

Institut für Zoologie
Universität Hohenheim
Prof. Dr. M. Blum

Aquatische Invertebratenfauna als Messinstrument für Xenobiotika in
Oberflächengewässern

Dissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors
der Naturwissenschaften
der Fakultät Naturwissenschaften
der Universität Hohenheim

vorgelegt von
Armin Zenker
aus Salzburg

2004

Die vorliegende Arbeit wurde am 7.07.2004 von der Fakultät Naturwissenschaften – der Universität Hohenheim als „Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Naturwissenschaften“ angenommen.

Tag der mündlichen Prüfung: 28.07.2004

Dekan: Prof. Dr. K. Bosch

Berichterstatter, 1. Prüfer: PD Dr. J. Böhmer

Mitberichterstatter, 2. Prüfer: Prof. Dr. R. Hilbig

Mitberichterstatter, 3. Prüfer: Prof. Dr. O. Spring

Berichte aus der Biologie

Armin Zenker

**Aquatische Invertebratenfauna
als Messinstrument für Xenobiotika
in Oberflächengewässern**

D 100 (Diss. Universität Hohenheim)

Shaker Verlag
Aachen 2004

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Zugl.: Hohenheim, Univ., Diss., 2004

Copyright Shaker Verlag 2004

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 3-8322-3394-6

ISSN 0945-0688

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen
Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9
Internet: www.shaker.de • eMail: info@shaker.de

„Man bleibt bei ihnen. Man beobachtet sie. Man berührt sie mit den Händen und spürt, was sie fühlen. Man blickt ihnen in die Augen. Man hört auf den Tonfall ihrer Stimmen und auf das, was sie sich gegenseitig zurufen. Und wenn die Tiere anfangen zu begreifen, dass man sie versteht muss man darauf achten, nicht das erste zu verpassen, was sie sagen. Wenn man das nicht hört, geben sie sich keine Mühe, es noch einmal zu versuchen.“

Doris Lessing: Die Ehen zwischen den Zonen Drei, Vier und Fünf.

Danksagung

Dem Betreuer und Berichter meiner Arbeit, Herrn PD Dr. Jürgen Böhmer, danke ich für die Vergabe dieses aktuellen Themas, für seine Unterstützung und die anregenden Diskussionen, die viel zum Fortgang der Arbeit geleistet haben.

Frau Dr. Claudia Rawer-Jost gilt mein besonderer Dank für die regen Diskussionen zum Thema sowie die kritische Durchsicht des Manuskriptes. Frau Susanne Bogusch möchte ich ebenso für ihre unermüdliche Unterstützung bei den Freilandprobennahmen danken.

Frau Dr.-Ing. Birgit Schlichtig, Herrn Dr. Bertram Kuch, Frau Carmen Schneider, Herrn Bernhard Pohl und Frau Anja Coors danke ich für die anregenden Diskussionen und dafür, dass sie mir so bereitwillig ihre Daten zur Verfügung stellten.

Mein Dank gilt auch Herrn Dr. Heinz Streble für die Anleitung zur Erstellung der histologischen Schnitte.

Herrn Dr.-Ing. Manfred Roth danke für die Ermöglichung der Freilandversuche und deren reibungslosen Ablauf in den Schönungsteichen des Lehr- und Forschungskläärwerkes der Universität Stuttgart.

Für die Revision der Limnephiliden möchte ich mich außerdem ganz herzlich bei Herrn Dr. Wolfram Graf bedanken.

Aquatische Invertebratenfauna als Messinstrument für Xenobiotika in Oberflächengewässern

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	1
2	UNTERSUCHUNGSGEBIETE.....	7
2.1	Untersuchungsgebiet Seefelder Aach	7
2.2	Untersuchungsgebiete im Großraum Stuttgart	10
2.2.1	Untersuchungsgebiet Körsch/ Krähenbach	10
2.2.2	Untersuchungsgebiet Bantäles Bach unter Einbeziehung der Schönungsteiche des Lehr- und Forschungsklärwerks der Universität Stuttgart (KA Büsnau).....	11
2.3	Untersuchungsgebiet Nette	13
3	MATERIAL UND METHODEN	16
3.1	Material und Methoden zu benthosbiologischen Untersuchungen.....	16
3.1.1	Erfassung der wasserchemischen Situation	16
3.1.2	Probenahme des Makrozoobenthos	16
3.1.3	Bestimmung des Probenmaterials	16
3.1.4	Bewertung des Xenobiotikaeintrags mit Hilfe biozönotischer Maßzahlen	17
3.1.4.1	Berechnung biozönotischer Maßzahlen.....	18
3.1.4.2	Ökologische Grundlageninformationen.....	18
3.1.4.3	Auswahl geeigneter Maßzahlen durch Korrelation mit einer Insektizid- bzw. Pestizidbelastungsklasse	18
3.1.4.4	Multimetrisches Verfahren zur Bewertung des Pflanzenschutz- mitteleintrages	19
3.1.4.5	Bewertung des Pflanzenschutzmitteleintrages mittels Diskriminanzanalyse.....	20
3.1.4.6	Mathematisch-statistische Verfahren zur Analyse der Maßzahlen	20
3.2	Quantitative Aufnahme der <i>Gammarus</i> -Populationen unterhalb und oberhalb der Kläranlage Büsnau	20
3.2.1	Versuchsdurchführung.....	21
3.2.2	Untersuchte Parameter der Populationen.....	21
3.2.3	Mathematisch-statistische Verfahren zur Analyse	22
3.3	<i>In situ</i> Exposition in Schönungsteichen der Kläranlage Büsnau	22
3.3.1	Ausgewählter Testorganismus.....	23
3.3.2	Bauweise der Expositionskäfige	23
3.3.3	Versuchsdurchführung.....	24

3.3.4	Untersuchte Wirkungskriterien.....	25
3.3.5	Mathematisch-statistische Verfahren zur Analyse der Mortalität	25
3.4	Laborversuche.....	25
3.4.1	Langzeitstudien auf Populationsebene.....	26
3.4.1.1	Versuchsdurchführung.....	26
3.4.1.2	Ausgewählter Versuchsorganismus.....	29
3.4.1.3	Besammlungsstelle des Testorganismus im Freiland.....	30
3.4.1.4	Gewählte Wirkungskriterien.....	31
3.4.1.5	Ausgewählte zu testende Stoffe	32
3.4.1.6	Nominale Konzentrationen der getesteten Insektizide	34
3.4.1.7	Mathematisch-statistische Verfahren zur Analyse der Mortalität	35
3.4.2	Verhaltenstests auf Individuenebene im Multispecies Freshwater Biomonitor 2.1® (MFB).....	35
3.4.2.1	Messprinzip	36
3.4.2.2	Einstellungen des MFB® für die Gammariden-Versuchsreihen.....	36
3.4.2.3	Verwendete Testspezies	37
3.4.2.4	Zur Untersuchung ausgewählte Wasserproben und Substanz- konzentrationen	38
3.4.2.5	Statistische Verfahren zur Analyse der Daten	38
3.5	Histologische Untersuchungen	39
4	ERGEBNISSE UND DISKUSSION.....	40
4.1	Benthosbiologische Untersuchungen - Einfluss von Xenobiotika.....	40
4.1.1	Wasserchemische Parameter der Freilanduntersuchungen	40
4.1.2	Vergleich zweier Probestandorte – Veränderung der Arten- gemeinschaft durch punktuellen bzw. diffusen Eintrag.....	41
4.1.3	Auswahl geeigneter Maßzahlen und deren Kombination als Voraussagemodell zum Herbizid-/Fungizid- bzw. Insektizideintrag	45
4.1.3.1	Maßzahlenkorrelation gegenüber Insektizid- und Herbizid-/ Fungizidklassen nach 1999/2000	45
4.1.3.2	Bildung eines multimetrischen Indexes.....	49
4.1.3.3	Vorhersagemodell mittels Diskriminanzfunktionen	53
4.1.3.4	Reaktionen ausgewählter Maßzahlen zum Insektizideintrag.....	55
4.1.4	Vorhersagekraft der Modelle	61
4.1.5	Anwendung des multimetrischen Vorhersagemodells auf Körsch, Krähenbach und Nette.....	63
4.2	Quantitative Erhebung der <i>Gammarus</i> -Populationen unterhalb und oberhalb der Kläranlage Büsnau	65
4.2.1	Verhältnis von <i>Gammarus fossarum</i> zu <i>Gammarus pulex</i>	66

4.2.2	Absolute Anzahl der Gammariden oberhalb und unterhalb des Kläranlageneinleiters	67
4.2.3	Absolute Anzahl der juvenilen Gammariden oberhalb und unterhalb des Kläranlageneinleiters	68
4.2.4	Verhältnis der juvenilen Gammariden zur absoluten Anzahl der adulten Gammariden	69
4.2.5	Verhältnisquotient der Männchen und Weibchen der Art <i>Gammarus pulex</i>	70
4.3	<i>In situ</i> Test mit <i>Gammarus fossarum</i> in den Schönungsteichen der Kläranlage Büsnau	72
4.3.1	Überlebenskurven der Adulten	73
4.3.2	Bestandskurven der Juvenilen	77
4.3.3	Empfindliche Stadien der Gammariden zu Versuchsende	78
4.4	Laborversuche	81
4.4.1	Langzeitstudien auf Populationsebene	81
4.4.1.1	Wirkungskriterium Precopula-Trennung	81
4.4.1.2	Wirkungskriterium Immobilität	82
4.4.1.3	Wirkungskriterium Häutung	82
4.4.1.4	Wirkungskriterium Fressrate	82
4.4.1.5	Wirkungskriterium Mortalität	85
4.4.1.5.1	Mortalität unter Dauerbelastung der zugesetzten Insektizidmengen	87
4.4.1.5.2	Mortalität unter gepulster Belastung der zugesetzten Insektizidmengen	88
4.4.1.5.3	Mortalität durch insektizidbelastete Nahrung	90
4.4.1.6	Additive bzw. synergistische Effekte der beiden getesteten Insektizide	90
4.4.1.7	Vergleich zu Toxizitätsdaten in der Literatur	91
4.4.1.8	Mögliche Erholung nach Exposition gegenüber Carbamaten	92
4.4.1.9	Abbauraten der eingesetzten Chemikalien	93
4.4.2	Verhaltenstests auf Individuenebene	94
4.4.2.1	Akklimatisationszeit	94
4.4.2.2	Verhaltensänderung unter Insektizidbelastung	94
4.4.2.3	Verhaltensänderung gegenüber belasteten Wasserproben aus dem Freiland	98
4.4.2.4	Ableiten von Verhaltensmustern	101
4.4.2.5	Einflüsse auf Verhaltensmessungen	102
4.5	Histologische Untersuchungen	103

5	ABSCHLIEßENDE DISKUSSION	109
5.1	Effektübertragung zwischen den verschiedenen Ebenen der biologischen Integration.....	109
5.1.1	Effektübertragung der Laborergebnisse auf die Ergebnisse des Freilands	109
5.1.1.1	Langzeitversuche im Labor gegenüber Freilandergebnissen	109
5.1.1.2	Kurzzeitverhaltenstests im Multispecies Freshwater Monitor (MFB) [®] gegenüber Langzeitlaborversuchen	114
5.1.2	Effektübertragung von <i>in situ</i> Versuchen zu Freilandergebnissen.....	116
5.2	Welche Belastungen vermag der multimetrische Index XBI 5 anzuzeigen?.....	120
5.3	Methodische Aspekte	124
5.3.1	Auswahl der getesteten Stoffe.....	124
5.3.1.1	Pflanzenschutzmittel.....	124
5.3.1.2	Effekte endokrinwirksamer Substanzen.....	127
5.3.2	Messung der Effekte von Insektiziden im Freiland.....	128
5.3.3	<i>in situ</i> Verfahren.....	128
5.3.4	Langzeitlaborversuche.....	130
5.3.5	Verhaltenstests im Multispecies Freshwater Biomonitor MFB [®]	135
5.3.6	Organelle Veränderungen als Biomarker.....	136
6	AUSBLICK	138
6.1	Weiterentwicklung der Methoden.....	138
6.2	Mögliche Gefahren durch Pestizide	140
6.3	Verursacher der Xenobiotikaproblematik.....	141
6.4	Denkbare Reduzierung der Pflanzenschutzmittel - Vermeidungs- strategien	142
7	ZUSAMMENFASSUNG	144
8	LITERATUR	150
9	ANHANG	