. Dissertation, Justus-Liebig-Universität Gießen, 376 S.
- Sjursen, H., Michelsen, A., Jonasson, S. 2005. Effects of long-term soil warming and fertilisation on microarthropod abundances in three sub-arctic ecosystems. *Appl. Soil Ecol.* 30, 148-161.
- Walter, H., Breckle, S.-W. 1991. Ökologie der Erde. Bd. 1. Ökologische Grundlagen in globaler Sicht. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 238 S.
- Wardle, D.a. Verhoef, H.A., Clarmolm, M. 1998. Trophic relationships in the soil microfoodweb: predicting the responses to a changing global environment. *Glob. Change Biol.* 4, 713-727.
- Zak, D.R., Pregitzer, K.S., King, J.S., Holmes, W.E. 2000. Elevated atmospheric CO<sub>2</sub>, fine roots and the response of soil microorganisms: a rewiw and hypothesis. *New Phytol.* 147, 201-222.
- Zar, J.H. 1999. Biostatistical Analysis. 4th Edn. Prentice Hall, London Sydney Toronto, 663 S.

Die folgenden Arbeiten wurden bei den autökologischen Angaben der nachgewiesenen Arten angegeben. Hier werden nur diejenigen Arbeiten aufgelistet, die im Bericht zitiert wurden. Während der Erarbeitung der autökologischen Ansprüche der verschiedenen Arten wurden noch weitere Arbeiten berücksichtigt.

- Babenko, A. 1997. The taxonomy and distribution of the genus *Anurida* (Collembola: Neanuridae) in the northern Palaearctic. *Eur. J. Entomol.* 94, 511-536.
- Bellinger, P.F., Christiansen, K.A., Janssens, F. 2007. Checklist of the Collembola of the world. <http://www.collembola.org>.
- Bockemühl, J. 1956. Die Apterygoten des Spitzberges bei Tübingen, eine faunistisch-ökologische Untersuchung. *Zool. Jb. Syst.* 84, 113-194.
- Bockemühl, J. 1966. Die Apterygoten des Spitzberges bei Tübingen. In: Landesstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg (Ed.) *Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs*, 3, 702-758.
- Böhle W. 1991. Die Collembolenfauna des Vogelsberges. *Hess. Faun. Briefe* 11, 3, 35-56.
- Bretfeld, G. 1999. Symphypleona. In: Dunger (Ed.): *Synopses on Palaearctic Collembola*, Vol. 2. Staatl. Mus. Naturk. Görlitz, 318 S.
- Chauvat, M., Zaitsev, A.S., Wolters, V. 2003. Successional changes of Collembola and soil microbiota during forest rotation. *Oecologia* 137, 269-276.
- Christian, E. 1987. *Catalogus Faunae Austriae. Teil XII a: Collembola (Springschwänze)*. Verlag der Österr. Akademie der Wissenschaften, Wien, 83 S.
- Deharveng, L., Lek, S. 1995. High diversity and community permeability: the riparian Collembola (Insecta) of a Pyrenean massif. *Hydrobiologia* 312, 59-74.
- Dunger, W. 1968. Die Entwicklung der Bodenfauna auf rekultivierten Kippen und Halden des Braunkohletagebaues. Ein Beitrag zur pedozoologischen Standortdiagnose. *Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz* 43, 2, 256 S.
- Dunger, W. 1970. Beitrag zur Collembolenfauna des Hruby Jesinik-Gebirges (Altvatergebirge). *Casopis Slezskeho Muzea Opava, Ser. A.*, 19, 35-44.
- Dunger, W. 1972. Systematische und ökologische Studien an der Apterygotenfauna des Neißetales bei Ostritz/Oberlausitz. *Abh. Ber. Naturmus. Görlitz* 47, 4, 42 S.
- Dunger, W. 1983. *Tiere im Boden. Die Neue Brehm-Bücherei* 327. A. Ziemsen Verlag, Wittenberg. 280 S.
- Dunger, W. 1984. Beobachtungen an Collembolen und anderen Antennaten in offenen Sandtrockenstellen einer Fichtenpflanzung. - *Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz* 58, 1-20.
- Dunger, W. 1987. *Proisotoma topsenti* Denis, 1948, eine seltene, zu Übervermehrung neigende Art der Collembola (Insecta). *Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz* 60, 12, 53-60.
- Dunger, W. 1989. The return of soil fauna to coal mined areas in the German Democratic Republic. In: Mayer, J.D. (ed.): *Animals in primary succession. The role of fauna in reclaimed lands*. Cambridge University Press, 307-337.
- Dunger, W., Schulz, H.-J., Zimdars, B., Hohberg, K. 2004. Changes in Collembolan species composition in Eastern German mine sites over fifty years of primary succession. *Pedobiologia* 48, 503-517.
- Fauna Europaea Web Service (2004) *Fauna Europaea* version 1.1, Available online at <http://www.faunaeur.org>

- Fjellberg, A. 2007. Checklist of Nordic Collembola. [www.geocities.com/~fransjanssens/publicat/collnord.pdf](http://www.geocities.com/~fransjanssens/publicat/collnord.pdf)
- Franz, H. 1950. Bodenzologie als Grundlage der Bodenpflege mit besonderer Berücksichtigung der Bodenfauna in den Ostalpen und im Donaubecken. Akademischer Verlag Berlin, 316 S.
- Gisin, H. 1943. Ökologie und Lebensgemeinschaften der Collembolen im Schweizerischen Exkursionsgebiet Basels. *Revue Suisse de Zoologie* 50, 4, 131-224.
- Gisin, H. 1949. Notes sur les Collemboles avec description de quatorze espèces et d'un genre nouveau. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft* 22, 385-410.
- Gisin, H. 1960. Collembolenfauna Europas. *Museum d'Histoire Naturelle, Genève*, 312 S.
- Hågvar, S. 1982. Collembola in Norwegian coniferous forest soils. I. Relations to plant communities and soil fertility. *Pedobiologia* 24, 255-296.
- Handelmann, D. 2002. Folgen eines Klimawandels für die biogene Sandstabilisierung in Küstendünen. Diss. Universität Bremen. GCA-Verlag Waabs 2006, 100 Seiten.
- Hopkin, S. 2004. <http://www.stevhopkin.co.uk/collembolamaps>, 03.2007.
- Kopeszki, H., Meyer, W. 1994. Artenzusammensetzung und Abundanz von Collembolen in Waldböden Vorarlbergs (Österreich). *Ber. Nat-med. Verein Innsbruck* 81, 151-166.
- Kopeszki, H., Meyer, W. 1996. Artenzusammensetzung und Abundanz von Collembolen in Waldböden der Provinzen Bozen und Trient (Italien). *Ber. Nat.-med. Verein Innsbruck* 83, 221-237.
- Kovařík, M. 2004. Information Sheet on Ramsar Wetlands (RIS). VIII.13 of the Conference of the Contracting Parties. Punkva subterranean stream (Podzemní Punkva), [www.wetlands.org/RSIS/COP9Directory/Directory/ris/3CZ011RISen.pdf](http://www.wetlands.org/RSIS/COP9Directory/Directory/ris/3CZ011RISen.pdf), 1-14.
- Krawczynski, R. 2006. Succession of Collembola in the postmining landscape of Lower Lusatia. Dissertation BTU Cottbus, 1-201.
- Lopes, C.M., da Gama M.M. 1994. The effect of fire on Collembolan populations of Mata da Margaraca (Portugal). *Eur. J. Soil Biol.* 30, 3, 133-141.
- Luciáñez, M.J., Simón, J.C. 1991. Estudio de la variación estacional de la Colembofauna en suelos de Alta Montaña en al Sierra de Guadarrama (Madrid). *Misc. Zool.* 15, 103-113.
- Nosek, J. 1969. The investigations on the Apterygotan fauna of the Low Tatras. *Acta Univ. Carol. Biol.* 349-528.
- Palissa, A. 1959. Beiträge zur Ökologie und Systematik der Collembolen von Salzwiesen. 1. Teil. *Dtsch. Ent. Z. N. F.* 6, 273-321.
- Palissa, A. 1960. Beiträge zur Ökologie und Systematik der Collembolen von Salzwiesen. 2. Teil. *Dtsch. Ent. Z. N. F.* 7, 257-413.
- Palissa, A. 1965. Apterygota, Insekten I. Teil. In: Bromer, P., Ehrmann, P., Ulmer, G. (ed.) *Die Tierwelt Mitteleuropas*, Bd. 4, 1.
- Palissa, A. 2000. Beiträge zur Collembolenfauna der Höhlen deutscher Mittelgebirge. *Beitr. Ent. Berlin*, 199-236.
- Ponge, J.-F. 1991. Food resources and diets of soil animals in a small area of Scots pine litter. *Geoderma* 49, 33-62.
- Ponge, J.-F. 2000. Vertical distribution of Collembola (Hexapoda) and their food resources in organic horizons of beech forests. *Biol. Fert. Soils* 32, 508-522.

- 
- Potapov, M. 2001. Isotomidae. In: Dunger, W. (Ed.): Synopses on Palaearctic Collembola, Vol.3. Abh. u. Ber. Naturkundemus. Görlitz, 601 pp.
- Poole, T.B. 1959. Studies on the food of Collembola in a Douglas fir plantation. Proc. Zool. Soc. London 132, 71-82.
- Rusek, J. 1982. European Mesaphorura species of the sylvatica-group (Collembola, Onychiuridae, Tullbergiinae). Acta ent. bohemoslov. 79, 14-30.
- Rusek, J. 1989. Ecology of Collembola. 3rd international Seminar on Apterygota, Siena, 271-281.
- Rusek, J. 1990. Collembola and other microarthropods. In: Osbornova, I. (ed.) Succession in Abandoned Fields, 56-58. Studies in Central Bohemia, Czechoslovakia Geobotany 15, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. ISBN 0-7923-0401-2.
- Rusek, J. 1992. Landscape Boundaries. Consequences for Boitic Diversity and Ecological Flows. Ecological Studies, 92, 196-214.
- Rusek, J. 1993. Air-pollution-mediated changes in alpine ecosystems and ecotones. Ecol. Application 3, 207-214.
- Rusek, J. 1995. Collembola. Folia Fac. Sci. Nat. Univ. Masarykianae Brunensis, Biologia 92, 103-109.
- Rusek, J. 2001. Microhabitats of Collembola (Insecta: Entognatha) in beech and spruce forests and their influence on biodiversity. Eur. J. Soil Biol. 37, 237-244.
- Russell, D.J., Griegel, A. 2006. Influence of variable inundation regimes on soil Collembola. Pedobiologia 50, 165-175
- Scheu, S., Folger, M. 2004. Single and mixed diets in Collembola: effects on reproduction and stable isotope fractionation. Functional Ecology 18, 1, 94-102.
- Schick, H. 1990. Collembolen als Bioindikatoren zur Beurteilung von Immissionseinwirkungen auf Waldökosysteme. Diss. Universität Heidelberg, 308 S.
- Schrader, S., Böning, M. 2006. Soil formation on green roofs and its contribution to urban biodiversity with emphasis on Collembolans. Pedobiologia 50, 347-356.
- Schulz, H.-J. 1994. Cave Collembola from the Harz and Kyffhäuser Mountains (Germany). Acta Zool. Fennica 195, 124-128.
- Schulz, H.-J. 1995. Interessante Collembolenfunde (Insecta, Collembola) aus Ostdeutschland (Harz, Thüringen und Oberlausitz). Abh. Ber. Naturkundemus Görlitz 68, 8: 43-50.
- Schulz, H.-J. 1997. Testuntersuchungen zur Collembolen-Besiedlung von zwei Humusprofilen. Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz 69, 2, 157-163.
- Schulz, H.-J., Bretfeld, G., Zimdars, B. 2002: Nomina Collembola Germanica. <http://www.collembola.org>
- Schulz, H.-J., Bretfeld, G., Zimdars, B. 2003. Verzeichnis der Springschwänze (Collembola) Deutschlands. Entomofauna Germanica, 6, 11-25.
- Skarżyński, D. 2000. Notes on morphology and behaviour of the reproductive stage of *Ceratophysella denticulata* (Bagnall, 1941) (Collembola: Hypogastruridae). Genus (Wrocław) 11, 4, 521-526.
- Skarżyński, D. 2001. Springtails (Collembola) of the Karkonosze Mountains (Poland). Fragmenta Faunistica, Warszawa 44, 203-212.
-

- Skarżyński, D. 2003. Polymorphism in *Ceratophysella armata* (Nicoet, 1841) from the Tatra Mountains (Poland) (Collembola: Hypogastruridae). *Genus* (Wrocław) 14, 1, 1-5.
- Sousa, J.P., da Gama M.M. 1994. Rupture in a Collembola community structure from a *Quercus rotundifolia* Lam. Forest due to the reafforestation with *Eucalyptus globulus* Labill. *Eur. J. Soil Biol.* 30, 2, 71-78.
- Stach, J. 1959. The apterygotan fauna of the Polish Tatra National Park. *Acta Zool. Cracoviensia* 4, 1-102.
- Stach, J. 1960. The Apterygotan fauna of Poland in relation to the world fauna of this group of insects. *Acta Monographica Musei Historiae Naturalis, Krakow*, 1-151.
- Sterzyńska, M., Ehrnsberger, R. 2005. Collembola assemblages of fen meadows in the nature reserve Stroomdallandschap Drentsche Aa (Netherlands) - the preliminary study. *Osnabrücker Naturw. Mitt.* 30/31, 137-144.
- Stierhof, T. 2003. Collembolengemeinschaften in Baden-Württembergischen Waldböden. Dissertation Justus-Liebig-Universität Gießen, 518 S.
- Strebel, O., Altner, H. 1961. Weitere Beiträge zur Apterygotenfauna des Siebengebirges und des Rodderberges. *Decheniana-Beihefte* 9, 79-106.
- Thibaud, J.-M. 1995. Recherche sur la Faune Interstitielle Aérienne des Sables Fins: les Collembolites Littoraux de L'Herault, *Ann. Soc. Entomol. Fr. (N.S.)* 31, 1, 31-37.
- Thibaud, J.-M., Schulz, H.-J., da Gama Assalino, M.M. 2004. Hypogastruridae. In: *Dunger, W. (Ed.) Synopses on Palaearctic Collembola, Vol. 4. Staatl. Mus. Naturkunde Görlitz*, 1-287.
- Thiele, A. 1990. Nahrungswahlversuche mit farbmarkierten Bodenpilzen bei Collembolen. *Braunschw. Naturk. Schr.* 3, 637-653.
- Thimm, T., Larink, O. 1995. Grazing preferences of some Collembola for endomycorrhizal fungi. *Bio. Fertil. Soils* 19, 266-268.
- Traser, G. 2002. The Collembola of the Fertó-Hanság National Park. The fauna of the Fertó-Hanság National Park, Hungarian Natural History Museum, Budapest, 259-270.
- Volz, P. 1989. Jahresrhythmen bei Collembolen (Insecta, Apterygota) - Untersuchungen in der Hördter Rheinaue. *Carolina* 47, 93-116.
- Walsh, M.I., Bolger, T. 1990. Effects of diet on the growth and reproduction of some Collembola in laboratory cultures. *Pedobiologia* 34, 161-171.
- Weiner, W. 1981. Collembola of the Pieniny National Park in Poland. *Acta Zool. Cracov.* 25, 417-500.
- Zerling, L. 1990. Zur Sukzession von Kleinarthropoden, insbesondere Collembolen, im Bodenbildungsprozess auf einer landwirtschaftlich genutzten Braunkohlekippe bei Leipzig. *Pedobiologia* 34, 83-116.
- Zettel, J. 1982. Dietary influence on the biology and metabolism of *Isotoma viridis* (Collembola). *Journal of Insect Physiology* 28, 5, 453-458.
- Zettel, U., Zettel, J. 1994. Seasonal and reproductional polymorphism in *Ceratophysella sigillata* (Uzel) (Collembola, Hypogastruridae). *Acta Zool. Fennica* 195, 154-156.
- Zettel, U., Zettel, J. 1994a. Development, phenology and surface activity of *Ceratophysella sigillata* (Uzel) (Collembola, Hypogastruridae). *Acta Zool. Fennica* 195, 150-153.

- Zettel, J., Zettel, U., Suter, C., Streich, S., Egger, B. 2002. Winter feeding behaviour of *Ceratophysella sigillata* (Collembola: Hypogastruridae) and the significance of eversible vesicles for resource utilisation: Proceedings of the Xth International Colloquium on Apterygota, České Budejovice 2000: Apterygota at the Beginning of the Third Millennium. *Pedobiologia* 46, 3-4, 404-413.
- Zimdars, B., Dunger, W. 1994. Tullbergiinae. In: Dunger, W. (Ed.) Synopses on Palearctic Collembola. Vol. I. Abh. u. Ber. Naturkundemus. Görlitz 68, 3-4, 1-70.

Anhang 1. Liste der im vorliegenden Bericht berücksichtigten Bodendauerbeobachtungsflächen des ökologischen Wirkungskatasters sowie ihre jeweiligen Beprobungszeitpunkte (x).

BDF-Nr.	Standort	Höhe üNN	1986			1987			1988			1990			1991			1992			1997			2003		
			Frühjahr	Sommer	Herbst																					
10	Engen	490				x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x			
20	Überlingen	480	x	x	x				x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x
21	Salem	480	x	x	x				x	x	x				x	x	x				x	x	x			
30	Bad- Waldsee	590				x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x
40	Wangen	700	x	x	x				x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x
60	Riedlingen	620	x	x	x				x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x
70	Biberach	630				x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x			
71	Leutkirch	670				x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x
80	Ulm	490	x	x	x				x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x
90	Wain	550				x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x			
100	Stockach	550	x	x	x				x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x
110	Wehingen	810				x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x			
111	Immendingen	840				x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x			
120	Balingen	900	x	x	x				x	x	x				x	x	x				x	x	x			
130	Bad Urach	720				x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x			
131	Münsingen	790				x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x			
140	Zwiefalten	725	x	x	x				x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x
150	Steinheim	650				x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x			
160	Giengen a.d.B.	510	x	x	x				x	x	x				x	x	x				x	x	x			x
170	Hechingen	590				x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x			
180	Kirchheim u.T.	390		x	x				x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x
190	Aalen	460				x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x
200	Bebenhausen	465	x	x	x				x		x				x	x	x				x	x	x			
220	Welzheim	510	x	x	x				x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x
230	Schwäbisch Hall	490				x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x			
240	Stühlingen	530	x	x	x				x	x	x				x	x	x				x	x	x			
241	Waldshut-Tiengen	390	x	x	x				x	x	x				x	x	x				x	x	x			
250	Donaeschingen FF	800				x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x			

## Anhang 1. (Fortsetzung)

BDF-Nr.	Standort	Höhe üNN	1986			1987			1988			1990			1991			1992			1997			2003		
			Frühjahr	Sommer	Herbst																					
250	Donaueschingen FF	800				x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x			
260	Sulz a.N.	550	x	x	x				x	x	x				x	x	x				x	x	x			
261	Horb a.N.	550	x	x	x				x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x
270	Wiernsheim	350				x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x
280	Maulbronn	390	x	x	x				x	x	x				x	x	x				x	x	x			
291	Bruchsal-Ost	230				x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x			
300	Künzelsau	325	x	x	x				x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x
310	Crailsheim	415				x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x			
320	Hardheim	360	x	x	x				x	x	x				x	x	x				x	x	x			
330	Tauberbischofsheim	350				x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x
350	Weinheim (Schriesheim)	290				x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x
360	Pfalzgrafeweiler	680	x	x	x				x	x	x				x	x	x				x	x	x			
370	Murgschifferschaft	900				x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x
380	Ottenhöfen	760	x	x	x				x	x	x				x	x	x				x	x	x			x
390	Hausach	630				x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x			
400	Donaueschingen	1000	x	x	x				x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x
402	Furtwangen	960	x	x	x				x	x	x				x	x					x	x	x			
410	Schönau	1250				x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x
420	Bad Säckingen	380	x	x	x				x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x
421	Lörrach	450	x	x	x				x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x
430	Kandern	370				x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x
440	Freiburg	220	x	x	x				x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x
460	Lahr	158	x	x	x				x	x	x				x	x	x				x	x	x			
470	Offenburg	240				x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x			
480	Müllheim	210	x	x	x				x	x	x				x	x	x				x	x	x			
490	Karlsruhe (Auwald)	100				x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x

Anhang 1. (Fortsetzung)

BDF-Nr.	Standort	Höhe uNN	1986			1987			1988			1990			1991			1992			1997			2003		
			Frühjahr	Sommer	Herbst																					
500	Karlsruhe (Hardtwald)	112	x	x	x				x	x	x				x	x	x				x	x	x			
510	Schwetzingen	100				x	x	x				x	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x
520	Weinheim (Mannheim)	100	x	x	x				x	x	x				x	x	x				x	x	x			
<b>In den statistischen Analysen wegen zu wenigen Beprobungszeitpunkten nicht berücksichtigte Flächen</b>																										
210	Stuttgart	440				x	x	x																		
211	Stuttgart	430															x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
290	Eppingen	230				x	x	x																		
292	Eppingen	230															x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
340	Eberbach	400	x	x	x				x	x	x															
341	Eberbach	450													x	x					x	x	x		x	x
450	Breisach	310										x	x	x			x	x	x	x	x	x				
161(n)	Giengen a.d.B. NEU																x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Anhang 2. Liste der den verschiedenen Regionen zugehörigen Boden-Dauerbeobachtungsflächen (vgl. Abb. 1), die im vorliegenden Bericht ausgewertet wurden.

<b><u>collin/planar</u></b>		<b><u>submontan-a</u></b>		<b><u>montan-a</u></b>	
		10	Engen	111	Immendingen
291	Bruchsal-Ost	20	Überlingen	250	Donaueschingen FF
350	Weinheim (Schriesheim)	21	Salem	360	Pfalzgrafenweiler
440	Freiburg	30	Bad- Waldsee	370	Murgschifferschaft
460	Lahr	100	Stockach	380	Ottenhöfen
470	Offenburg	240	Stühlingen	390	Hausach
480	Müllheim	241	Waldshut-Tiengen	400	Donaueschingen
490	Karlsruhe (Auwald)	420	Bad Säckingen	402	Furtwangen
500	Karlsruhe (Hardtwald)	421	Lörrach	410	Schönau
510	Schwetzingen	430	Kandern		
520	Weinheim (Mannheim)			<b><u>montan-b</u></b>	
			<b><u>submontan-b</u></b>	40	Wangen
		170	Hechingen	60	Riedlingen
		180	Kirchheim u.T.	70	Biberach
		200	Bebenhausen	71	Leutkirch
		260	Sulz a.N.	110	Wehingen
		261	Horb a.N.	120	Balingen
		270	Wiernsheim	130	Bad Urach
		280	Maulbronn	131	Münsingen
			<b><u>submontan-c</u></b>	140	Zwiefalten
		80	Ulm	150	Steinheim
		90	Wain		
		160	Giengen a.d.B.		
		190	Aalen		
		220	Welzheim		
		230	Schwäbisch Hall		
		300	Künzelsau		
		310	Crailsheim		
		320	Hardheim		
		330	Tauberbischofsheim		

Anhang 3. Liste der den verschiedenen autökologischen Artengeruppen zugehörigen Arten. Die Zuordnungen erfolgten nach den autökologischen Angaben der Literatur. Es wurden nur Arten berücksichtigt, die in Boden-Dauerbeobachtungsflächen vorkamen, die in 4-5 verschiedenen Jahren beprobt wurden.

### Nach Zoogeographie

#### Arten mit nördlicher Verbreitung

*Anurida papillosa*  
*Desoria fennica*

#### Arten mit süd- bzw. südöstlicher Verbreitung

*Arrhopalites ornatus*  
*Arrhopalites terricola*  
*Caprainea marginata*  
*Cyphoderus albinus*  
*Deuteraphorura silvaria*  
*Folsomides parvulus*  
*Isotomodes templetoni*  
*Lathriopyga aurantiaca*  
*Pseudosinella wahlgreni* (5+5)  
*Stenaphorurella quadrispina*

### Nach bevorzugter Höhenlage

#### Arten des Tieflands

*Proisotoma minima*  
*Allacma fusca*  
*Anurida granulata*  
*Arrhopalites ornatus*  
*Arrhopalites sericus*  
*Ceratophysella bengtssoni*  
*Ceratophysella succinea*  
*Coloburella zangherii*  
*Cyphoderus albinus*  
*Entomobrya muscorum*  
*Folsomia ksenemani*  
*Folsomides parvulus*  
*Hypogastrura purpureascens*  
*Micranurida forsslundi*  
*Oncopodura crassicornis*  
*Onychiurus ambulans*  
*Onychiurus humatus*  
*Pachyotoma topsenti*  
*Proisotoma minuta*  
*Protaphorura cancellata*  
*Protaphorura fimata*  
*Protaphorura procampata*  
*Pseudachorutes parvulus*  
*Pseudosinella alba*  
*Pseudosinella immaculata* (0+0)  
*Pseudosinella wahlgreni* (5+5)  
*Stenaphorurella denisi*  
*Stenaphorurella quadrispina*  
*Vertagopus arboreus*  
*Xenylla brevicaudatus*  
*Xenylla grisea*  
*Xenylla tullbergi*  
*Xenyllodes armatus*

#### Montane Arten

*Deutonura conjuncta*  
*Arrhopalites principalis*  
*Entomobrya marginata*  
*Folsomia sensibilis*  
*Onychiurus parallatus* (= *P. aurantiacus*)  
*Orogastrura parva*  
*Protaphorura subarmata*  
*Protaphorura sublata*  
*Pseudachorutes subcrassus*  
*Pseudanurophorus binoculatus*  
*Schaefferia emucronata*  
*Schoettella ununguiculata*  
*Sminthurides schoetti*

## Anhang 3. (Fortsetzung)

**Nach bevorzugtem Boden-pH****acidophile bzw. säure-tolerante Arten**

*Ceratophysella sigillata*  
*Choreutinula inermis*  
*Coloburella zangherii*  
*Folsomia sensibilis*  
*Friesea mirabilis*  
*Hymenaphorura sibirica*  
*Micranurida forsslundi*  
*Micranurida pygmaea*  
*Proisotoma minima*  
*Proisotoma minuta*  
*Protaphorura glebata* (= *P. quadriocellatus*)  
*Protaphorura subarmata*  
*Pseudachorutes parvulus*  
*Pseudanurophorus binoculatus*  
*Pseudisotoma sensibilis*  
*Schoettella ununguiculata*  
*Tomocerus minor*  
*Willemia anophthalma*  
*Xenylla grisea*  
*Xenylla tullbergi*

**Acidophobe Arten**

*Entomobrya nivalis*  
*Folsomia candida*  
*Heteromurus nitidus*  
*Lepidocyrtus curvicollis*  
*Neotullbergia crassiscuspis*  
*Neotullbergia tricuspis*  
*Onychiurus ambulans*  
*Pachyotoma topsenti*  
*Parisotoma notabilis*  
*Pseudachorutes dubius*  
*Sminthurinus niger*  
*Stenaphorurella denisi*  
*Stenaphorurella quadrispina*  
*Tomocerus baudoti*  
*Xenylla brevicaudatus*

**Nach bevorzugter Boden-Temperatur****Arten, die wärmere Böden bevorzugen**

*Ceratophysella denticulata*  
*Cryptopygus thermophilus*  
*Cyphoderus albinus*  
*Entomobrya quinquelineata*  
*Folsomia candida*  
*Folsomides parvulus*  
*Hypogastrura purpureascens*  
*Isotomodes productus*  
*Oncopodura crassicornis*  
*Onychiurus parallatus* (= *P. aurantiacus*)  
*Paratullbergia callipygos*  
*Proisotoma minuta*  
*Pseudosinella immaculata* (0+0)  
*Pseudosinella ksenemani*  
*Pseudosinella wahlgreni* (5+5)  
*Stenognathellus denisi* (= *Sminthurinus denisi*)  
*Tomocerus baudoti*  
*Tomocerus vulgaris*  
*Xenylla boernerii*  
*Xenylla grisea*

**Arten, die kühlere Böden bevorzugen**

*Folsomia sensibilis*  
*Heteromurus nitidus*  
*Orogastrura parva*  
*Schaefferia emucronata*  
*Willemia denisi*

Anhang 3. (Fortsetzung)

**Arten, die Wälder im allgemeinen bevorzugen**

*Ceratophysella armata*  
*Ceratophysella denticulata*  
*Ceratophysella sigillata*  
*Ceratophysella succinea*  
*Coloburella zangheri*  
*Cryptopygus thermophilus*  
*Cyphoderus albinus*  
*Dicyrtoma fusca*  
*Dicyrtomina minuta*  
*Entomobrya muscorum*  
*Folsomia manolachei*  
*Folsomia penicula*  
*Isotomiella paraminor*  
*Lepidocyrtus curvicollis*  
*Lepidocyrtus lanuginosus*  
*Lipothrix lubbocki*  
*Megalothorax minimus*  
*Mesaphorura macrochaeta*  
*Micranurida forsslundi*  
*Micranurida pygmaea*  
*Micraphorura absoloni*  
*Neanura muscorum*  
*Onychiroides granulatus*  
*Orchesella flavescens*  
*Pogonognathellus flavescens*  
*Pogonognathellus longicornis*  
*Proisotoma minuta*  
*Protaphorura armata* (-Gruppe)  
*Protaphorura cancellata*  
*Protaphorura fimata*  
*Protaphorura glebata*  
*Protaphorura sublata*  
*Pseudisotoma sensibilis*  
*Pseudosinella alba*  
*Pseudosinella hüteri*  
*Pseudosinella ksenemani*  
*Pseudosinella wahlgreni* (5+5)  
*Sminthurinus niger*  
*Stenaphorurella denisi*  
*Tomocerus minor*  
*Tomocerus vulgaris*  
*Willemia anophthalma*  
*Willemia denisi*  
*Xenylla boernerii*  
*Xenylla grisea*

**Arten, die spezifische Waldtypen bevorzugen**

**Laubwälder**

*Arrhopalites sericus*  
*Deutonura conjuncta*  
*Dicyrtomina ornata*  
*Folsomia litsteri*  
*Hypogastrura purpurescens*  
*Lathriopyga aurantiaca*  
*Mesaphorura jarmilae*  
*Onychiurus ambulans*  
*Onychiurus humatus*  
*Onychiurus parallatus*  
*Protaphorura vontoernei*  
*Superodontella lamellifera*  
*Vertagopus arboreus*  
*Xenyllodes armatus*

**Laub-Mischwälder**

*Allacma fusca*  
*Arrhopalites ornatus*  
*Entomobrya corticalis*  
*Heteromurus nitidus*  
*Isotomodes templetoni*  
*Neelides minutus*  
*Paratullbergia callipygos*  
*Protaphorura procampata*  
*Protaphorura quadriocellata*  
*Protaphorura tricampata*  
*Pseudachorutes dubius*  
*Pseudachorutes parvulus*  
*Sminthurides parvulus*  
*Stenognathellus denisi*  
*Tomocerus baudoti*  
*Xenylla tullbergi*

**Nadelwälder**

*Anurida granulata*  
*Choreutinula inermis*  
*Entomobrya quinquelineata*  
*Folsomia sensibilis*  
*Orogastrura parva*  
*Pachyotoma topsenti*  
*Protaphorura subarmata*  
*Xenylla brevicaudatus*