

20 Jahre ökologische Forschung und Lehre an der TU Bergakademie Freiberg – eine Analyse der studentischen Arbeiten (1996-2016)

20 years of ecological research and teaching at TU Bergakademie Freiberg – an analysis of students' theses (1996-2016)

Hermann Heilmeier*, Roland Achtziger, André Günther, Elke Richert, Oliver Wiche

Zusammenfassung: In diesem Beitrag werden die 267 im Zeitraum von 1996 bis 2016 in der Arbeitsgruppe Biologie / Ökologie des Instituts für Biowissenschaften und des Interdisziplinären Ökologischen Zentrums (IÖZ) entstandenen studentischen Qualifizierungsarbeiten (69 Studien-, 65 Diplom-, 69 Bachelor- und 44 Masterarbeiten, 20 Dissertationen) nach verschiedenen Kriterien analysiert. Entsprechend der fachlichen Ausrichtung der Arbeitsgruppe wurden etwa 75 % der Arbeiten im Studiengang „Geoökologie“ durchgeführt, gefolgt von Arbeiten im Studiengang „Angewandte Naturwissenschaft“ mit 14 %. Etwa drei Viertel der Untersuchungen bezogen sich auf Pflanzen bzw. Vegetation (47 %), auf Tiere bzw. ausgewählte Tiergemeinschaften (24 %) bzw. auf eine Kombination von beiden (6,0 %), der Rest verteilt sich auf mikrobiologische Untersuchungen sowie sonstige Fachbereiche und experimentelle Arbeiten. Innerhalb der 79 zoologischen Arbeiten entfielen 35 auf Wirbeltiere (insbesondere Vögel, Fledermäuse, Amphibien und Reptilien) und 42 auf Wirbellose, wobei bestimmte Insektengruppen (Zikaden, Wanzen, Libellen, Tagfalter) mit 33 Arbeiten den größten Anteil aufwiesen. Hinsichtlich der ökologischen Forschungsgebiete dominierten Arbeiten in den Bereichen Biozönologie (31 %) und Ökophysiologie (27 %), gefolgt von der Populationsbiologie einzelner Arten (14 %), der Landschaftsökologie (13 %) und der Ökotoxikologie (12 %). 70 % der Arbeiten waren in terrestrischen Ökosystemen angesiedelt, gefolgt von limnischen 22 % und marinen Lebensräumen (3 %). Von den 170 Arbeiten, die einem bestimmten Lebensraum- oder Landschaftstyp zugeordnet werden konnten, entfielen etwa ein Drittel auf Bergbaufolgelandschaften, gefolgt von Still- (15 %) und Fließgewässern (9 %), Auenlandschaften (8 %), Siedlungsbereichen (7 %) sowie Grünlandbiotopen (6,5 %). 120 der 267 studentischen Arbeiten wurden in Zusammenarbeit mit verschiedenen Kooperationspartnern (Forschungseinrichtungen, Behörden, Unternehmen etc.) durchgeführt bzw. betreut.

Schlüsselwörter/Keywords: universitäre Lehre, ökologische Forschung, academic teaching, ecological research

1. Einleitung

Im November 1996, also vor nunmehr 20 Jahren, nahm die Arbeitsgruppe Biologie / Ökologie an der TU Bergakademie Freiberg ihre Arbeit in Forschung und Lehre auf (s. Heilmeier et al. 2016a). Die Lehrgebiete umfassen die Grundlagen und Prinzipien der Biologie für die zeitgleich gegründeten Studiengänge Angewandte Naturwissenschaft, Geoökologie und Umwelt-Engineering sowie alle für das Grund- und Hauptstudium in Geoökologie (GÖK) und Angewandter Naturwissenschaft (NAT) relevanten ökologischen Fachgebiete von der Ökophysiologie über die Biozönologie bis hin zur Landschaftsökologie und angewandten Fragen der Naturschutzbiologie (vgl. Heilmeier et al. 2016a).

Die im Zeitraum von 1996 bis 2016 entstandenen bzw. laufenden studentischen Qualifizierungsarbeiten (Studien- und Diplomarbeiten, Bachelor- und Masterarbeiten, Dissertationen) spiegeln das von der Arbeitsgruppe bearbeitete Forschungsspektrum recht gut wider. In diesem Beitrag sollen die in den letzten 20 Jahren erbrachten studentischen Arbeiten nach verschiedenen Kriterien analysiert werden und damit auch die mit viel Zeit- und Arbeitsaufwand sowie Intellekt erbrachten Forschungsleistungen der Studentinnen und Studenten gewürdigt werden.

2. Material und Methoden

In die Analyse wurden sämtliche studentische Arbeiten, die seit 1996 bis Juli 2016 betreut wurden bzw. werden, einbezogen (s. Auflistung der Studien- und Bachelorarbeiten sowie der Diplom-, Master- und Doktorarbeiten in Abschnitt 7.2). Gruppenarbeiten, in denen meist zwei Studierende unterschiedliche Aufgaben oder Teilaspekte einer Fragestellung bearbeiteten, wurden getrennt ausgewertet.

3. Ergebnisse

3.1 Der analysierte Datensatz

Der in die Analyse einbezogene Datensatz umfasst 267 abgeschlossene und laufende studentische Arbeiten (Stand 15.07.2016), die sich, wie in Abb. 1 aufgeschlüsselt, auf die verschiedenen Typen verteilen. Etwas über die Hälfte ($n = 138$, 51,7 %) sind Studien- und Bachelorarbeiten, der Rest verteilt sich auf Diplom- ($n = 65$, 24,3 %) und Masterarbeiten ($n = 44$, 16,5 %) sowie Dissertationen ($n = 20$, 7,5 %).

Die zeitliche Entwicklung der Arbeiten zwischen 1999 und 2017 ist in Abb. 2 dargestellt, welche im Wesentlichen den Studienverlauf (Studienarbeiten im Grundstudium, Diplomarbeiten im Hauptstudium) sowie die Umstellung von Diplom- auf Bachelor- und Master-Studiengänge in Zuge der Bologna-Reform abbildet.

3.2 Auswertung nach Studiengängen

Entsprechend der fachlichen Ausrichtung der Arbeitsgruppe liefen die meisten Arbeiten im Studiengang Geoökologie (205 Arbeiten, 76,8 %) (Abb. 3). Entsprechend der Zielsetzung bei der Gründung der Arbeitsgruppe Biologie / Ökologie und des Interdisziplinären Ökologischen Zentrum (IÖZ) (vgl. Groß & Stoyan 2015) entfielen 244 der betreuten Arbeiten (91,0 %) auf die zeitgleich eingeführten „IÖZ-Studiengänge“ Angewandte Naturwissenschaft (Fakultät 2), Geoökologie (Fakultät 3) und Umwelt-Engineering (Fakultät 4). Weitere 4 Arbeiten liefen im Internationalen Studiengang IMRE (Fakultät 6). 18 externe Arbeiten (6,7 %), insbesondere Dissertationen wurden für andere Hochschulen oder Forschungseinrichtungen wie dem Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung UFZ (z. B. im Rahmen von Kooperationsvereinbarungen wie HIGHGRADE betreut (vgl. auch Kap. 3.5).

3.3 Auswertung nach Fachgebieten der Biologie

Die meisten der ökologischen Arbeiten befassten sich mit Pflanzen (Botanik, 47,2 %) oder mit Tieren (Zoologie, 24,3 %) bzw. mit einer Kombination von beiden (6,0 %) (Abb. 4). Der Rest der Arbeiten verteilt sich auf Enzymatik, insbesondere die Untersuchung von Bodenzymen (10 Arbeiten, 3,7 %) sowie auf sonstige Arbeitsfelder (17,2 %).

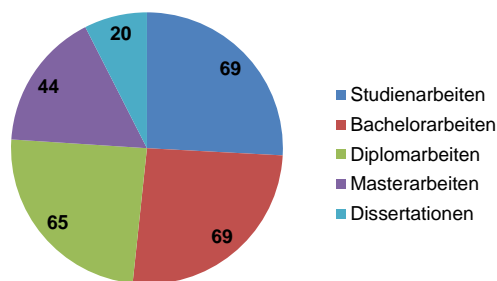


Abb. 1: Anzahl der Arbeiten pro Typ ($n = 267$).

Fig. 1: Number of theses per thesis type ($n = 267$).

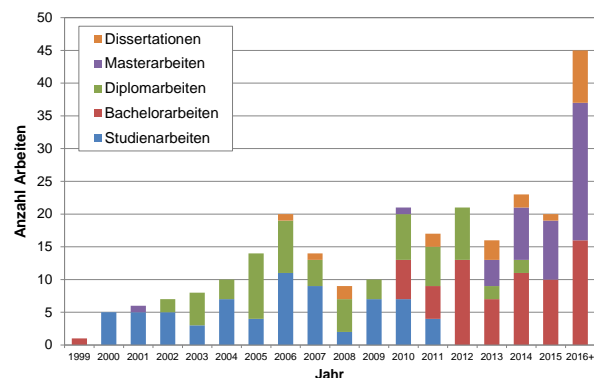


Abb. 2: Zeitliche Entwicklung der Arbeiten nach Typ.

Fig. 2: Temporal development of the theses per type.

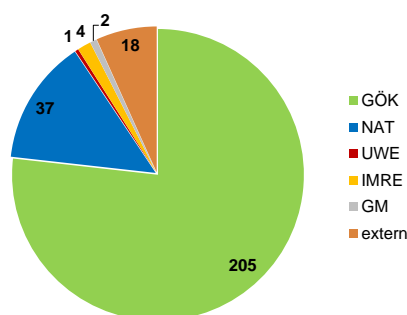


Abb. 3: Verteilung der Arbeiten auf die Studiengänge ($n = 267$). GÖK = Geoökologie, NAT = Angewandte Naturwissenschaft, UWE = Umwelt-Engineering, IMRE = International Management of Resources and Environment, GM = Geologie/Mineralogie, extern = Studiengänge außerhalb der TU Bergakademie Freiberg.

Fig. 3: Distribution of theses on courses of studies ($n = 267$). GÖK = Geocology, NAT = Applied Natural Science, UWE = Environmental Engineering, IMRE = International Management of Resources and Environment, GM = Geology/ Mineralogy, extern = courses not at the TU Bergakademie Freiberg.

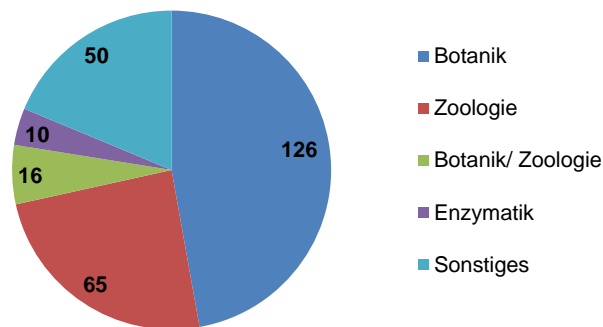


Abb. 4: Verteilung der Arbeiten auf die Forschungsgebiete der AG Biologie / Ökologie (n = 267).

Fig. 4: Distribution of theses on main research fields of the Biology / Ecology Group (n = 267).

Die im Rahmen der zoologischen Arbeiten untersuchten Tierarten bzw. Tiergruppen sind mit der Anzahl der jeweiligen studentischen Arbeiten in Tabelle 1 zusammengestellt. Von den 79 Arbeiten, in denen mindestens eine der aufgeführten Arten(gruppen) untersucht wurden, befassten sich knapp die Hälfte mit Wirbeltieren, wobei insbesondere die planungsrelevanten und naturschutzfachlich bedeutsamen Gruppen der Vögel, Amphibien, Reptilien (Zauneidechse) und Fledermäuse im Mittelpunkt standen. Innerhalb der Arbeiten über Wirbellose standen entsprechend der Spezialisierung der AG-Mitarbeiter sowie ihrer Bedeutung als Indikatorgruppen im Rahmen naturschutzbiologischer Untersuchungen bestimmte Insektengruppen wie Zikaden, Wanzen und Libellen im Mittelpunkt (Tabelle 1, vgl. Achtziger et al. 2007, 2014, Ott et al. 2015). Weitere Arbeiten befassten sich mit anderen Insektengruppen oder –arten sowie mit Urzeitkrebsen (z. B. Zierold 2006) oder Landschnecken (Tabelle 1).

Tabelle 1: Untersuchte Tierarten(gruppen) mit Anzahl der Arbeiten (n = 79).

Table 1: Animal species (groups) studied with number of theses (n = 79).

Tiergruppe	Art(engruppe)	Anzahl
Wirbeltiere (Vertebrata)		Σ 35
- Säugetiere	Fledermäuse	5
	Igel	1
	Waschbär	1
	Wildschwein	1
- Vögel	diverse Arten	8
- Reptilien	Zauneidechse	5
- Amphibien	diverse Arten	7
	Feuersalamander	2
	Bergmolch	2
	Grasfrosch	1
- Fische	diverse Arten	2
Gliederfüßer (Arthropoda)		Σ 42
Makrozoobenthos	diverse Arten(gruppen)	1
Rindenfauna	diverse Arten(gruppen)	1
epigäische Fauna	diverse Arten(gruppen)	1
Blütenbesucher	diverse Arten(gruppen)	1
Insekten (Insecta)		Σ 33
- Zikaden	diverse Arten	11
- Wanzen	diverse Arten	7
- Libellen	diverse Arten	7
- Tagfalter	diverse Arten	4
- Heuschrecken	diverse Arten	2
- Käfer	Wiener Sandlaufkäfer	1
- Blattläuse	diverse Arten	1
Krebstiere (Crustacea)		Σ 5
- Branchiopoden	<i>Triops cancriformis</i>	3
- Krebse allg.	diverse Arten	1
- Amphipoda	diverse Arten	1
Weichtiere (Mollusca)		Σ 2
Mollusken	diverse Arten	1
Landschnecken	diverse Arten	1
Summe		79

3.3 Auswertung nach Forschungsgebieten

In Abb. 5 ist die Verteilung der betreuten studentischen Arbeiten auf die Forschungsgebiete der AG Biologie/Ökologie (vgl. Heilmeier et al. 2016a) aufgetragen. Über ein Viertel der Arbeiten (26,5 %) sind im Bereich der Ökophysiologie der Pflanzen angesiedelt, wobei größtenteils gezielte Experimente im Freiland und/oder Gewächshaus sowie im Labor zum Einsatz kommen. Schwerpunkte der studentischen Arbeiten bilden hier besonders in den letzten Jahren zahlreiche Untersuchungen der Boden-Pflanze-Interaktionen (z. B. Wiche et al. 2016a), deren Verständnis eine wichtige Grundlage für den Einsatz von Pflanzen zur Phytoremediation von Böden und zum Phytomining von wichtigen Rohstoffen wie Germanium und anderen seltenen Erdmetallen bildet (Heilmeier et al. 2016c, Wiche et al. 2016b). Studentische Arbeiten im Bereich der Populationsbiologie (13,8 %) bezogen sich auf einzelne naturschutzfachlich relevante Tierarten wie die Zauneidechse (z. B. Nimschowski 2015, unpubl.) sowie auf seltene und gefährdete Tier- und Pflanzenarten ephemerer, also nur zeitweise vorhandener Lebensräume. Beispiele hierfür sind Arbeiten zur Biologie und Ökologie von Urzeitkrebse (Groß-Branchiopoden wie *Triops cancriformis*, z. B. Zierold 2006) sowie zum Scheidenblütgras *Coleanthus subtilis* (s. John 2011), das auf den kurzzeitig trockengefallenen Schlammgebieten von abgelassenen Bergwerksteichen vorkommt (z. B. Richert et al. 2016). In den Bereich der Biozönologie bzw. community ecology (30,6 %) fallen zahlreiche Arbeiten zur Vegetationskunde und -ökologie sowie zu ausgewählten Tierartengemeinschaften wie Zikaden, Wanzen, Libellen, Vögel in bestimmten Lebensräumen (z. B. unterschiedlich genutztes Grünland, Bergbaufolgelandschaften, Streuobst, Moore, Still- und Fließgewässer, vgl. Kap. 3.4). Die landschaftsökologischen Arbeiten (13,4 %) bezogen sich zumeist auf naturschutzfachliche Fragestellungen in ausgewählten Landschaften wie Bergbaufolgelandschaften, Hecken- und Agrarlandschaften (z. B. im Rahmen des Projekts „Hoch-Natur“ zur Verknüpfung von Hochwasser- und Naturschutz in Mittelgebirgen, z. B. Richert & Achtziger 2007). Die Arbeiten auf dem Gebiet der Ökotoxikologie (11,6 %) entstanden zumeist aus Kooperationen mit dem Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung UFZ, Fachbereich für Ökotoxikologie (vgl. Kap. 3.5) und waren überwiegend im Bereich der aquatischen Ökotoxikologie angesiedelt (z. B. Franz 2013, Rotter 2013, Riedl 2014). Zu den sonstigen Arbeiten (4,1 %) wurden Untersuchungen auf anderen Fachgebieten, theoretische oder Literaturarbeiten gezählt.

3.4 Auswertung nach Ökosystem- und Lebensraumtyp

Wie in Abb. 6a dargestellt ist, bezogen sich etwa zwei Drittel der studentischen Arbeiten auf terrestrische Ökosysteme (70,0 %), gefolgt von limnischen Ökosystemen wie Fließ- und Stillgewässern (22,1 %) und marinen Ökosystemen (3,0 %). Die restlichen 13 Arbeiten (4,9 %) können keinem bestimmten Ökosystemtyp zugeordnet werden (Labor- und theoretische Arbeiten). Hinsichtlich der untersuchten Biotop- und Landschaftstypen (Abb. 6b) dominiert entsprechend der fachlichen Schwerpunkte der Arbeitsgruppe die Bergbau(folge)landschaft (31,2 %), gefolgt von Stillgewässern inkl. der Bergwerksteiche (14,7 %). Die Bergbau(folge)landschaft mit ihren zahlreichen Sonderbiotopen und oftmals gefährdeten Tier- und Pflanzenarten (z. B. Kästner et al. 2012, Achtziger et al. 2013) bietet herausragende Möglichkeiten für die Untersuchung von Anpassungsmechanismen von Organismen an extreme Lebensräume, von Grundlagen zum Phytomining und zur Phytoremediation belasteter Standorte sowie von verschiedenen ökologischen Prozessen wie Sukzession und Besiedelung (vgl. Heilmeier et al. 2016b). Durch die zahlreichen studentischen Arbeiten und Lehrveranstaltungen in aktiven Bergbaugebieten und Bergbaufolgelandschaften (insbesondere Braunkohletagebaue und Bergbauteiche) trägt die Arbeitsgruppe auch zur Entwicklung einer nachhaltigen Ressourcengewinnung bei, welche ein erklärtes Ziel der TU Bergakademie Freiberg als Ressourcenuniversität darstellt. Neben den Lebensraumtypen der Bergbau(folge)landschaften und ausgewählten Stillgewässern wurden zum Teil im Rahmen von Forschungsprojekten weitere Lebensraum- und Landschaftstypen wie Fließgewässer (8,8 %), Auenlandschaften (7,6 %), Siedlungsbereiche (7,1 %) inkl. des TU-Campus (z. B. Achtziger & Tautenhahn 2006, Richert et al. 2009) und Grünlandbiotop (6,5 %) inkl. Bergwiesen (z. B. Richert et al. 2015) untersucht. Wie in Abb. 6b dargestellt, fanden studentische Arbeiten in weiteren terrestrischen Lebensraumtypen wie Hecken, Mooren, Felsstandorten, Streuobstwiesen und im Agrarland, aber auch in marinen Lebensräumen statt (z. B. im Mittelmeer, Nordsee, Ostsee).

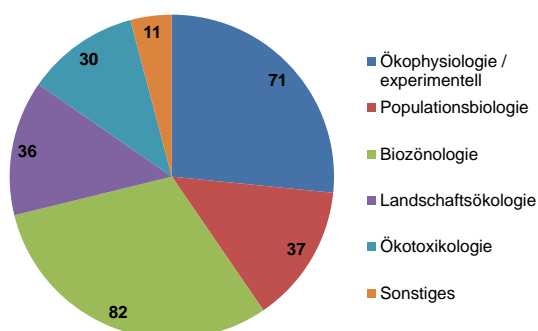


Abb. 4: Verteilung der ökologischen Arbeiten auf Fachgebiete der Biologie (n = 267).

Fig. 4: Distribution of ecological theses on biological realms (n = 267).

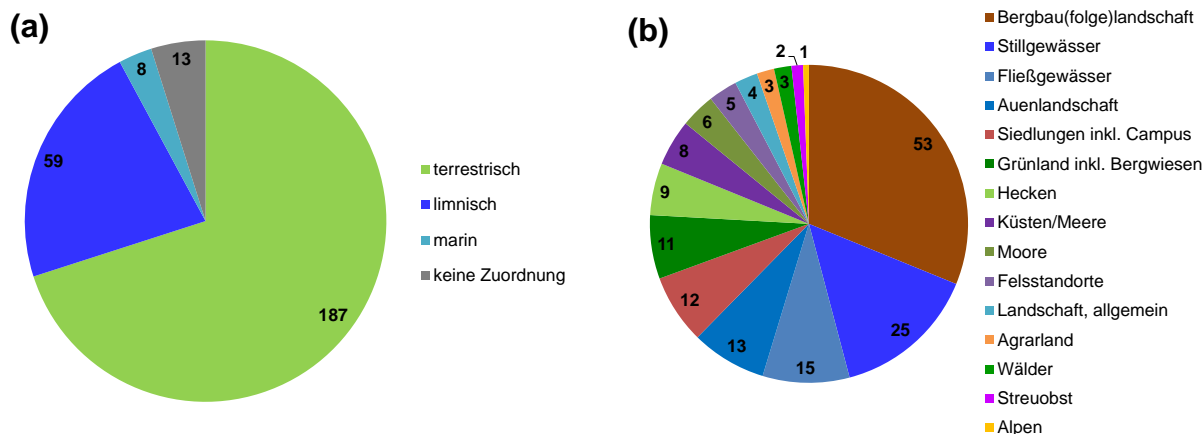


Abb. 6: Verteilung der Arbeiten (a) auf die Ökosystemtypen (n = 267) und (b) auf bestimmte Lebensraumtypen (n = 170).
Fig. 6: Distribution of theses (a) on ecosystem types (n = 267) and (b) on certain habitat types (n = 170).

3.5 Auswertung nach Forschungsk Kooperationen

120 der 267 betreuten studentischen Arbeiten, also 44,9 %, erfolgten in Kooperation mit externen Partnern. Wie in Abb. 7 zu sehen ist, waren dies in den meisten Fällen (63,3 %) andere Forschungseinrichtungen (z .B. Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung UFZ, Universitäten), gefolgt von Behörden (17,6 %), Unternehmen und Ingenieurbüros (14,3 %) und Verbänden (5,0 %). Die Forschungsarbeiten zu den studentischen Arbeiten wurden entweder direkt an der Partnereinrichtung durchgeführt oder in der Arbeitsgruppe mit fachlicher Abstimmung und Betreuung durch den Forschungspartner (z. B. bei Ingenieurbüros oder Behörden).

Innerhalb der Forschungseinrichtungen wurden die meisten studentischen Arbeiten in Kooperation oder extern an folgenden Departments des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung UFZ Leipzig-Halle/S. durchgeführt (Tabelle 2): Biozönoseforschung (Leitung Dr. Stefan Klotz), Bioanalytische Ökotoxikologie (Leitung Prof. Dr. Rolf Altenburger), Naturschutzforschung (Leitung Prof. Dr. Klaus Henle), Wirkungsorientierte Analytik (Leitung Dr. Werner Brack).

Innerhalb der Gruppe der Behörden erfolgten die meisten studentischen Arbeiten in Zusammenarbeit mit dem Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG), Abteilung 6 Naturschutz und Landespflege (Leitung Helmut Ballmann) (Tabelle 2).

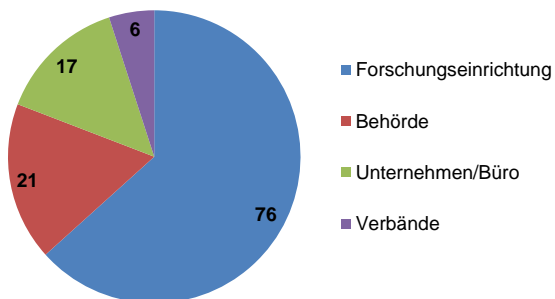


Abb. 7: Verteilung der Arbeiten auf die Typen an Kooperationspartnern (n = 119).
Fig. 7: Distribution of theses on type of cooperation partners (n = 119).

Tabelle 2: Wichtigste Kooperationspartner bei Forschungseinrichtungen und Behörden, mit Anzahl der Arbeiten.

Table 2: Most important cooperation partners at research institutions and authorities, with number of theses.

Institution	Anzahl
(a) Forschungseinrichtungen	
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung UFZ (Leipzig, Halle/S., Magdeburg)	30
Institute für Geologie/Hydrogeologie, Analytische Chemie, Technische Chemie, Informatik, Stochastik und AG Boden- und Gewässerschutz, AG Geoökologie des IÖZ der TU Bergakademie Freiberg	9
Technische Universität Dresden	4
Weitere Universitäten (Basel, Bayreuth, Bozen, Hohenheim, Rio de Janeiro, Tokyo)	6
Hochschule für Technik und Wirtschaft HTW, (Dresden-Pillnitz)	3
Alfred-Wegener-Institut AWI (Wilhelmshaven, Helgoland)	3
Naturschutzzinstitut Freiberg	3
(b) Behörden	
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (Freiberg)	10
Landratsamt Mittelsachsen (Freiberg)	2

5. Fazit

Die Analyse der in den vergangenen 20 Jahren betreuten studentischen Arbeiten spiegelt sehr gut die Hauptforschungsfelder der Arbeitsgruppe Biologie / Ökologie. Es handelte sich im Wesentlichen um z. T. grundlagenbezogene Forschung in den Bereichen Ökophysiologie, Populationsbiologie, Biozönologie und Biodiversitätsforschung sowie Ökosystemanalyse, die die wissenschaftliche Basis für die Bearbeitung angewandter Fragestellungen aus den Bereichen des Ökosystem- und Landschaftsmanagements oder der Naturschutzbiologie bilden (vgl. Abb. 1 in Heilmeier et al. 2016a). Dabei variierten die Schwerpunkte innerhalb des betrachteten Zeitraums sowohl im grundlagenbezogenen wie im angewandten Bereich insbesondere unter dem Einfluss der jeweils laufenden Forschungsprojekte von der Erfassung und Bewertung bestimmter Arten, Biotope und Landschaften über Monitoring-, Indikatoren- und Artenschutzkonzepte bis hin zum nachhaltigen Management von Bergbau(folge)landschaften und zum Phytomining. Weitere Impulse für zahlreiche interessante studentische Arbeiten kamen zudem aus Forschungsk Kooperationen wie dem HIGRADE-Programm des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung UFZ sowie durch die Kooperation mit Firmen, Verbänden und Behörden, die den Studierenden durch die Nutzung der Forschungsinfrastruktur der Kooperationspartner vielfältige Möglichkeiten zum Kennenlernen von neuen Methoden, Techniken und Knowhow eröffnet werden konnten.

Durch das breite und vielfältige Spektrum der studentischen Arbeiten (s. Anhang), hinter denen im Einzelnen viel Zeit, Ehrgeiz und Fleiß der Bearbeiter(innen) steckt, konnte das ökologische Wissen zu Arten(gemeinschaften), Lebensräumen und Landschaften insbesondere im Raum Freiberg und Sachsen enorm erweitert werden. Damit dieses Wissen nicht zwischen den Buchdeckeln der Arbeiten verbleibt und mit Ausnahme einzelner Publikationen der Öffentlichkeit verborgen bleibt, möchten wir auch mit Hilfe der online-Zeitschrift „Freiberg Ecology online“ (FECO) eine Möglichkeit der Veröffentlichung der Ergebnisse schaffen. Die Editoren rufen damit die Bearbeiter(innen) von Arbeiten aus der Arbeitsgruppe (s. Liste im Anhang) dazu auf, wichtige Ergebnisse ihrer Arbeit in einer FECO-Publikation zusammen mit den Betreuer(inne)n als Co-Autoren zu publizieren.

Danksagung

Wir danken allen Kooperationspartnern für die gute Zusammenarbeit im Rahmen der Betreuung vieler studentischer Arbeiten. Unser Dank geht insbesondere an all die enthusiastischen und eifrigen Studierenden, die in den vergangenen 20 Jahren durch die Erstellung ihrer Qualifizierungsarbeiten in der Arbeitsgruppe Biologie / Ökologie erstellten. Unser Dank geht auch an die ehemalige Mitarbeiterin Anke Schroiff, die ebenfalls an der Betreuung von Qualifizierungsarbeiten beteiligt war und an Monique Leibelt und Kurt Herklotz, die in vielerlei Hinsicht unterstützend tätig sind und damit zum Gelingen der Arbeiten beitragen.

6. Summary

In this chapter the 267 student theses (69 study theses, 65 diploma theses, 69 bachelor theses, 44 master theses, 20 dissertations) which were conducted within the Biology / Ecology unit of the Institute of Biosciences and the Interdisciplinary Environmental Research Center (IÖZ) from 1996 to 2016 were analysed by several criteria. According to the specialization of the biology / ecology unit, 75 % of the theses were conducted in the curricula “Geoecology”, followed by “Applied Natural Science” with 14 %. About three thirds of the studies refer to plants and/or vegetation (47 %), animals or animal assemblages (24 %) or a combination of both (6 %); the rest were other disciplines or experimental studies. Within the 79 zoological studies, 35 fall upon vertebrates (mainly birds, bats, amphibians, reptiles) and 42 upon invertebrates with 33 studies on some insect groups (Auchenorrhyncha, true bugs, dragonflies). Regarding the main ecological research topics, most studies refer to community ecology (31 %) and ecophysiology (27 %), followed by population biology of selected species (14 %), landscape ecology (13 %) and ecotoxicology (12 %). 70 % of the theses were conducted in terrestrial ecosystems, 22 % in limnic (freshwater) ecosystems, and 3 % in marine environments. Out of the 170 theses that could be assigned to a specific habitat or landscape type, about one third was conducted in post-mining landscapes, followed by standing (15 %) and running waters (9 %), floodplain landscapes (8 %), settlements (7 %), and grassland biotopes (6,5 %). 120 of the 267 theses were supervised or conducted in cooperation with different partners (research institutions, authorities, companies etc.).

7. Literatur / References

- Achtziger, R. & Tautenhahn, S. (2006): Wanzen- und Zikadenarten des Campus der TU Bergakademie Freiberg. Mitteilungen des Naturschutzinstitutes Freiberg, Heft 2: 29-37.
- Achtziger, R., Fleischer, J. & Preißer, T. (2013): Besiedelung von Renaturierungsflächen im Braunkohletagebau Welzow-Süd (Brandenburg) durch Zikaden (Auchenorrhyncha). DGaaE-Nachrichten 28(1): 27-28.
- Achtziger, R., Frieß, T. & Rabitsch, W. (2007): Die Eignung der Wanzen (Heteroptera) als Indikatoren im Naturschutz. Insecta 10: 5-39.

- Achtziger, R., Holzinger, W.E., Nickel, H. & Niedringhaus, R. (2014): Zikaden (Insecta: Auchenorrhyncha) als Indikatoren für die Biodiversität und zur naturschutzfachlichen Bewertung. *Insecta* 14: 37-62.
- Franz, S. (2013): Phytotoxicity of triclosan in systems of different biological complexity: Causal analysis of sensitivity differences of microalgae. Dissertation Studiengang Geoökologie, in Kooperation mit Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung UFZ, Leipzig.
- Groß, U. & Stoyan D. (2015): Das Interdisziplinäre Ökologische Zentrum der Bergakademie. In: Stoyan, D. (Hrsg.) (2015): Bergakademische Geschichten. Aus der Historie der Bergakademie Freiberg erzählt anlässlich des 250. Jahrestages ihrer Gründung. Mitteldeutscher Verlag, Halle/S., Leipzig: 417-430.
- Heilmeier, H., Achtziger, R., Günther, A., Richert, E. & Wiche, O. (2016a): Editorial zur ersten Ausgabe von „Freiberg Ecology online“ (FECO). *Freiberg Ecology online* 1: 1-3.
- Heilmeier, H., Achtziger, R., Günther, A., Richert, E. & Wiche, O. (2016b): Bergbaufolgelandschaften – ideale Standorte zur Anwendung von Prinzipien der Ökologie. In: Groß, U. (Hrsg.): Glanzlichter der Forschung an der TU Bergakademie Freiberg – 250 Jahre nach ihrer Gründung. Chemnitzer Verlag, S. 451-459.
- Heilmeier, H., Wiche, O., Tesch, S., Aubel, I., Schreiter, N. & Bertau, M. (2016c): Germaniumgewinnung aus Biomasse – PhytoGerm. In: Thomé-Kozmiensky, K. & Goldmann, D. (Hrsg.): Recycling und Rohstoffe 9: 177-192 TK-Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, Neuruppin.
- John, H. (2011): Besiedlungshistorie und Ökologie des Scheidenblütgrases (*Coleanthus subtilis*) in Sachsen. Dissertation, TU Bergakademie Freiberg, AG Biologie / Ökologie.
- Kästner, A., Achtziger, R., Günther, A. & Heilmeier, H. (2012): Naturschutzfachliche Bewertung des Renaturierungserfolgs in der Bergbaufolgelandschaft am Beispiel des Tagebaus Nochten (Lausitz). *mining+geo* 02/2012: 318-323.
- Nimischowski, A. (2014, unpubl.): Entwicklung einer Methode zur Erstellung von flächigen Verbreitungskarten für Sachsen aus Punktdaten der Zentralen Artdatenbank am Beispiel der Zauneidechse (*Lacerta agilis*). Unpubl. Masterarbeit Studiengang Geoökologie, in Kooperation mit Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie LfULG, Freiberg.
- Ott, J., Conze, K.-J., Günther, A., Mauersberger, R., Roland, H.-J. & Suhling, F. (2015): Rote Liste und Gesamtartenliste der Libellen Deutschlands mit Analyse der Verantwortung, dritte Fassung, Stand Anfang 2012. *Libellula Supplement* 14: 395-422.
- Richert, E. & Achtziger, R. (Koordination/Bearbeitung) unter Mitarbeit von Seidler, C., Mertha, M., Matschullat, J., Rüter, S., Wilhelm, E.-G., Schmidt, P. A., Zocher, J. & Roch, T. (2007): DBU-Broschüre „Wasser + Landschaft – Arbeitsgrundlage zur Optimierung einer nachhaltigen Landnutzung aus Sicht des Hochwasserschutzes und des Natur- und Landschaftsschutzes“. Deutsche Bundesstiftung Umwelt und Interdisziplinäres Ökologisches Zentrum (IÖZ) der TU Bergakademie Freiberg (Hrsg.), 16 S. ([Link zum pdf](#)).
- Richert, E., Achtziger, R., Dajdok, Z., Günther, A., Heilmeier, H., Hübner, A., John, H. & Šumberová, K. (2016): Rare wetland grass *Coleanthus subtilis* in Central and Western Europe – habitat types, current distribution and threats. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 86 (3) (3511):1-16. DOI 10.5586/asbp.3511. ([Link zum pdf](#)).
- Richert, E., Achtziger, R. & Günther, A. (2009): Vielfalt statt Einfalt: Der Campus der TU Bergakademie Freiberg als artenreicher Lebensraum. Broschüre der TU Bergakademie Freiberg, 16 S.
- Richert, E., Achtziger, R., Pollakis, J. & Richter, F. (2015): Vergleichende Analyse der Bergwiesen des deutschen und tschechischen Osterzgebirges – Bewirtschaftung, Vegetationszusammensetzung und -struktur. *Hercynia* 48 (2): 137-158 ([Link zum pdf](#)).
- Riedl, J. (2014): Diagnosis of chemical-induced effects in *Myriophyllum spicatum* using metabolomics. Dissertation extern, in Kooperation mit Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung UFZ, Leipzig.
- Rotter, S. (2013): Pollution-Induced Community Tolerance of Periphyton as a Tool for Environmental Effect Assessment. Dissertation, in Kooperation mit Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung UFZ, Leipzig, Department Bioanalytische Ökotoxikologie.
- Wiche, O., Kummer, N.-A. & Heilmeier, H. (2016a): Interspecific root interactions between white lupin and barley enhance the uptake of rare earth elements (REEs) and nutrients in shoots of barley. *Plant and Soil* 402: 235-245.
- Wiche, O., Szekely, B., Kummer, N.-A., Moschner, C. & Heilmeier, H. (2016b): Effects of intercropping of oat (*Avena sativa* L.) with white lupin (*Lupinus albus* L.) on the mobility of target elements for phytoremediation and phytomining in soil solution. *International Journal of Phytoremediation* (DOI: 10.1080/15226514.2016.1156635).
- Zierold, T. (2006): Morphological variation and genetic diversity of *Triops cancriformis* (Crustacea: Notostraca) and their potential for understanding the influence of postglacial distribution and habitat fragmentation. Dissertation, TU Bergakademie Freiberg.

Anschriften der Autor(inn)en:

Heilmeier, Hermann*; **Achtziger, Roland**; **Richert, Elke**; **Wiche, Oliver**: TU Bergakademie Freiberg, Institut für Biowissenschaften / Interdisziplinäres Ökologisches Zentrum (IÖZ), AG Biologie / Ökologie, Leipziger Straße 29, 09599 Freiberg, E-Mail: hermann.heilmeier@ioez.tu-freiberg.de; roland.achtziger@ioez.tu-freiberg.de; elke.richert@ioez.tu-freiberg.de; oliver.wiche@ioez.tu-freiberg.de.

Günther, André: Naturschutzinstitut Freiberg, Bernhard-Kellermann-Straße 20, 09599 Freiberg, E-Mail: andre.guenther@ioez.tu-freiberg.de

*Korrespondierender Autor

Anhang siehe gesonderte Datei / Appendix see separate file: [Heilmeier et al 2016-Appendix.pdf](#)