



Mitteilungen

des Badischen Landesvereins
für Naturkunde und Naturschutz e.V.

Band 25 (NF), 2023

BLNN

Badischer Landesverein
für Naturkunde und Naturschutz e.V.

Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V. (BLNN)

GEGRÜNDET 1881

Geschäftsstelle: Badischer Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz e.V.
c/o Museum Natur und Mensch
Gerberau 32, D-79098 Freiburg Breisgau
Tel.: 0761/201-2561, Fax: 0761/201-2563

Webadresse: www.blnn.de

1. Vorsitzender: Prof. Dr. Dr. h.c. Albert Reif i. R.
Fakultät für Umwelt und Natürliche Ressourcen, Tennenbacher Straße 4,
79104 Freiburg Breisgau
Tel. 07664-6679, albert.reif@blnn.de

2. Vorsitzender: PD Dr. Wolfgang Ostendorf
Limnologisches Institut der Universität Konstanz, 78457 Konstanz
wolfgang.ostendorf@blnn.de

Schriftleiter: Gerd Süßbier
Hildastraße 57, 79102 Freiburg Breisgau
Tel. 0761/72289
gerd.suessbier@t-online.de

Christopher Traiser
schriftleitung@blnn.de

Schriftführer: Dr. Joachim W. Bammert
Bergstraße 2, 79288 Gottenheim
joachim.bammert@blnn.de

Rechner: Josef Großmann
An der Stellenhalde 13, 72488 Sigmaringen
josef.grossmann@blnn.de

Webmaster: Peter Rasch
Hurstweg 4, 79114 Freiburg Breisgau
webmaster@blnn.de

Bibliothekarin: Ingeborg Haug
General-von-Holzing-Str. 52a, 79283 Bollschweil
ingeborg.haug@blnn.de

Arbeitsgruppen: Arbeitsgruppe Naturschutz (AGN)
Arbeitsgruppe Fledermausschutz (AGF)
Botanischer Exkursionskreis (BEKS)
Freiburger Entomologischer Arbeitskreis (FrEAK)
AG Grönland

Mitglied im Badischen Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V. kann jede natürliche oder juristische Person werden. Der Jahresbeitrag beträgt 26 Euro, für Schüler und Studierende 15 Euro. Jahresbeitrag und Spenden an den BLNN e.V. sind steuerlich abzugsfähig.

Vereins- und Spendenkonto: Sparkasse Freiburg-Nördlicher Breisgau
IBAN: DE69 6805 0101 0002 3202 07, BIC: FRSPDE66XXX

**Mitteilungen
des Badischen Landesvereins für
Naturkunde und Naturschutz e.V.**

FREIBURG IM BREISGAU

BAND 25 (NF), 2023

SCHRIFTFÜHRUNG

GERD SÜSSBIER UND CHRISTOPHER TRAIER

Herstellung: april & tochter Druckerei OHG, Mitscherlichstr. 5, 79108 Freiburg Breisgau
Titelbild groß © Volkmar Wirth: Üppiger Flechtenbewuchs an blühendem Rotdorn. (zu Beitrag Seite 5)
Titelbild klein © Jochen Schünemann: Seltene Urwaldreliktarten wie der Schnellkäfer
Cardiophorus gramineus wurden am Freiburger Hirzberg entdeckt. (zu Beitrag Seite 189)

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Übersetzung, Nachdruck,
Vervielfältigung auf fotomechanischem oder ähnlichem Wege
sowie Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen – auch auszugsweise –
nur nach vorheriger Zustimmung des Herausgebers.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced,
stored in a retrieval system or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical,
photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the copyright owner.

© Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V.
c/o Museum Natur und Mensch,
Gerberau 32, D-79098 Freiburg Breisgau
schriftleitung@blnn.de
www.blnn.de

ISSN 0067-2858

Inhaltsverzeichnis

Wissenschaftliche Originalbeiträge

Die Flechten des Biosphärengebietes Schwarzwald

VOLKMAR WIRTH Seite 5

Erosionsschutzmaßnahmen in Unterwasserdenkmälern am Bodensee-Obersee: Auswirkungen auf die Makrophytenvegetation und Naturschutzverträglichkeit

WOLFGANG OSTENDORP UND DR. KLAUS VAN DE WEYER Seite 33

Verwilderung von Bambus-Arten (Poaceae, Bambusoideae) in Baden-Württemberg

MATTHIAS MARTIN RÜTTNAUER UND ALBERT REIF Seite 61

Verbreitung und Zonierung der Makrophyten in der Elz (Schwarzwald)

WOLFGANG SCHÜTZ Seite 83

Flora und Vegetation der Flaumeichen-Mischwälder (Quercetum pubescenti-petraeae) im Kaiserstuhl, SW-Deutschland

ALBERT REIF UND KATHARINA TRUÉ Seite 113

Syntope Vorkommen von Steinkrebs *Austropotamobius torrentium* (Schränk, 1803) und Bachmuschel *Unio crassus* (Philipsson, 1788) in Baden-Württemberg

MICHAEL PFEIFFER Seite 149

Erstfund des invasiven Scheingreiskrauts *Erechtites hieracifolius* (L.) Raf. ex DC im Schwarzwald

GABRIEL HOLZ UND VERONIKA BRAUNISCH Seite 163

Natur aus zweiter Hand – Zur Bedeutung von Sekundärstandorten für Pflanzen im Siedlungsbereich von Mannheim

THOMAS JUNGHANS Seite 169

Vorkommen, Ökologie, Populationsentwicklung und Gefährdungsursachen der Efeu-Sommerwurz (*Orobancha hederaceae*) in Mannheim

THOMAS JUNGHANS Seite 181

Die eichenreichen Xerothermhänge des Hirzbergs in Freiburg i. Brsg. und ihre naturschutzfachliche Bedeutung für die Totholzkäferfauna

JOCHEN SCHÜNEMANN Seite 189

Kurzbeiträge

Scheffheu – ein schützenswertes Tannenwunder

WOLF HOCKENJOS Seite 212

Die Auswirkung des Klimawandels auf die Vorkommen des badischen Riesenregenwurms *Lumbricus badensis*

ANGELIKA KOBEL-LAMPARSKI, SABINE REBSTOCK UND FRANZ LAMPARSKI Seite 218

Doppelexkursion in das Biosphärengebiet Entlebuch (CH)

GERD SÜSSBIER Seite 220

Ein frühes fotografisches Dokument aus der Geschichte des Badischen Botanischen Vereins

VOLKMAR WIRTH Seite 223

Nachrufe

In memoriam Helga und Kurt Rasbach

THOMAS COCH UND ALBERT REIF Seite 226

In memoriam Wolfhard Wimmenauer

HILTRUD MÜLLER-SIGMUND, DAVID DOLEJŠ, ALBERT REIF Seite 231

Bücher- und Zeitschriftenschau

Die Vögel Baden-Württembergs, Nicht-Singvögel 1.3

RUDOLF DEILE Seite 240

Bundesnaturschutzgesetz

RUDOLF DEILE Seite 241

Vereinsnachrichten

Protokoll der Mitgliederversammlung am 14. April 2021 Seite 243

Protokoll der Mitgliederversammlung am 6. April 2022 Seite 251

Hinweise für Autorinnen und Autoren Seite 258

Mitt. Bad. Landesverein Naturkunde u. Naturschutz	Bd.25	2022	DOI: 10.6094/BLNN/Mitt/25.01	Seiten 5-32	Freiburg/Breisgau Januar 2022
--	-------	------	------------------------------	-------------	----------------------------------

Die Flechten des Biosphärengebietes Schwarzwald

VOLKMAR WIRTH ¹

Zusammenfassung: Zum Artenreichtum des Biosphärengebietes Schwarzwald tragen die Flechten in erheblichem Maße bei. Die Liste der festgestellten Flechten umfasst rund 830 Arten. Zusätzlich werden ca. 110 flechtenbewohnende Pilze dokumentiert. Die häufigsten sowie die besonders kennzeichnenden Flechtengesellschaften werden beschrieben. Das Gebiet zeigt die höchste Flechtendiversität in Deutschland außerhalb der Alpen. Allerdings sind viele Arten sehr selten und gefährdet. Etliche kommen in Deutschland nur im Schwarzwald vor.

Schlüsselwörter: Flechtendiversität, Flechten-Gesellschaften, flechtenbewohnende Pilze, Schwarzwald

The lichens of the Black Forest Biosphere Reserve

Abstract: Lichens contribute to the diversity of the Black Forest Biosphere Reserve to a considerable extent. The list of recorded lichens includes 830 species. In addition, around 110 species of lichenicolous fungi are reported. The most frequent and the most characteristic lichen communities of the study area are described. The area turns out as the region with the highest lichen diversity in Germany outside the Alps. Many species are very rare and endangered. Several species are restricted to the Black Forest Biosphere Reserve within Germany.

Keywords: Lichen diversity, lichen communities, lichenicolous fungi, Germany, Black Forest

Les lichens de la région de biosphère de la Forêt-Noire

Résumé : Les lichens contribuent considérablement à la diversité des espèces de la région de biosphère. La liste des lichens contient 830 espèces. En outre environ 110 espèces de champignons lichénicoles sont enregistrées. Les communautés lichéniques les plus fréquentes et les plus caractéristiques sont décrites. En Allemagne, c'est là qui, en dehors des Alpes, offre la plus grande diversité des lichens. Néanmoins beaucoup d'espèces sont très

¹ Prof. Dr. Volkmar Wirth, Friedrich-Ebert-Str. 68, D-71711 Murr. volkmar.wirth@online.de

rares et en danger. En Allemagne, plusieurs lichens ne sont connus qu'en Forêt-Noire, exclusivement.

Mots clef : diversité des lichens, communautés des lichens, champignons lichénicoles, Allemagne, Forêt-Noire

1. Einleitung

Biosphärengebiete sind Kulturlandschaften, in denen die Koexistenz von Siedlungsräumen, landwirtschaftlich und forstlich genutzten Flächen und geschützter Natur nachhaltig geplant, entwickelt und gepflegt werden soll. Das Biosphärengebiet Schwarzwald umfasst zentrale Teile des Südschwarzwaldes mit einem Mosaik von Waldflächen, Weideland und ländlichen Siedlungen in sehr reliefreicher Landschaft. Es unterscheidet sich somit strukturell vom im Nordschwarzwald gelegenen Nationalpark, der Siedlungen strikt ausgliedert. Wie für Biosphärengebiete vorgesehen, sind sogenannte Entwicklungszonen, Pflegezonen und streng geschützte Kernzonen ausgewiesen. Grob skizziert umfasst das Biosphärengebiet das Tal der Wiese von Schopfheim aufwärts bis zum Feldberg (diesen teils ausklammernd) mit dem Kleinen Wiesental bis zum Belchen, die nordwestlich vom Feldberg sich anschließenden Bereiche bis zum Schauinsland-Gebiet und die südöstlich vom Feldberg gelegenen Teillandschaften des oberen Albtales und des oberen Hotzenwaldes mit Ausläufern ins Schwarztal und untere Albta (Abb. 1). Es ist umfassend von KONOLD & SEITZ (2018) dargestellt worden.

Die Vegetation des Gebietes ist geprägt von Buchen- und Buchen-Tannenwäldern, im Südosten auch von ausgedehnten Fichtenwäldern, von extensiv genutzten, zwischen Inten-

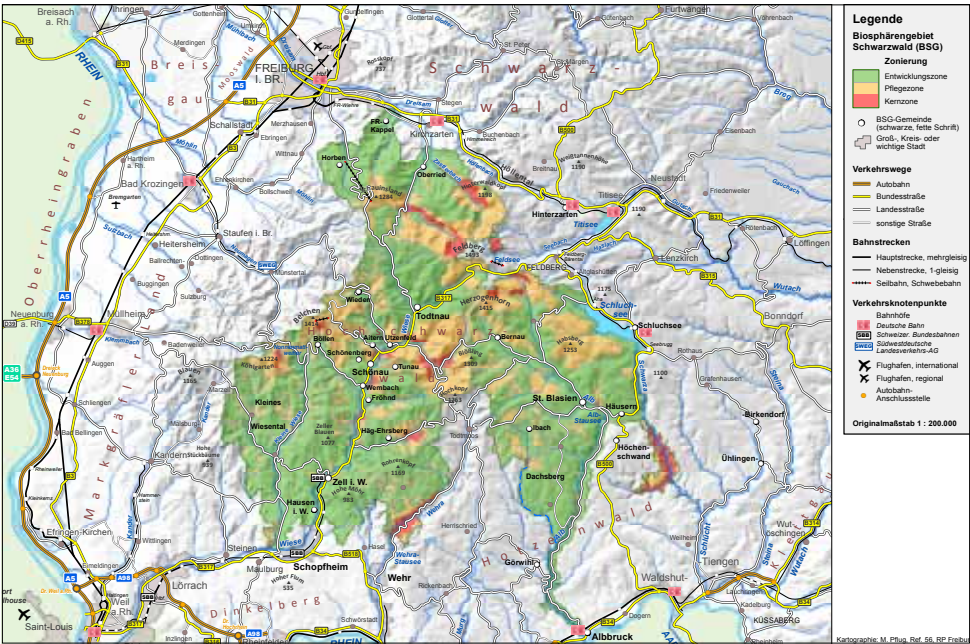


Abb. 1. Begrenzung des Biosphärengebietes Schwarzwald. Grün: Entwicklungszone; gelb: Pflegezone; rot: Kernzone.

sivgrünland und Wald gelegenen Magerrasen sowie von vereinzelt, aber landschaftsbestimmenden Felsgruppen und Blockhalden. Sie ist vielfach beschrieben worden (vgl. z. B. BARTSCH 1940, MÜLLER 1948, OBERDORFER et al. 1992, WILMANN 2001, KÖRNER 2003, REIDL et al. 2013, Monographien der LUBW zu Feldberg und Belchen).

Anders als die allen unmittelbar vor Augen geführte Pflanzendecke der Wiesen und Wälder bleibt die Flechtenvegetation den meisten Menschen verborgen, obgleich sie gerade im behandelten Gebiet auf Bäumen und Felsen allgegenwärtig ist und sich jedem offenbart, der sie bewusst sehen möchte. Baumstämme und Äste sind von Flechten und Moosen bedeckt und Felsen sind flächig mit Flechten überkrustet und eingefärbt. Wer sich die Mühe macht, sich mit den Augen den Flechtenhabitaten zu nähern, wird mühelos ein Mosaik unterschiedlicher Arten erkennen können.

Welche Arten und in welcher Vergesellschaftung sie auftreten, ist kaum irgendwo in Mitteleuropa seit vielen Jahrzehnten so gut bekannt wie im Südschwarzwald. Die Erforschung der Flechtenflora dieses Naturraumes und damit auch des Biosphärengebietes ist in länger zurückliegender Zeit mit zwei Namen verknüpft. Lösch (1865-1946), Lehrer in Zastler (vgl. WIRTH 2008), erkundete von seinem Wohnort aus das Feldberg- und Schauinsland-Gebiet, das obere Wiesental und den Belchen (LÖSCH 1896-97). Lettau (1871-1951), Augenarzt in Lörrach, einer der bedeutendsten Gestalten der deutschen Lichenologie (KLEMENT 1952), untersuchte vorwiegend die Flechten des Wiesentals, und zwar von Basel bis Belchen und Feldberg; Lettaus relativ spät publizierten Funde (LETTAU 1940-1954, 1948) stammen im Wesentlichen aus den 1910er bis 1920er Jahren. In den vergangenen 50 Jahren erfasste der Autor dieses Beitrags die Flechtenbiota des gesamten Gebietes und subsumierte die Ergebnisse unter anderem in Rasterkarten im Kontext der Kartierung der Flechten Baden-Württembergs (WIRTH 1995). Auch danach wurden bemerkenswerte Funde in etlichen floristischen Publikationen festgehalten (LÜCKING et al. 2009, SCHULTZ et al. 2007, WIRTH 1999, 2000, 2009, 2016, 2017, 2018, 2019b, 2019c, 2021, WIRTH et al. 2011, 2018b).

Im Biosphärengebiet Schwarzwald wird der Großteil der Flechten-Biomasse von den auf der Rinde von Bäumen wachsenden Flechten gestellt, zumal 70 Prozent des Gebietes von Wald eingenommen wird. Die Gesteinsbewohner tragen fast ebenso stark zur Artenvielfalt bei, doch infolge der wesentlich geringeren Zahl vorhandener Habitate auf Gestein sind Gesteinsbewohner durchschnittlich deutlich seltener als Epiphyten und stellen auch deutlich weniger Biomasse. Eine geringere Bedeutung haben die bodenbewohnenden Flechten, obgleich gerade die Rentierflechten und verwandten Becher- und Säulenflechten (*Cladonia*-Arten) auffallende Bestände bilden können. Zu den im Folgenden erwähnten epiphytischen Flechtengesellschaften sind generelle Darstellungen von BARKMAN (1955) und WILMANN (1962) erschienen, eine Übersicht der Gesteins-Flechtengesellschaften ist von WIRTH (1972) vorgelegt worden.

2. Typische Flechtenbiota des Biosphärengebietes

2.1 Flechten auf Bäumen

Die verbreitetste rindenbewohnende Flechtengesellschaft im Schwarzwald ist wohl die Gabelflechten-Gesellschaft (*Pseudevernia furfuracea*, Abb. 2), die vor allem an Ästen von Bäumen und Stämmen von Nadelbäumen zu finden ist und durch die sehr variable Gabelflechte *Pseudevernia furfuracea* ein struppiges Aussehen erhält. Begleiter sind *Platismatia*



Abb. 2. Die Gabelflechten-Gesellschaft mit der struppigen *Pseudevernia furfuracea* ist wohl die häufigste Flechtengesellschaft im Schwarzwald. Die Biomasse kann erheblich sein (Alle Fotos V. Wirth).

glauca, *Parmelia saxatilis* und *Hypogymnia physodes*, an Stämmen zusätzlich *Hypogymnia farinacea*, alle wie die Gabelflechte weißgrau bis graue, „lappig“ bis strauchig wachsende Arten. Es handelt sich bei ihnen um ausgeprägte Acidophyten; sie besiedeln also Rinden, die an der Oberfläche deutlich sauer reagieren, wie dies besonders bei Nadelbäumen der Fall ist.

An sehr luftfeuchten Orten, meistens Lokalitäten mit häufigen ziehenden Nebeln, wird das Artengefüge, das die Gabelflechten-Gesellschaft aufbaut, im höheren Schwarzwald durch Bartflechten bereichert, und zwar durch die grau- bis gelbgrünlichen *Usnea*- und die braunen bis weißgrauen *Bryoria*-Arten, insbesondere *Usnea dasopoga* (Gewöhnliche Bartflechte) und *Bryoria fuscescens* (Brauner Moosbart) (Abb. 3 und 4). In kontinentaleren Lagen, im Südost-Schwarzwald, kommt die gelbgrünliche *Evernia divaricata* (Sparrige Evernie) hinzu; sie unterscheidet sich von den eigentlichen Bartflechten (*Usnea*) durch ihre kantigen, auch im trockenen Zustand schlaffen „Fäden“. Diese Bartflechten-Bestände haben in den letzten Jahrzehnten stark abgenommen. Im Biosphärengebiet bergen sie vereinzelt noch die vom Aussterben bedrohte grünlichgelbe *Alecto-*



Abb. 3 und 4. An sehr luftfeuchten, nebelreichen Lokalitäten entwickeln sich Bartflechten. Sie gehen infolge Klimaerwärmung und durch forstliche Eingriffe deutlich zurück. Gelbgrünliche Bärte gehören zur Gattung *Usnea* (hier *U. dasopoga*), graue bis braune Bärte zu *Bryoria*.

ria sarmentosa (Bart-Alectorie). Sie ist noch im südöstlichen Hochschwarzwald, etwa um den Schluchsee, St. Blasien und Todtmoos, zu finden.

Buchen- und Tannenstämme in Wäldern sind oft von Krustenflechten bedeckt, die der Sammelgattung *Pertusaria* (Porenflechte) angehören (*Pertusarietum amarae*) (Abb. 5). Charakterart ist die Bitterflechte *Pertusaria amara*, kenntlich an weißen gewölbten, bitter schmeckenden Soralen („Staubbildungen“) auf glatter grauer Kruste. Vergesellschaftet sind weiße bis grünlichweiße Arten, wie *Pertusaria coccodes*, *P. coronata* und die sehr häufige *Phlyctis argena*. Selten kommt eine braune Kruste mit dunkelbraunen, wulstig berandeten Fruchtkörpern in dieser Gesellschaft vor, *Fuscidea cyathoides*. Der Bereich über der Stammbasis ist bei glattrindigen Laubbäumen in Wäldern die Domäne der Schriftflechte *Graphis scripta*. Oft wird sie von der Fleckflechte (*Arthonia radiata*) und der Glatten Porenflechte (*Pertusaria leioplaca*) begleitet.

In kollinen und submontanen Lagen fällt insbesondere an Eichen und Eschen eine breitlappige, bis über 15 cm Durchmesser erreichende blass (gelblich-)grüne Laubflechte auf: *Flavoparmelia caperata* (Caperatflechte). Auf Eichen an lichten Hängen wird sie begleitet von den grauweißen Laubflechten *Parmotrema perlatum* und *Hypotrachyna revoluta*.

In hochmontanen Lagen kommt die „Schneepegel-Gesellschaft“ vor, bevorzugt an Fichten, Tannen, Buchen und Ebereschen. Der Name rührt daher, dass sie die im Winter schneebedeckte Basis der Bäume einnimmt (Abb. 6). Eine der Charakterarten dieser Assoziation, des *Parmeliopsidetum ambiguae*, ist die leuchtend gelbe Kiefern-Tartschenflechte *Cetraria pinastri*; sie ist sel-



Abb. 5. Buchenstamm in Bergahorn-Buchenwald im Feldberggebiet. Die Oberfläche ist ganz mit hellen Krustenflechten der Gattungen *Pertusaria* (*amara*, *coccodes*) und *Phlyctis argena* bedeckt.



Abb. 6. *Parmeliopsis hyperopta* mit 2 cm großen, schmallappigen grauen Rosetten ist eine der Kennarten der Schneepegel-Gesellschaft an der Basis von Bäumen.



Abb. 7. Die Stecknadelflechten (Gattungen *Chaenotheca* und *Calicium*, hier *Calicium viride*) finden sich an regengeschützten Flanken alter Bäume, besonders Nadelbäume in höheren Lagen.



Abb. 8. Eschenzweig mit buntem Flechtenmosaik. Grau (mit Früchten): *Physcia ai-polia*, grauweiß (oben): *Parmelina pastillifera*, braun: *Melanelixia subargentifera*, gelb: *Xanthoria parietina*, rosa: Flechtenparasit *Illosporopsis christiansenii* auf Resten von *Physcia adscendens*, schwarze Fruchtkörper: *Lecidella elaeochroma*. Astbreite ca. 2 cm. Geschwend.

ten geworden, vermutlich eine Folge des Klimawandels. Rückgänge zeigt auch die graue *Parmeliopsis hyperopta*. Die sehr ähnliche, namengebende Kennart *Parmeliopsis ambigua* mit ihren kleinen schmallappigen gelblichgrünen Rosetten ist hingegen noch verbreitet. Die Schneepegel-Gesellschaft kommt auch an den Flanken von entrindeten Stümpfen und an stehendem Totholz vor, an Habitaten, die sonst eher von sehr unauffälligen Flechten mit oft kaum entwickeltem, im Holz lebendem Thallus besiedelt werden, so dass sie von Nicht-Flechtenkundlern selten wahrgenommen werden. Gleichwohl bergen sie eine große Anzahl von Arten. An senkrechten, regenabgewandten Flächen wachsen mehrere Arten von Stecknadelflechten (*Chaenotheca* und *Calicium*) (Abb. 7), die mit ihren Millimeter großen stecknadelförmigen Fruchtkörpern größere Flächen bedecken können; am häufigsten ist *Calicium glaucellum*. Eine der Charakterflechten auf Holz ist an beregneten Habitaten in hohen Lagen die "Holzrunne" *Xylographa parallela*. Die Hirnschnitte der Stümpfe werden nach etlichen Jahren und nach Jahrzehnten von dichten Rasen von Säulenflechten, vor allem von *Cladonia coniocraea* und von der rotfrüchtigen *C. macilenta*, eingenommen.



Abb. 9. Alleen und straßenbegleitende Bäume sind sehr bedeutende Habitate lichtliebender Flechtenarten. Diese Baumreihe unterhalb des Sirnitz-Passes wurde im Jahr 2015 gefällt. Biodiversität ist für die Straßenbaubehörden auch im Südschwarzwald ein Kriterium, das gegenüber zügigem Vorankommen zurückzutreten hat.

Abb. 10. Selbst niedrige
Trockenmauern aus
Bruchsteinen sind wich-
tige Flechtenstandorte.



An den Stämmen freistehender Eschen – einem außerordentlich flechtenreichen Habitat, von dem man derzeit Abschied nehmen muss – und Bergahornen findet sich oft ein bunt-scheckiges Gemisch von Laub- und Krustenflechten sowie Moosen. Recht großwüchsige Blattflechten an solchen lichtreich stehenden Bäumen sind die Linden-Schüsselflechte *Parmelina tiliacea* mit ihren weißen, gegen die Mitte der Lager grauen Rosetten und die Essigflechte (*Pleurosticta acetabulum*) mit düster grün gefärbten Thalli. Sie sind durch die starke Abnahme an straßenbegleitenden Bäumen auf dem Rückgang (vgl. Abb. 9). Gewöhnlich sind zwei oder drei Arten aus der *Physcia*-Verwandtschaft (Schwielenflechten) beige- und gelblich. Intensiv gelbe Flechten gehören zur alten Sammelgattung *Xanthoria*, mit der bekannten Gelbflechte (*Xanthoria parietina*), die auch im Schwarzwald durch Eutrophierung in den letzten drei Jahrzehnten zugenommen hat. Braune Laubflechten an diesen Habitaten sind Angehörige der Gattungen *Melanelixia* und *Melanohalea* (früher *Parmelia*, Braunparmeli- en, Braunflechten). Auf den Ästen der Eschen und Ahorne sind ähnliche Bestände entwi- ckelt (Abb. 8). Sie wirken oft noch bunter, weil auf kleinem Raum artenreicher entwickelt,

Abb. 11. Die Land-
kartenflechte – eine
gelbgrünliche Krus-
tenflechte – ist die
kennzeichnende Art
lichtoffener Silikat-
felsen; links Rosetten
von *Xanthoparmelia*
conspersa (Todtnau).



mit grauweißen *Physcia*-Arten, vor allem *Ph. stellaris* und *Ph. aipolia*, mit *Xanthoria* (*Massjukiella*) *polycarpa* und etlichen Krustenflechten, wie *Lecidella elaeochroma* mit schwarzen Fruchtkörpern und vor allem Arten der Gattung *Lecanora*, die an Zweigen besser aufkommen als am Stamm (*Lecanora leptyroides*, *L. chlorotera*, *L. pulicaris*, *L. subcarpineae*); sie sind durch hell berandete, scheibenförmige Fruchtkörper ausgezeichnet. Oft ist heute wieder *Melanohalea exasperata* (Raue Braunflechte) präsent. Sie war während der "Saure-Regen-Zeit" fast ausgestorben. Auch die dünneren Zweige von Rotbuchen, Ebereschen und Mehlbeeren werden in den letzten Jahren im Zusammenhang mit der Abnahme saurer Immissionen mehr und mehr von diesen Arten (wieder) eingenommen.

Recht typisch für den Südschwarzwald ist eine durch die orange Färbung auffallende Flechtengesellschaft, die an der Basis alter Bergahorne wächst, wie sie im Bereich von Bauernhöfen oder vereinzelt noch an Landstraßen stehen (Abb. 9). Die auch Laien auffallende Färbung wird verursacht von einer kleinlappigen Art, die in größeren Herden auftritt, von einer Verwandten der Gelbflechte: *Gallowayella* (*Xanthoria*, *Xanthomendoza*) *fulva*. Die Konzentration dieser nitrophytischen Flechte auf die Stammbasis ist durch das größere Nährstoffangebot (und einen erhöhten pH-Wert) am Stammfuß bedingt, der durch Staub-



Abb. 12. Häufig von Vögeln besuchte, entsprechend gedüngte Felskuppen heben sich durch die gelbe Farbe der Korallen-Dotterflechte (*Candelariella coralliza*) ab (Muggenbrunn).



Abb. 13. Die Pustelflechte (*Lasallia pustulata*) ist eine durch ihre ovalen Aufwölbungen leicht erkennbare Nabelflechte, die warme, oft leicht staubin-krustierte Felsflächen besiedelt (Todtnau).

Abb. 14. Niedrige Felsblöcke in hochmontanen Lagen werden oft von der dunkelbraunen, wie berußt erscheinenden Nabelflechte *Umbilicaria deusta* eingenommen, die nährstoffreiche, nach Regen länger feucht bleibende Flächen bevorzugt (Muggenbrunn).



Abb. 15. Kennzeichnende und leicht erkennbare Flechte windoffener Felsen ist die alpine *Umbilicaria cylindrica* (Fransen-Nabelflechte).



anflug und mitunter durch das Urinieren von Tieren einer stärkeren Düngung unterliegt. Die Art ist deutschlandweit selten und geht auch im Biosphärengebiet zurück.

2.2 Flechten auf Felsen in lichtoffener Lage

Im Offenland vorhandene Felsen, Felsblöcke sowie Lesesteinhaufen, Stütz- und Grenzmäuerchen (Abb. 10), wie sie noch vereinzelt, da noch nicht weggeräumt, zum Beispiel bei Ibach und Urberg oder Nähe „Halde“ beim Schauinsland vorkommen, sind in der Regel quantitativ mit Flechten besetzt. Dabei dominieren Krustenflechten. In lichtoffener Lage nimmt meist die gelbgrünliche bis gelbliche Landkartenflechte (*Rhizocarpon geographicum*-Aggr.) einen erheblichen Flächenanteil ein (Abb. 11), sie ist die Charakter-Krustenflechte besonnener Silikاتفelsen. An Laubflechten fallen Rosetten der blass gelbgrünen *Xanthoparmelia conspersa* (Gesprenkelte Gelbparmelie, Abb. 11) und braune Lager von *Xanthoparmelia loxodes* (Grobwarzige Braunflechte) auf, die besonders an etwas nährstoffreicheren Stellen wachsen. Felskuppen, die von Vögeln bevorzugt als Sitzplätze benutzt und entsprechend durch Vogelkot gedüngt werden, verraten sich durch intensiv gelbe Färbung von *Candelariella coralliza* (Korallen-Dotterflechte, Abb. 12), deutlich abgesetzt von den weniger gedüng-



Abb. 16. Die Schwefelflechte *Chrysothrix chlorina* kann ganze Felspartien gelb einfärben (Wehratal).



Abb. 18. In lichtreichen Eichenwäldern auf bodensauren, flachgründigen Böden können die selten gewordenen Rentierflechten aufkommen (Albtal).

ten grauen bis gelblichgrünen Flächen weiter unten. In warmen montanen Lagen ist die Pustelflechte (*Lasallia pustulata*) eine charakteristische braune Art an Blöcken und Felsen, vor allem an Flächen, die leichter „Verschmutzung“ durch Boden- oder organische Teilchen ausgesetzt sind (Abb. 13). Unter und zwischen den plastischen Lagern sammeln sich Samen, Früchte, Blattfragmente, Nadeln und Humusteilchen. Die Pustelflechte ist durch ihre nabelartige Festheftung an nur einer zentralen Stelle und die halbkugeligen bis ellipsoiden Aufwölbungen eine unverkennbare Art.



Abb. 17. Während Blockhalden an besonnten Hängen von der gelbgrünlichen Landkartenflechte geprägt sind, werden solche in schattiger Lage von weißen und grauen Krusten dominiert, wie *Pertusaria corallina*. Regengeschützte Stellen nimmt die Schwefelflechte ein (*Chrysothrix chlorina*) (Schwarzatal).

An besonnten erdbodennahen, rauen Flächen, die nach Regen länger feucht bleiben oder oft Feuchte durch Taufall zugeführt bekommen, stellt sich eine dunkelbraune, wie von schwarzbraunem Ruß bestreute Nabelflechte ein, deren Lager gewöhnlich dicht an dicht in größeren Herden wachsen: *Umbilicaria deusta* (Rußige Nabelflechte, Abb. 14). Sie ist die kennzeichnende Art der Assoziation Umbilicarietum deustae, einer der charakteristischen Gesellschaften des höheren Schwarzwaldes. Sie profitiert von den bedeutenden freien Rasenflächen der Allmendgebiete, wo es zu einer mäßigen organischen Düngung kommt, die von vielen anderen Flechten gemieden wird. Während *Umbilicaria deusta* meist an zeitweise warmen Flächen wächst, sind die meisten Nabelflechten Arten windexponierter, oft kalter Standorte. Bekannteste Vertreterin dieser Gruppe ist *Umbilicaria cylindrica* (Fransen-Nabelflechte), eine graue, meist nur 1-2 cm breite, rundliche Blattflechte, die unterseits beige gefärbt und nur an einer Stelle (Nabel) festgewachsen ist und die am Rand starre dornartige Fortsätze trägt (Abb. 15). Diese Flechte ist eine der Kennarten subalpiner und alpiner Gesellschaften windoffener Lokalitäten.

In zwar lichtoffenen, aber langfristig beschatteten Habitaten trifft man an niedrigen, lange taufeuchten Felsblöcken eine Pioniergesellschaft mit dominierender *Lecidea lithophila* an. Diese ist eine graue, stellenweise rostig überlaufene, große dünne Lager bildende Krustenflechte mit schwarzen, bereiften Apothecien. In langfristig stabilen Blockhalden und in Blockmeeren, auch an schattigen Felsen stellt sich als aspektbestimmende Art die Korallen-Porenflechte (*Pertusaria corallina*) ein, eine dickkrustige weiße Flechte, die gänzlich mit stiftförmigen Auswüchsen bedeckt ist; sie ist gewöhnlich mit weiteren grauweißen Arten vergesellschaftet, wie z. B. *Pertusaria aspergilla* und *Porpidia tuberculosa* (Abb. 17).

2.3 Flechten auf Felsen im Waldesinneren

Im Innern von Wäldern setzen sich Flechtenbestände gewöhnlich aus Krustenflechten zusammen. Sie sind weitgehend auf Vertikalfächen beschränkt. An diesen mehr oder weniger regengeschützten Standorten sind sie den auf Benetzung mit flüssigem Wasser angewiesenen Moosen aufgrund ihrer besonderen Konstitution (Fähigkeit, Wasserdampf aufzunehmen) überlegen. Dagegen dominieren an Felsflächen, die dem Regen oder Tropfwasser von Bäumen ausgesetzt sind, gewöhnlich Moose, wie *Hypnum cupressiforme*. Die meisten Flechtengesellschaften, die im Waldesinneren anzutreffen sind, sind von braunen, grauen oder grauweißen Flechten geprägt. Ausnahmen sind die artenarmen Schwefelflechten-Bestände, die zum einen von *Chrysothrix chlorina*, zum anderen von *Psilolechia lucida* gebildet werden, gelbe Flechten mit "mehligem" oder pulverigem Lager. Letztere Art besiedelt oft die recht frischen Felsabbrüche an Straßen und Wegen. Ihr Gelb hat einen grünlichen Farbton. *Chrysothrix chlorina* ist seltener, ihre Lager sind dicker und von einem satten Gelb. Sie findet sich eher an großen Felsen innerhalb von Wäldern (Abb. 16) oder an der Unterseite von Blöcken in Blockhalden (Abb. 17). Häufig wachsen an schattigen Vertikalfächen die braunen, durch schwarze Linien voneinander abgegrenzten Thalli von *Enterographa zonata*, die in höheren Lagen oft von der rotbraunen *Opegrapha gyrocarpa* begleitet wird.

2.4 Flechten auf Mauern, Formsteinen, Grabmälern

Auf künstlichen Substraten, wie Beton oder Mörtel, finden sich entsprechend der weiten Verbreitung dieser Habitate überwiegend kommune Arten. Beispiele für beinahe regelmäßig auf kalkhaltigen anthropogenen Unterlagen sich einfindende Arten sind *Candelariella*



Abb. 19. Auf Extensivweiden können sich zwischen Felsblöcken an weniger trittgefährdeten Stellen mitunter noch Rentierflechten halten. Derartige Biotope sind sehr organismenreich (Muggenbrunn).

aurella, *Caloplaca citrina*-Aggr., *Caloplaca oasis*, *Lecanora dispersa*, *Protoblastenia rupestris*, *Rusavskia elegans*. Sie kommen nur selten oder sehr selten im Schwarzwald in natürlichen Felshabitaten vor. Einige Arten, wie *Candelariella medians*, sind im Südschwarzwald bislang nur auf künstlichen Unterlagen gefunden worden. Derartige Flechten sind für den Naturschutz ohne Bedeutung und tragen nicht zur Eigenständigkeit und zum Charakter der Flechtenbiotope des Schwarzwaldes bei, sind aber gerade in einem Biosphärengebiet, das Siedlungen einschließt, erwähnenswert, vor allem in einer Hinsicht: Sie erhöhen in einem Gebiet, in dem kalkreiche Gesteine von Natur aus fehlen, die Diversität der Flechtenflora erheblich.

2.5 Boden bewohnende Flechten

Infolge ihres langsamen Wachstums können sich diese Flechten auf dem Erdboden nur an Stellen halten, wo Nährstoffarmut und Flachgründigkeit die höhere Vegetation längerfristig in Zaum halten. Bodenbewohnende Flechten sind daher generell durch Eutrophierung (auch aus der Luft) und die damit verbundene Stärkung der höheren Pflanzen bedroht. Nur recht wenige, ephemere auftretende, kurzlebige Pionierarten unter den Flechten können auch kurzzeitig offene Vegetationslücken, etwa an Wegböschungen, nutzen. Im Innern von Wäldern, wo oftmals scheinbar Freiräume für Bodenbewohner existieren, sind Lichtarmut und Laubbedeckung den Flechten abträglich. Günstiger ist die Situation an felsigen Abhängen und in Blockansammlungen, wo auch in Waldgebieten genügend Licht auf den Boden fällt und sich Laubstreu nicht flächig ansammelt. Besonders bodensaure Eichenbestände können bedeutende Habitate für Erdflechten sein (Abb. 18). In Magerrasen der Allmendgebiete finden sich bodenbewohnende Flechten vorwiegend dort, wo Felsblöcke oder Felsriegel kleinflächige Schutzhabitate schaffen. Im Randbereich der Felsblöcke und Felsen ist die Konkurrenzkraft der Blütenpflanzen geschwächt und kommt es seltener zu Viehtritt (nicht jedoch bei Ziegen), so dass sich z.B. Rentierflechten-Rasen entwickeln können (Abb. 19, 20). Auch aus lichenologischer Sicht haben „Entsteinungen“ verheerende Folgen für die Biodiversität.

3. Flechtenbiota besonderer Habitate und Gefährdung im Biosphärengebiet

Die weit überdurchschnittliche Zahl von Flechtenarten im Schwarzwald im Vergleich zu anderen Naturräumen Deutschlands basiert auf einer Reihe von Spezies, die nur in wenigen anderen Naturräumen vorkommen oder gar nur im Schwarzwald nachgewiesen sind. Diese "Glanzlichter" der Schwarzwälder Flechtenbiota haben – wie oft bei seltenen Arten – Ansprüche an Habitate, die nur sehr lokal zu erfüllen sind. Sie sind meist auch im Schwarzwald große Seltenheiten und dort mitunter nur von wenigen Bäumen (wie etwa bei *Cyphelium karelicum*) oder deutschlandweit nur von einem Felsen (wie bei *Caloplaca squamuloisidiata*, *C. arnoldiiconfusa*) bekannt, weshalb das Sammeln und Herbarisieren durch Flechtenkundler, die mit den Verhältnissen im Schwarzwald nicht vertraut sind, sehr risikoreich ist. Wenn es sich um Epiphyten handelt, gehören heutzutage zu hochgradig gefährdeten Arten die Flechten historisch alter Wälder (WIRTH et al. 2009), worunter man Wälder versteht, die langfristig keine gravierenden Störungen erlebten (DYMITYROVA et. al 2019, BRAUNISCH et al. 2020). Die betreffenden Flechten sind meist auf alte Bäume und eine differenzierte Altersstruktur angewiesen (nachfolgende Beispiele 1-6). Im Laufe der letzten 50 Jahre, in dem Zeitraum, den der Verfasser aus eigener Anschauung verfolgen kann, haben die Überlebensmöglichkeiten der Flechten historisch alter Wälder stark abgenommen. Gründe sind unter anderem engmaschiger Wegebau, der in seiner Intensität seinesgleichen in anderen Ländern sucht, verbunden mit der Erschließung abgelegener Wälder. Ein Beispiel sind die alten Tannen- und Buchen-Tannen-Wälder bei Gersbach. Sie wurden schon zu Lettaus Zeiten stärker beeinträchtigt (LETTAU 1940: 188: "Leider ist auch dieser einstmals vielleicht schönste gemischte Tannen- und Buchenwald der deutschen Gebirge dem Untergang geweiht. .. die Zerstörung schreitet in jedem Jahr weiter fort."), beherbergten aber noch in den 1960er Jahren größere "old-growth"-Bestände bzw. autochthone Gebirgswälder mit Uralt-Tannen. Inzwischen sind auch diese Wälder eng von Waldwegen durchkreuzt und stark gelichtet.

3.1 Rinde bewohnende Flechtenbiota

Unter den Epiphyten-Gesellschaften gehören zu den Besonderheiten des Schwarzwaldes:

1. die Lungenflechten-Gesellschaft mit *Ricasolia (Lobaria) amplissima*, *Parmeliella triptophylla*, *Nephroma*-Arten,
2. die Tannen-Strahlflechten-(*Lecanactis abietina*)-Gesellschaft, die an alten Tannen und Fichten vorkommt und flächige, artenarme Krustenflechten-Bestände an regengeschützten Stammflanken bildet,
3. montane „Stecknadelflechten“-Gesellschaften, ebenfalls vorwiegend an regengeschützten Stammteilen alter Tannen und Fichten lebend, mit *Calicium glaucellum*, *C. viride* und hochgradig gefährdeten Arten wie *Chaenotheca subroscida*, *Chaenothecopsis viridialba*, *Cyphelium (Calicium) inquinans* und *C. karelicum*),
4. Gesellschaften mit *Thelotrema lepadinum* und *Menegazzia terebrata*,
5. *Biatora*-reiche Gesellschaften an glatter, durch Regen befeuchteter Rinde von Laub- und Nadelbäumen in sehr niederschlagsreichen Lagen, mit *Biatora helvola*, *B. efflorescens*, *B. ocelliformis* (Knöpfchenflechten),



Abb. 20. Die beiden Rentierflechten *Cladonia rangiferina* (weiß: Echte R.) und *Cladonia arbuscula* (gelblich: Wald-R.).



Abb. 21. Die seltene Lungenflechten-Gesellschaft ist heute meist nur noch mit der Lungenflechte (links) selbst zu finden. Weitere Charakterarten treten nur noch extrem selten auf, so die Große Lungenflechte (rechts), eine der größten Flechten-Seltenheiten in Deutschland. In feuchtem Zustand (Belchen-Gebiet).

6. die Ulmen-Gruftflechten-Gesellschaft (*Gyalectetum ulmi*), die auf basenreicher Borke am Stamm älterer Laubbäume vorkommt, vor allem an Eiche und Bergahorn,
7. die *Usnea florida*-*Usnea intermedia*-Bartflechten-Gesellschaft an Ästen,
8. die *Cetraria-sepincola*-Vorkommen an Birkenzweigen.

Zu 1: Die typischen Flechten der Lungenflechten-Gesellschaft sind weitgehend auf mild-ozeanische Standorte beschränkt, also niederschlagsreiche Lagen (im Schwarzwald über 1400 mm/Jahr) ohne Extremtemperaturen. Diese Arten sind seit vielen Jahrzehnten in ganz Zentraleuropa von einem Rückgang betroffen, der in seinem Umfang (betroffene Artenzahl, Regionen und Ausmaß) seinesgleichen bei Flechtengesellschaften sucht. Einst in beinahe ganz Deutschland verbreitet, ist die namensgebende *Lobaria pulmonaria* nur noch vereinzelt in einigen Mittelgebirgen und in den Alpen zu finden (Abb. 21). Sie ist die (unverständlicherweise) einzige gesetzlich streng geschützte Flechtenart in Deutschland.

Dennoch konnte sie bisher – damit auch ihre viel selteneren und noch stärker gefährdeten Gesellschaftsangehörigen – nur einen Bruchteil der naturschützerischen Obhut erhalten wie etwa die Zauneidechse, für deren Erhaltung große Summen ausgegeben werden. Die weiteren Arten der Lungenflechten-Gesellschaft (wie *Lobarina scrobiculata*, *Collema fasciculare* und *C. nigrescens*, *Leptogium saturninum*, *Nephroma resupinatum*, *N. parile*, *Parmeliella triptophylla*, *Pannaria conoplea*, *Peltigera collina*, *Sticta sylvatica*), die in Deutschland mit wenigen Ausnahmen nur noch in den Alpen vorkommen, fristen auch im Schwarzwald ein höchst gefährdetes Leben. Selbst *Ricasolia (Lobaria) amplissima* (Abb. 21 rechts), deren Bestand in Südwestdeutschland (fast ausschließlich im Biosphärengebiet) vielleicht noch um die 25 Bäume umfasst und für deren Erhaltung Baden-Württemberg eine besondere Verantwortung zukommt, ist in den letzten Jahren durch Ziegenfraß und Fällungen in Naturdenkmälern/Naturschutzgebieten gravierend dezimiert worden (WIRTH 2018). *Lobarina scrobiculata* weist im Biosphärengebiet deutschlandweit die bedeutendste und, abgesehen von kleinen Vorkommen in den Bayerischen Alpen, einzige Population auf.

Zu 2 bis 5: Alte Tannen und Fichten haben in niederschlagsreichen Höhenlagen (vor allem über 800 m) große Bedeutung für die Diversität von Flechten. Bei hohen Niederschlägen und hoher Luftfeuchte können Flechten trotz der beträchtlichen Interzeption durch das Astwerk am Stamm dieser Altbäume überleben, ja, es sind etliche Arten an diese speziellen Bedingungen angepasst. Die Bevorzugung alter Bäume erklärt sich damit, dass diese zum einen die typischen Habitate bieten können, zum anderen die Flechtenbiota der früher herrschenden günstigeren ökologischen Bedingungen konserviert haben. Stärkere forstliche Eingriffe in die Waldstruktur verändern die mikroklimatischen Bedingungen, so dass diese Flechten nicht nur wegen ihrer Bevorzugung von Altbäumen weitgehend auf historisch alte Wälder beschränkt bleiben. Eine der typischen Arten dieser Wälder ist die Tannen-Strahlflechte *Lecanactis abietina*, Charakterart der nach ihr benannten Gesellschaft *Lecanactinetum abietinae*, welche die besiedelten Bereiche großflächig grauweiß einfärbt (Abb. 22). Während diese Gesellschaft noch gelegentlich von der Benetzung mit Regenwasser profitiert, sind die Stecknadel- oder Kelchflechten (*Chaenotheca*-, *Calicium*-Arten) noch ausgeprägter auf regengeschützte Habitate spezialisiert (Abb. 7).

An sehr alten Tannen in kühl-feuchter Lage, etwa in nebelreichen Senken, haben sich vereinzelt die "Sträuchlein" des Kugelträgers *Sphaerophorus globosus* erhalten, Angehöriger einer Gattung, die ihr Zentrum in hochozeanischen Lagen der Südhalbkugel besitzt. Er ist oft vergesellschaftet mit der Blutflechte *Mycoblastus sanguinarius* und der Pockenflechte *Thelotrema lepadinum* (siehe Fotos in WIRTH 2019d). Hochgradig gefährdete Arten beherbergen auch Bestände, in denen sich zu den verbreiteten Krusten der Bitterflechten-Gesellschaft (*Pertusarietum amarae*) einige sehr seltene Arten historisch alter Wälder gesellen, so die vor allem Tannen und Rotbuchen besiedelnden *Menegazzia terebrata* (Löcherflechte), *Thelotrema lepadinum* und *Catinaria pulvereae*. An diesen Standorten findet sich auch die *Biatora helvola*-Gesellschaft mit mehreren *Biatora*-Arten. Sie weicht besiedlungsökologisch von den übrigen Gesellschaften historisch alter Wälder ab, als sie auch an jungen Bäumen vorkommt, vor allem an jungen Fichten und an Ebereschen.

Verbreitung, Häufigkeit und Überleben all dieser Arten hängt sehr weitgehend von forstlichen Zugeständnissen ab, der nachhaltigen Pflege alter Tannen- und Tannen-Buchen-Be-



Abb. 22. Ein mächtiger Tannen-Stamm, scheinbar ohne Flechten; doch ist er hier bis auf das letzte Fleckchen mit der seltenen Tannen-Strahlflechte (*Lecanactis abietina*) bewachsen. Diese Art ist typisch für sehr luftfeuchte, kühle bis kalte Habitate (Todtmoos).



Abb. 23. Die Ulmen-Gruftflechte, die auf basenreichen Borken von Altbäumen in naturnahen Wäldern lebt, ist außerhalb der Alpen in Mitteleuropa nur noch von wenigen Lokalitäten bekannt.

stände. Derzeit nehmen die Bestände rapide ab. Von *Cyphelium inquinans* und *C. karelicum* kennen wir nur noch ca. sechs besiedelte (Uralt-)Bäume im gesamten Schwarzwald. Die gefährdeten Gesellschaften historisch alter Wälder sind zumeist im Privat- und Gemeindewald zu finden, Schutzbemühungen sind daher schwieriger als im Staatswald, so dass auch das Zielartenkonzept (WIRTH 2002, BRAUNISCH et al. 2020) nicht greift, mit dem 10 Prozent der Fläche des Staatswaldes aus der Nutzung genommen werden sollen.

Zu 6: Eines der Habitate der vom Aussterben bedrohten Ulmen-Gruftflechte (Abb. 23) sind schlechtwüchsige lichte Eichenbestände an felsigen Hängen. Diese Flechte kann auch als Zeigerart für weitere extrem gefährdete Krustenflechten gelten, wie *Rinodina conradii*, *Thelenella muscorum*, *Thelopsis rubella*.

Zu 7: *Usnea florida*-*Usnea intermedia*-Bestände wachsen vor allem an den Ästen von Ebereschen und Eichen, seltener von Bergahornen und Weißtannen an nebelreichen, kühlen, lichtreichen Lokalitäten. Die beiden namengebenden Bartflechten zeichnen sich vor anderen *Usnea*-Arten durch das häufige Auftreten auffallender runder, blasser, bewimperter Fruchtkörperscheiben aus; erstere wächst kurzstrauchig-buschig, letztere „bärtig“-hängend. Begleiter sind weitere kurzstrauchige Bartflechten, die keine Fruchtkörper bilden (Abb. 24).

Zu 8: *Cetraria sepincola* (Birken-Tartschenflechte) ist eine kleine braune, polsterartig wachsende Blattflechte, die oft dicht mit braunen Fruchtkörpern besetzt ist. Sie wächst im außeralpinen Mitteleuropa fast ausschließlich auf Birkenzweigen an kalten Standorten, wie in Hochmooren, Blockmeeren und Kaltluftsenken, so auch im Schwarzwald. Die Flechte ist überall auf dem Rückzug und über weite Bereiche ausgestorben, obgleich sie das Potenzial hat, sich sehr rasch an Zweigen einzustellen. Häufigste Be-



Abb. 24. Typisch für lichte, luftfeuchte Standorte in der Krone von Laubbäumen ist eine Gesellschaft mit buschig wachsenden Bartflechten, darunter die „Blühende Bartflechte“ (*Usnea florida*) mit scheibenförmigen Fruchtkörpern. An Rotdorn, St. Blasien.

gleiter sind *Hypogymnia physodes* und *Lecanora pulicaris*. Extrem selten gesellt sich die braune Blattflechte *Melanohalea olivacea* hinzu. Von ihr, einer in der Tundra und in der borealen Zone verbreiteten Art, ist in Südwestdeutschland derzeit nur noch ein Vorkommen im Schluchsee-Gebiet bekannt, von *Cetraria sepicola* sind es im Biosphärengebiet noch zwei; letztere Art hat in den vergangenen 50 Jahren einen fast beispiellosen Rückgang zu verzeichnen. Fast alle der früher teilweise recht individuenreichen Vorkommen sind erloschen. Es ist zweifelhaft, ob Pflegemaßnahmen noch etwas bewirken können – einen Versuch ist es wert.

3.2 Gestein bewohnende Flechtenbiota

Bei den reliktsichen bzw. seltenen Gesteinsflechten handelt es sich um Arten von Sonderhabitaten, z. B. kalkführenden oder erzreichen Silikatgesteinen, oder um arktisch-alpine Glazialrelikte, wie *Cornicularia normoerica*, *Ionaspis odora*, *Koerberiella wimmeriana*, *Melanelia hepatizon*, *Miriquidica nigroleprosa*, *M. garovaglio*, *Ophioparma ventosa* (Abb. 25), *Porpidia ochrolemma*, *Rhizocarpon umbilicatum* und *Sphaerophorus fragilis*. Diese Arten mögen zwar teilweise in den Zentralalpen häufig sein, in Deutschland können sie aber allenfalls karge Vorkommen in der alpinen Stufe haben, weil in den Bayerischen Alpen nur sehr lokal Silikatgesteine anstehen. Deutschlandweit sind unter anderen von großer Bedeutung:

1. die im Schwarzwald nur in hohen Lagen des Biosphärengebietes vorkommende *Ophioparma ventosa*-*Pertusaria corallina*-Gesellschaft,

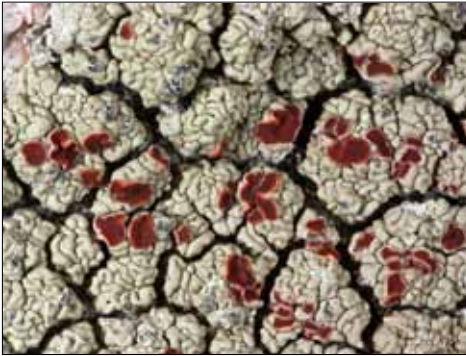


Abb. 25. *Ophioparma ventosa*, die Blutaugenflechte, ist ein unverkennbares Glazialrelikt exponierter Felsen.



Abb. 26. Unscheinbare schwarze, niedergedrückte schwarze Strähnen kennzeichnen die Strähnenflechte *Ephebe lanata*, von der aktuelle Vorkommen in Deutschland nur im Schwarzwald bekannt sind.

2. Bestände mit Arten, die basische Silikatgesteine oder – dies ist im Schwarzwald meist der Fall – leicht kalkhaltige Silikate besiedeln,
3. Wasserflechten-Gesellschaften mit Glazialrelikten in den höchsten Lagen,
4. die Haarsträhnenflechten-Gesellschaft (*Ephebetum lanatae*) und das moosbewohnende Polychidio-Massalongietum an sickerfeuchten Felsen,
5. Flechten-Bestände schwermetallhaltiger Gesteine.

Zu 1: Die *Ophioparma ventosa*-*Pertusaria corallina*-Gesellschaft ist mit durchschnittlich (pro Vegetationsaufnahme) 19 Arten die artenreichste Gesteinsflechten-Gesellschaft im Schwarzwald und – anders als in den Vogesen – nur sehr lokal entwickelt. Sie ist auf sehr niederschlagsreiche, exponierte Standorte beschränkt und durch die weiße Korallen-Porenflechte *Pertusaria corallina* und die dicken grüngelblichen, tiefroten Fruchtkörper bildende Lager der Blutaugenflechte *Ophioparma ventosa* gekennzeichnet (Abb. 25). Sie enthält etliche alpine Elemente wie *Cornicularia normoerica*, *Umbilicaria cinereorufescens* und die Polster von *Sphaerophorus fragilis*, Arten, die im Schwarzwald auf dem "Aussterbeetat" stehen (siehe Kap. 4).

Zu 2: Eine der flechtenfloristisch bedeutendsten Besonderheiten des Schwarzwaldes stellen Felshabitate dar, die von Calcit führenden Gneisen, Meta- und Anatexiten etc. aufgebaut sind und Spezialisten bergen, die zwar kalkreiche Gesteine meiden, aber neutrale und subneutrale Substrate benötigen, die auf Silikatgestein im Schwarzwald gewöhnlich durch Kalkspuren im Gestein entstehen. Ausführlich sind dieses Biotop und seine außergewöhnlichen Flechten von WIRTH (2019a) beschrieben worden. Viele dieser Spezialisten sind deutschlandweit extrem selten und auch im Schwarzwald nur auf ein oder wenige Mikrohabitate beschränkt. Im Biosphärengebiet sind dies z.B. *Dimelaena oreina*, *Collema glebulentum*, *Miriquidica complanata*, *Peltula euploca*, *Physcia magnussonii*. Jedwedes Sammeln wäre verantwortungslos. Andere Arten gehören nicht zu den allergrößten Raritäten, sind aber im Schwarzwald von Natur aus auf diese Sonderhabitate beschränkt, so etwa die sub-

atlantische Burgenflechte *Diploicia canescens*, die im Biosphärengebiet ihr einziges natürliches Vorkommen im Schwarzwald besitzt, und die Bestände des Lecanoretum (*Caloplacetum*) *demissae* mit ihren an xerische Habitate angepassten Arten.

Zu 3: Generell sind die im und am Wasser lebenden Flechten, also auf Wasserzufuhr über direkte Niederschläge hinaus angewiesenen Arten im Gebiet noch vergleichsweise gut entwickelt. Sie leben vor allem auf den Felsblöcken in Bächen. Auch unter ihnen befinden sich deutschlandweit größte Seltenheiten, wie *Collema dichotomum*, *Hydropunctaria scabra*, *Ionaspis suaveolens*, *Placynthium flabellum*, *Sporodictyon cruentum*, *Thelidium methorium*, *Thelignya lignyota*.

Zu 4: Deutschlandweit kommt die Haarsträhnen-Gesellschaft, die an kurzzeitig sickerfeuchten, besonnten Felsflächen auf mineralreichen Gesteinen lebt, nur im Schwarzwald vor (Abb. 26). Sie wird von Cyanobakterien enthaltenden Flechten aufgebaut, so von der namengebenden "Haarsträhne" (*Ephebe lanata*), *Pyrenopsis subareolata* und *Spilonema revertens*. Die Bedingungen sind für Flechten extrem, werden doch höhere Temperaturen, wie sie an besonnten Felsen leicht auftreten, bei gleichzeitiger Befeuchtung normalerweise nicht toleriert. Noch seltener und deutschlandweit heute auf den Südschwarzwald beschränkt sind Vorkommen einer Gesellschaft mit den Charakterarten *Massalongia carnosus*, *Polychidium muscicola* (beides Blaualgenflechten) und *Toninia squalida* (Polychidio-Massalongietum). Sie leben auf Moospolstern. Erstere ist eine sehr kleinblättrige braune Art, die zweite eine kleinstrauchige Flechte mit schwarzen Ästchen. *Toninia squalida* bildet flache, hellbraune Schüppchen.

Zu 5: Eine Reihe von Flechtenarten lebt ausschließlich oder fast nur auf Silikatgesteinen mit hohem Schwermetallgehalt. Meist liegen die Metalle als Sulfidverbindungen vor. Erzflechtenvorkommen sind insbesondere aus dem Harz, dem Erzgebirge, dem Thüringer Wald und dem Bayerischen Wald bekannt, oft in der Nähe von alten Erzgruben. WIRTH (1972) hat sich dem Phänomen mit Bezug auf die Verhältnisse im Schwarzwald ausführlicher gewidmet, wo die Erzflechten vor allem im oberen Wiesental und im Hotzenwald registriert wurden. Die meisten "chalkophilen" Krustenflechten sind gelb, grüngelb oder rostrot gefärbt, bilden also relativ bunte Gesellschaften. Sie reichern die Schwermetalle im Thallus an. Charakteristische Arten im Schwarzwald sind (mit abnehmender Häufigkeit) *Lecanora epanora*, *Lecanora subaurea*, *Tremolecia atrata*, *Acarospora sinopica*, *Rhizocarpon oederi*, *Lecanora handelii*, *Rhizocarpon furfurosum*, *Rhizocarpon ridescens*, *Miriquidica atrofulva*, *Lecidea silacea*, *Lecanora gisleriana*, *Stereocaulon leucophaeopsis*. Letztere drei haben nur ein Vorkommen in Südwestdeutschland, das *Stereocaulon* ist in Deutschland nur vom Biosphärengebiet bekannt.

4. Der Schwarzwald und das Biosphärengebiet: Ein Flechtendiversitätszentrum in Deutschland

Der Schwarzwald, insbesondere der Südschwarzwald, ist außergewöhnlich reich an Flechtenarten. Im Vergleich mit über 60 Naturräumen Deutschlands liegt die Artenzahl des Naturraums Schwarzwald (ohne Vorbergzone) mit rund 1050 Arten an zweiter Stelle, nur

unwesentlich hinter derjenigen der Bayerischen Alpen (WIRTH et al. 2018a). Allein diese Artenvielfalt unterstreicht die besondere Stellung des Schwarzwaldes hinsichtlich der Flechtenbiota und deren Schutzbedürftigkeit, denn sie kann sich nur damit erklären, dass zahlreiche Arten ausschließlich im Schwarzwald oder nur noch in wenigen anderen Naturräumen vorkommen. Das Zentrum der Artenvielfalt – dies ist schon aus den Verbreitungskarten in WIRTH (1995) ersichtlich – liegt im Süden des Naturraums und damit großenteils im Biosphärengebiet. Die Liste der Flechten des Biosphärengebietes (siehe unten) – das Kernstück der flechtenfloristischen Erforschung des Südschwarzwaldes – umfasst bislang rund 830 Flechtenarten – und dies bei einer Erfassung, die sich nicht speziell auf das erst vor wenigen Jahren definierte Biosphärengebiet fokussierte. Diese Zahl entspricht über 40 % der in Deutschland registrierten Flechtenarten. Zusätzlich werden einige flechtenähnliche Pilze, die traditionell von Flechtenkundlern berücksichtigt werden (so auch von WIRTH 1995 und WIRTH et al. 2013), mit behandelt, ferner auch flechtenbewohnende Pilze (lichenicole Pilze), also Organismen, die unmittelbar auf Flechten angewiesen sind. Auf sie wurde allerdings weniger intensiv geachtet, sie schlagen momentan mit rund 110 Arten zu Buche. Das Biosphärengebiet im Südschwarzwald kann also mit Fug und Recht als ein Hotspot der Flechtenvielfalt in Deutschland angesehen werden. Entsprechend verantwortungsvoll sollten die Erfassung und der Schutz der Flechten von den Behörden betrieben werden, im vollen Bewusstsein der Ausnahmestellung dieses Gebietes. Außerhalb der Alpen – und möglicherweise auch in den Bayerischen Alpen selbst – kann in Deutschland innerhalb eines Naturraumes nichts Vergleichbares an Flechtendiversität auf entsprechender Flächengröße registriert werden. Freilich ist die Grundlage derartiger Betrachtungen zur Diversität eine gute Durchforschung und Erfassung der Arten. Diesbezüglich ist in den letzten 50 Jahren viel erreicht worden. Etwa ein Viertel der Arten des Biosphärengebietes wurden in diesem Zeitabschnitt vom Autor erstmals für den Schwarzwald nachgewiesen.

Ursache der skizzierten Artenvielfalt ist die Vielfalt der Habitate. Die beträchtliche Höhenerstreckung im Biosphärengebiet über eine Spanne von deutlich über 1000 Höhenmeter (340 m ü. d. M. im Dreisambecken bis zum Belchengipfel mit 1414 m ü. d. M.) und die durch ausgeprägtes Relief bedingten Luv-Lee-Gegensätze haben ein differenziertes Klimamosaik zur Folge, worauf die sehr stark von den atmosphärischen Verhältnissen abhängigen Flechtenbiota noch deutlicher reagieren als höhere Pflanzen. Warme Lagen sind ebenso vorhanden wie kalte, spätfrostgefährdete und die besonders flechtengünstigen kühl-ozeanischen Bereiche. Bemerkenswert ist im Gebiet, dass Arten des xerothermen Elementes, wie etwa *Caloplaca demissa*, *Solitaria subsoluta* und *Peltula euploca*, Flechten des ozeanischen Elements, wie *Ricasolia amplissima*, *Nephroma laevigatum* und *Heterodermia speciosa* s.lat., und alpine Arten, wie *Ophioparma ventosa*, *Brodoa intestiniformis*, *Umbilicaria cinereorufescens*, *Cladonia stellaris* und *Cornicularia normoerica* in einer Distanz von nur fünf Kilometer angetroffen werden können. Eine weitere Erklärung für den Artenreichtum ist, dass das Gebiet weitgehend von den anderenorts desaströsen Folgen der hohen SO₂-Immissionen in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts verschont blieb. Stark vertreten sind boreal/temperat-montane und subatlantische Arten, von besonderer Bedeutung arktisch-boreal/temperat-alpine Silikatflechten, da diese wenig Refugien in Deutschland haben. Letzteres gilt auch für Flechten des ozeanischen Elements in klimaökologischem Sinn, vertreten z. B. von Arten der Lungenflechtengesellschaft. Ähnlich hohe Artenzahlen

dürften die Vogesen aufweisen, da sie über eine entsprechende Habitatvielfalt verfügen, ja in Bezug auf Gesteinsflechten noch günstigere Verhältnisse aufweisen, da ausgedehntere Felsregionen als im Schwarzwald existieren. Wie bei den höheren Pflanzen sind den Vogesen und dem Schwarzwald jeweils etliche markante Flechtenarten zu eigen, die dem Nachbargebirge fehlen.

Es ist auch im Biosphärengebiet nicht zu übersehen, dass ein Wandel im Artengefüge der Flechten im Gange ist. Ein Wandel der Biota ist naturgegeben, aber er hat vermutlich nie zuvor eine solche Geschwindigkeit gezeigt wie gegenwärtig. Negative Aspekte qualitativer und vor allem quantitativer Art sind mit der anhaltenden Intensivierung der forstlichen und landwirtschaftlichen Nutzung verknüpft (siehe oben, WIRTH 2002), aber auch Flächenverbrauch und Straßenbau-Maßnahmen spielen eine Rolle – auch bei den Kryptogamen vielfach angesprochene Gefährdungskomplexe. In WIRTH (2002) sind zur Illustration der Bedeutung von Straßenbäumen für Kryptogamen Fotos von flechtenreichen Straßenbäumen publiziert. Den Aderlass in dieser Hinsicht kann kaum etwas deutlicher zeigen als die Tatsache, dass beide in der erwähnten Publikation abgebildeten Alleen inzwischen abgeholzt worden sind (Abb. 9). Sie mussten aus Verkehrssicherungsgründen weichen.

Flechten scheinen auf den Klimawandel besonders rasch zu reagieren (z. B. VAN HERK et al. 2002). Klimabedingt „leiden“ die kälteadaptierten arktisch/boreal-alpinen Arten. Glazialrelikte zeigen deutliche Rückgangstendenzen, so *Amygdalaria panaeola*, *Calvitimela aglaea*, *Cornicularia normoerica*, *Lecidea confluens*, *Melanelia hepaticolor*, *Ophioparma ventosa*, *Phylliscum demangeonii*, *Physcia magnussonii*, *Sphaerophorus fragilis*, *Umbilicaria*-Arten – entsprechende Tendenzen sind von arktisch-alpinen oder alpinen Spezies bei den höheren Pflanzen im Schwarzwald bekannt, wie bei *Selaginella*, *Carex frigida* oder *Soldanella alpina*. Größte Seltenheiten unter den Bodenbewohnern dieses Verbreitungstyps sind im Schwarzwald bei den Flechten *Cladonia stellaris* (Alpen-Rentierflechte), *Cladonia amaurocraea*, *Flavocetraria cucullata* (Eingerollte Tartschenflechte) und *Peltigera venosa* (Geaderte Schildflechte). Es ist fraglich, ob diese Glazialrelikte mehr als zwei oder drei Jahrzehnte im Schwarzwald überleben werden, zumal die Populationen schon in der Vergangenheit auch durch andersartige Einwirkungen dezimiert wurden und teils auch durch Eutrophierung aus der Luft in Mitleidenschaft gezogen werden. Außer der Schildflechte (noch ein Vorkommen) sind sie im Biosphärengebiet bereits ausgestorben.

Beim klimabedingten Wandel steht der Abnahme kälteangepasster Arten eine Zunahme von anscheinend kälteempfindlichen Flechten gegenüber. Zahlreiche Arten aus mild-ozeanischen und wärmeren Gebieten (WIRTH et al. 2018a) sind in den letzten 30 bis 40 Jahren in die niederen Lagen des Schwarzwaldes eingewandert und haben sich zum Teil rasch vermehrt. Ein Beispiel sind blatt- und nadelbewohnende Flechten, Vertreter einer Gruppe, die hauptsächlich in den Tropen und in warm-gemäßigten Klimagebieten verbreitet ist.

Wie die Einwanderung von Arten infolge des Klimawandels zeigt, sind Veränderungen im Lebensraum der Organismen nicht generell mit negativen Aspekten verknüpft. Dies trifft auch auf lang zurückliegende Zeiträume zu. Die Erschließung des Gebietes, das heißt insbesondere die Rodung großer Flächen im Laufe der Besiedlung im Mittelalter mit der Etablierung von Viehwirtschaft hat zwar die Waldflechtenbiota erheblich dezimiert, aber insgesamt für die Flechten manch positive Aspekte gebracht. Die Offenlegung von Felsen

Abb. 27. Der locus classicus von *Lecanora silvae-nigrae*, der Schwarzwald-Kuchenflechte, liegt am Belchen. Links (gelb) Landkartenflechte.



und Felsblöcken hat die Ansiedlungsmöglichkeiten von Gesteins- und bodenbewohnenden Flechten, die in ihrer überwiegenden Zahl von lichtoffenen Habitaten abhängig sind, erweitert. Heute im Grünland reich mit Flechten besetzte Felsblöcke wären im ursprünglichen Wald in aller Regel unbedeutende Flechtenstandorte. Sie haben für das Überleben hochmontaner und subalpiner Arten im nicht allzu üppig mit lichtoffenen Felsgruppen ausgestatteten Schwarzwald eine große Rolle gespielt, in jüngster Zeit allerdings durch die verbreitete "Entsteinung" durch Flurneuerungsverfahren und Eigeninitiativen der Landwirte wieder an Bedeutung verloren. Nicht zuletzt haben künstliche Substrate, vom Grabstein bis zur Betonmauer, im Biosphärenreservat die ökologische Amplitude von Flechten und auch Moosen erweitert (Kap. 2.4). Angesichts des von Natur aus vorhandenen silikatischen, sauren (allerdings sehr lokal auch kalkhaltigen) Untergrundes ist das zwar nicht reiche, aber verbreitete Angebot von künstlichen kalkhaltigen Substraten im Biosphärengebiet für eine Reihe von Kalkbewohnern bedeutsam. Dabei wird neu "angebotener" Kunststein rasch besiedelt, wie z. B. Betonformteile für Sitzbänke, Dachziegel oder Mörtel von Mauern.

Veränderungen in den Flechtenbiota hat auch die anhaltende Eutrophierung aus der Luft im Gebiet zur Folge, auch wenn sie sich im Vergleich mit anderen Regionen diesbezüglich in Grenzen halten. Sie äußern sich sehr augenfällig in der Zunahme von zugleich subneutrophytischen und eutrophierungstoleranten Flechten auf Baumrinde, wie Spezies der Gattungen *Xanthoria* s.lat., *Physcia* und *Phaeophyscia*. Sie nehmen den Platz der zuvor etablierten acidophytischen Arten ein, wie beispielsweise der Blasenflechte (*Hypogymnia physodes*). Augenfällige Verkörperung dieses Trends ist die auffallende Gelbflechte *Xanthoria parietina*. Bodenbewohnende Flechten sind generell durch Eutrophierung (aus der Luft oder Düngung am Boden) und die damit verbundene Stärkung der Bodenvegetation höherer Pflanzen bedroht. Betroffen sind unter anderen die Rentierflechten.

Im Anhang sind die bislang innerhalb der Grenzen des Biosphärengebietes Südschwarzwald aufgefundenen und belegten Flechten und flechtenbewohnenden Pilze aufgeführt. Diese Übersicht vermittelt eine Vorstellung, wie artenreich dieses Gebiet, wie schützenswert es ist und welche Ausnahmestellung es in Deutschland innehat. Zwei Arten, die

Schwarzwald-Kuchenflechte (*Lecanora silvae-nigrae*, Abb. 27) und die Schwarzwald-Landkartenflechte (*Rhizocarpon furax*), haben ihren locus classicus im Biosphärengebiet, wurden also von hier erstmals beschrieben. Es wird hier nicht auf die Ökologie der Arten eingegangen, ebenso wenig (aus Naturschutz-Gründen) auf genaue Fundorte. Weiterführende, für den Schwarzwald gültige ökologische Angaben können in WIRTH (1995) nachgeschlagen werden. Das gleiche gilt für die Verbreitung in Baden-Württemberg. Nomenklatur nach WIRTH et al. 2013, bei lichenicolen Pilzen nach DIEDERICH & ERTZ (2018) und BRACKEL (2014). Die im Text (oben) genannten Arten sind fast sämtlich in WIRTH et al. (2013) und WIRTH (1995) in Farbfotos abgebildet.

Dank

Die Erforschung der Flechtenvegetation des Gebietes wurde während der Jahre 1975 bis 2001 teilweise unterstützt durch Reisemittel des Staatlichen Museums für Naturkunde Stuttgart, von 2001 bis 2007 von der entsprechenden Institution in Karlsruhe. Dankbar bin ich Frau Prof. Dr. Otti Wilmanns (Freiburg), durch deren Kryptogamenkurs ich mit Flechten näher in Berührung kam, Dr. G. Philippi (Freiburg/Karlsruhe) für zahlreiche gemeinsame Exkursionen in jungen Jahren und meiner Familie für ihre Geduld bei der „Umfunktionierung“ vieler Wanderungen. In einer langen Zeitspanne lichenologischer Tätigkeit ist auch die Liste von Unterstützern lang. In neuester Zeit half Dr. W. v. Brackel (Röttenbach) mit der Bestimmung von lichenicolen Pilzen weiter. Die Karte des Biosphärengebietes stellte Herr Ch. Huber von der Biosphärenverwaltung zur Verfügung.

5. Literatur

- BARKMAN, J. J. (1958): Phytosociology and Ecology of Cryptogamic Epiphytes. 628 S., Van Gorcum, Assen.
- BARTSCH, J. & BARTSCH, M. (1940): Vegetationskunde des Schwarzwaldes. Pflanzensoziologie 4. 229 S., Fischer, Jena.
- v. BRACKEL, W. (2014): Kommentierter Katalog der flechtenbewohnenden Pilze Bayerns. Bibliotheca Lichenologica 109: 1-476.
- BRAUNISCH, V., HAUCK, F., DALÜGE, N., HOSCHEK, M., BALLENTHIEN, E., WINTER, M.-B. & MICHIELS, H.-G. (2020): Waldzielartenkonzept und Walddatenschutz-Informationssystem: Instrumente zur Artenförderung im Staatswald von Baden-Württemberg. standort.wald 51: 53-76.
- DIEDERICH, P. & ERTZ, D. (2018): The 2018 classification and checklist of lichenicolous fungi, with 2000 non-lichenized, obligately lichenicolous taxa. The Bryologist 121: 340-425.
- DYMYTROVA, L., BRÄNDLI, U. B., STOFER, S. & SCHEIDEGGER, C. (2019): Autochthone Gebirgswälder in der Schweiz anhand von baumbewohnenden Flechten erkennen. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 170: 258-265.
- KLEMENT, O. (1952): Georg Lettau †. Ber. Naturforsch. Ges. Augsburg 5: 178-180.
- KÖRNER, H. (Hrsg.) (2003): Der Hotzenwald. Natur und Kultur einer Landschaft im Südschwarzwald. 300 S., Lavon, Freiburg.
- KONOLD, W. & SEITZ, B.-J. (2018): Das Biosphärengebiet Schwarzwald. 223 S., Silberburg, Tübingen.
- LETTAU, G. (1940-1958): Flechten aus Mitteleuropa I-XIV. – I-VII: Feddes Repert. Beih. 119: 1-202 (1940); 203-262 (1941); 263-348 (1942), - VIII.XIV: Feddes Repert. – VIII: 54: 82-136 (1944); IX: 56: 172-278 (1954); X: 57: 1-94 (1955); XI: 59: 1-97 (1956); XII: 59: 192-257 (1957); XIII: 61: 1-73

(1958); XIV: 61: 105-171 (1958).

LETTAU, G. (1948): Die Flechtenflora des Feldbergs. S. 380-386 in Müller, K. (Hrsg.): Der Feldberg im Schwarzwald. Bielefelds, Freiburg

LÖSCH, A. (1896/97): Beiträge zur Flechtenflora Badens. Mitteilungen des Badischen Botanischen Vereins 142: 378-385 (1896); 143/44: 387-395; 146/47: 411-426 (1897).

LÜCKING, R., WIRTH, V. & AHRENS, M. (2009): Follicolous lichens in the Black Forest, Southwest-Germany. – *Carolinaea* 67: 23–31.

MÜLLER, K. (1948): Der Feldberg im Schwarzwald. 586 S., Bielefelds, Freiburg.

OBERDORFER, E., MÜLLER, T. & SEIBERT, P. (1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Band 4: Wälder und Gebüsche. A. Textband. 2. Aufl., 282 S., Gustav Fischer, Jena.

REIDL, K., SUCK, R., BUSHART, M., HERTER, W., KOLTZENBURG, M., MICHIELS, H.-G. & WOLF, TH. (2013): Potentielle Natürliche Vegetation von Baden- Württemberg. Hrsg.: LUBW, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg. Naturschutz-Spectrum Themen 100, Karlsruhe.

Regierungspräsidium Freiburg (Hrsg., 2012): Der Feldberg. Subalpine Insel im Schwarzwald. 488 S., Thorbecke, Ostfildern.

VAN HERK, C. M., APTROOT, A. & VAN DOBBEN, H.F. (2002): Long-term monitoring in the Netherlands suggests that lichens respond to global warming. *Lichenologist* 34: 141–154.

WILMANN, O. (1962): Rindenbewohnende Epiphytengemeinschaften in Südwestdeutschland. Berichte zur naturkundlichen Forschung in SW-Deutschland 21: 87–164.

WILMANN, O. (2001): Exkursionsführer Schwarzwald. Eine Einführung in Landschaft und Vegetation. UTB 2180, 304 S., Ulmer, Stuttgart.

WIRTH, V. (1972): Die Silikatflechten-Gemeinschaften im außeralpinen Zentraleuropa. *Dissertationes Botanicae* 17: 1–325.

WIRTH, V. (1995): Die Flechten Baden-Württembergs. 2. Aufl.; 1006 S., Ulmer, Stuttgart.

WIRTH, V. (1999): Neu- und Wiederfunde von Flechten und flechtenbewohnenden Pilzen in Deutschland. – *Jh. Ges. Naturkde. Württemberg* 155: 227–236.

WIRTH, V. (2000): Flechten und flechtenbewohnende Pilze neu für Deutschland. *Jh. Ges. Naturkde. Württemberg* 156: 189-191.

WIRTH, V. (2002): Indikator Flechte – Naturschutz aus der Flechtenperspektive. *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde C*, 50: 1–96.

WIRTH, V. (2008): Alfred Lösch – ein badischer Kryptogamenforscher. *Carolinaea* 68: 63-69.

WIRTH, V. (2009): *Tomasellia diffusa* nach 150 Jahren in Deutschland wieder entdeckt. *Herzogia* 22: 323–326.

WIRTH, V. (2016): Bemerkenswerte Funde von Flechten in Süddeutschland und Umgebung. *Carolinaea* 74: 11–22.

WIRTH, V. (2017): Die Flechte *Fuscidea arboricola* Coppins & Tønsberg in Deutschland. *Mitteilungen des badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz*, N.F. 22: 229-232.

WIRTH, V. (2018): Nur eine Weidbuche? - Weidbuchen als Biodiversitätsgaranten im Schwarzwald. *Carolinaea* 76: 21–34.

WIRTH, V. (2019a): Basi- und subneutrophytische Flechten im Grundgebirge des Schwarzwaldes. *Mitteilungen des badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz*, N.F. 22: 443–467.

WIRTH, V. (2019b): Flechtenfunde in Südwestdeutschland und angrenzenden Gebieten. *Mitteilungen des badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz*, N.F. 22: 549–560.

WIRTH, V. (2019c): *Biatora ocelliformis* in Südwestdeutschland nachgewiesen (Lecanoromycetes, Ramalinaceae). *Carolinaea* 77: 181-183.

WIRTH, V. (2019d): Zur Kenntnis der Flechtenbiota im Nordschwarzwald. – *Mitteilungen des badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz*, NF 22: 685-712.

WIRTH, V. (2021): Neue und bemerkenswerte Funde von Flechten und flechtenbewohnenden Pilzen in Süddeutschland und Umgebung. *Carolinea* 79: 5-17.

WIRTH, V., HAUCK, M., DE BRUYN, U., SCHIEFELBEIN, U., JOHN, V. & OTTE, V. (2009): Flechten aus Deutschland mit Verbreitungsschwerpunkt im Wald. *Herzogia* 22: 79–107.

WIRTH, V., VONDRÁK, J., DE BRUYN, U. & HAUCK, M. (2011): Erstnachweise von Flechtenarten für Deutschland und Frankreich. – *Herzogia* 24: 155–158.

WIRTH, V., HAUCK, M. & SCHULTZ, M. (2013): Die Flechten Deutschlands. 2 Bände; 1244 S., Ulmer, Stuttgart.

WIRTH, V., SCHIEFELBEIN, U. & LITTERSKI, B. (2018a): The lichen flora of Germany - regional differences and biogeographical aspects. – *Biosystematics and Ecology Series* 34: 565-588.

WIRTH, V., Tønsberg, T., REIF, A. & STEVENSON, D. (2018b): *Loxospora cristinae* found in Germany. – *Herzogia* 31: 995–999.

Anhang: Artenliste

Alle aufgeführten Arten sind vom Verfasser selbst im Bereich des Biosphärengebietes gefunden bzw. bestätigt worden, mit Ausnahme der mit Namen (leg. Xx) oder mit den Kürzeln Le und Lö markierten: Le: Angaben von G. Lettau (Daten aus den Jahren um 1915-1925) – Lö: Angaben von A. Lösch (Daten aus den Jahren um 1890-1920). – * : letzte eigene Nachweise im Bereich des Biosphärengebiets liegen mehr als 25 Jahre zurück. **: flechtenähnlicher Pilz. +: bekanntes Vorkommen im Biosphärengebiet erloschen. B: det. W. v. Brackel.

Flechten

(und fakultativ lichenisierte oder flechtenähnliche Pilze)

Absoconditella delutula
Absoconditella lignicola
Absoconditella sphagnum
Acarospora franconica det. Roux
Acarospora fuscata
Acarospora glaucocarpa
Acarospora helvetica
Acarospora insolata conf.
Knudsen
Acarospora moenium
Acarospora praeruptorum
Acarospora pyrenopsoides
Acarospora sinopica
Acarospora squamulosa
Acarospora variegata
Acarospora versicolor
Acrocordia gemmata
Adelolecia pilati
Agonimia cf. repleta
Agonimia flabelliformis
Agonimia opuntiella
Agonimia tristicula
Ainoa geochroa
Ainoa mooreana
Alectoris sarmentosa
Alyxoria varia
Amandinea punctata
Amygdalaria panaeola
Anaptychia ciliaris
Anisomeridium polypori
Arthonia apatetica Le

Arthonia atra
Arthonia didyma
Arthonia dispersa Le
Arthonia leucopellaea
Arthonia mediella Le
Arthonia muscigena
Arthonia punctiformis
Arthonia radiata
Arthonia reniformis Le
Arthonia vinosa
Arthopyrenia analepta**
Arthopyrenia cinereopruinosa** Le
Arthopyrenia fraxini**
Arthopyrenia punctiformis**
Arthrorhaphis citrinella
Arthrorhaphis populorum
Aspicilia cinerea
Aspicilia grisea
Aspicilia laevata
Athallia cerinella
Athallia cerinelloides
Athallia holocarpa
Athallia pyracea
Athallia vitellinula
Bacidia absistens
Bacidia arceutina
Bacidia beckhausii
Bacidia biatorina
Bacidia circumspecta
Bacidia rubella
Bacidia subacarina
Bacidia trachona
Bacidina assulata
Bacidina chlorotricula
Bacidina delicata

Bacidina inundata
Bacidina sulphurella
Baeomyces carneus
Baeomyces placophyllus
Baeomyces rufus
Biatora aureolepra
Biatora chrysanthia
Biatora efflorescens
Biatora globulosa
Biatora helvola
Biatora ocelliformis
Biatora sphaeroidiza
Biatora veteranorum
Biatoridium monasteriense
Bilimbia accedens
Bilimbia sabuletorum
Blastenia coralliza
Blastenia ferruginea*
Blastenia herbidella
Brodoa intestiniformis
Bryoria bicolor*
Bryoria capillaris
Bryoria fuscescens
Bryoria nadvornikiana
Bryoria smithii*
Buellia aethalea
Buellia disciformis
Buellia griseovirens
Buellia miriquidica*
Buellia ocellata
Buellia schaereri
Buellia uberius*
Calicium corynellum
Calicium glaucellum
Calicium lenticulare
Calicium parvum

Calicium salicinum
Calicium trabinellum
Calicium viride
Calogaya arnoldii
Calogaya decipiens
Calogaya pusilla
Calogaya saxicola
Caloplaca atroflava
Caloplaca aurantia
Caloplaca cerina
Caloplaca chlorina
Caloplaca conversa*
Caloplaca demissa
Caloplaca lucifuga
Caloplaca obscura
Caloplaca squamuloidis
Caloplaca stillicidiorum
Caloplaca subathallina
Caloplaca teicholyta
Calvitimela aglaea
Candelaria concolor
Candelariella aurella
Candelariella boleana
Candelariella coralliza
Candelariella efflorescens agg.
Candelariella medians
Candelariella reflexa s.str.
Candelariella subdeflexa*
Candelariella vitellina
Candelariella xanthostigma
Candelariella xanthostigmoides
Carbonea assimilis
Carbonea vorticosa
Catillaria atomarioides
Catillaria chalybeia
Catillaria nigroclavata

<i>Cetraria aculeata*</i>	<i>Collema furfuraceum</i>	<i>Hymenelia ceracea</i>	<i>Lecanora subcarnea</i>
<i>Cetraria ericetorum</i>	<i>Collema fuscovirens</i>	<i>Hymenelia lacustris</i>	<i>Lecanora subcarpineae</i>
<i>Cetraria islandica</i>	<i>Collema glebulentum*</i>	<i>Hymenelia ochrolemma</i>	<i>Lecanora subintricata</i>
<i>Cetraria sepincola</i>	<i>Collema ligerinum*</i>	<i>Hymenelia odora</i>	<i>Lecanora subplanata</i>
<i>Cetrelia cetrarioides</i>	<i>Collema nigrescens</i>	<i>Hymenelia suaveolens</i>	<i>Lecanora sulphurea</i>
<i>Cetrelia olivetorum</i>	<i>Collema occultatum</i>	<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	<i>Lecanora swartzii</i>
<i>Chaenotheca brunneola</i>	<i>Collema tenax</i>	<i>Hypocenomyce caradocensis</i>	<i>Lecanora symmicta</i>
<i>Chaenotheca chrysocephala</i>	<i>Coniocarpon cinnabarinum</i>	<i>Hypocenomyce friesii</i>	<i>Lecanora varia</i>
<i>Chaenotheca ferruginea</i>	<i>Coniocarpon fallax</i>	<i>Hypocenomyce scalaris</i>	<i>Lecidea albivolvida Le</i>
<i>Chaenotheca furfuracea</i>	<i>Cornicularia normoerica</i>	<i>Hypogymnia farinacea</i>	<i>Lecidea atrofulva</i>
<i>Chaenotheca stemonea</i>	<i>Cyphelium inquinans</i>	<i>Hypogymnia physodes</i>	<i>Lecidea confluens</i>
<i>Chaenotheca subroscida</i>	<i>Cyphelium karelicum</i>	<i>Hypogymnia tubulosa</i>	<i>Lecidea fuliginosa</i>
<i>Chaenotheca trichialis</i>	<i>Cyrtidula quercus** Le</i>	<i>Hypogymnia vittata</i>	<i>Lecidea fuscoatra</i>
<i>Chaenotheca xyloxena</i>	<i>Cystocoleus ebeneus</i>	<i>Hypotrachyna laevigata*</i>	<i>Lecidea grisella</i>
<i>Chrysothrix candelaris</i>	<i>Dendrographa latebrarum</i>	<i>Hypotrachyna revoluta s.lat.</i>	<i>Lecidea lactea</i>
<i>Chrysothrix chlorina</i>	<i>Dermatocarpon luridum</i>	<i>Icmadophila ericetorum</i>	<i>Lecidea lapidica</i>
<i>Circinaria caesiocinerea</i>	<i>Dermatocarpon meiohyllizum</i>	<i>Immersaria athrocarpa</i>	<i>Lecidea leprarioides</i>
<i>Circinaria contorta</i>	<i>Dermatocarpon miniatum</i>	<i>Imshaugia aleurites</i>	<i>Lecidea limosa*</i>
<i>Circinaria hoffmannii</i>	<i>Dibaeis baemyces</i>	<i>Jamesiella anastomosans</i>	<i>Lecidea lithophila</i>
<i>Cladonia amaurocraea Le</i>	<i>Dimelaena oreina</i>	<i>Japewia subaurifera</i>	<i>Lecidea nylanderii</i>
<i>Cladonia arbuscula</i>	<i>Diploicia canescens</i>	<i>Koerberiella wimmeriana</i>	<i>Lecidea plana</i>
<i>Cladonia bellidiflora</i>	<i>Diploschistes gypsaceus</i>	<i>Lahmia kunzei**</i>	<i>Lecidea sanguineoatra</i>
<i>Cladonia caespiticia</i>	<i>Diploschistes muscorum</i>	<i>Lasallia pustulata</i>	<i>Lecidea silacea</i>
<i>Cladonia cariosa</i>	<i>Diploschistes scruposus</i>	<i>Lecanactis abietina</i>	<i>Lecidea speirea</i>
<i>Cladonia carneola</i>	<i>Diplotomma alboastrum</i>	<i>Lecanactis dilleniana</i>	<i>Lecidea tessellata</i>
<i>Cladonia cenotea</i>	<i>Diplotomma porphyricum</i>	<i>Lecania croatica</i>	<i>Lecidea turgidula</i>
<i>Cladonia chlorophaea</i>	<i>Dirina fallax</i>	<i>Lecania cyrtella</i>	<i>Lecidella anomaloides</i>
<i>Cladonia ciliata</i>	<i>Elixia flexella</i>	<i>Lecania cyrtellina</i>	<i>Lecidella carpathica</i>
<i>Cladonia coccifera</i>	<i>Enterographa zonata</i>	<i>Lecania erysibe</i>	<i>Lecidella elaeochroma</i>
<i>Cladonia coniocraea</i>	<i>Ephebe lanata</i>	<i>Lecania inundata</i>	<i>Lecidella flavosorediata</i>
<i>Cladonia cornuta</i>	<i>Euopsis pulvinata*</i>	<i>Lecania naegeli</i>	<i>Lecidella scabra</i>
<i>Cladonia deformis</i>	<i>Evernia divaricata</i>	<i>Lecanora aitema</i>	<i>Lecidella stigmatæa</i>
<i>Cladonia digitata</i>	<i>Evernia prunastri</i>	<i>Lecanora albella</i>	<i>Lecidella subincongrua*</i>
<i>Cladonia fimbriata</i>	<i>Fellhanera boutellei</i>	<i>Lecanora albellula Lö</i>	<i>Lecidella subviridis</i>
<i>Cladonia flabelliformis</i>	<i>Fellhanera gyrophorica</i>	<i>Lecanora albescent</i>	<i>Lecidella viridans</i>
<i>Cladonia floerkeana</i>	<i>Fellhanera subtilis</i>	<i>Lecanora allophana</i>	<i>Lecidoma demissum*</i>
<i>Cladonia furcata</i>	<i>Fellhaneropsis myrtillicola</i>	<i>Lecanora argentata</i>	<i>Leimonis erratica</i>
<i>Cladonia glauca</i>	<i>Fellhaneropsis vezdae</i>	<i>Lecanora campestris</i>	<i>Lempholemma chalazanum*</i>
<i>Cladonia gracilis</i>	<i>Flavocetraria cucullata* +</i>	<i>Lecanora carpineae</i>	<i>Lempholemma polyanthes*</i>
<i>Cladonia grayi</i>	<i>Flavoparmelia caperata</i>	<i>Lecanora cenisia</i>	<i>Lepraria caesiobalba</i>
<i>Cladonia humilis</i>	<i>Flavoplaça citrina coll</i>	<i>Lecanora chlorotera</i>	<i>Lepraria eburnea</i>
<i>Cladonia macilenta</i>	<i>Flavoplaça flavocitrina</i>	<i>Lecanora conizaeoides</i>	<i>Lepraria ecorticata</i>
<i>Cladonia macroceras</i>	<i>Flavoplaça oasis</i>	<i>Lecanora crenulata</i>	<i>Lepraria elobata</i>
<i>Cladonia macrophylla</i>	<i>Flavopunctelia flaventior</i>	<i>Lecanora dispersa</i>	<i>Lepraria finkii</i>
<i>Cladonia mitis</i>	<i>Frutidella pullata</i>	<i>Lecanora epanora</i>	<i>Lepraria incana</i>
<i>Cladonia monomorpha</i>	<i>Fuscidea austera</i>	<i>Lecanora expallens</i>	<i>Lepraria jackii</i>
<i>Cladonia norvegica</i>	<i>Fuscidea cyathoides</i>	<i>Lecanora frustulosa</i>	<i>Lepraria membranacea</i>
<i>Cladonia parasitica</i>	<i>Fuscidea kochiana</i>	<i>Lecanora gisleriana</i>	<i>Lepraria nylanderiana</i>
<i>Cladonia phyllophora</i>	<i>Fuscidea maculosa</i>	<i>Lecanora hagenii</i>	<i>Lepraria rigidula</i>
<i>Cladonia pleurota</i>	<i>Fuscidea praeurptorum</i>	<i>Lecanora handelii</i>	<i>Lepraria vouauxii</i>
<i>Cladonia polycarpoides</i>	<i>Fuscidea recens</i>	<i>Lecanora hypoptoides Le</i>	<i>Leptrocaulon microscopicum</i>
<i>Cladonia pyxidata</i>	<i>Gallowayella fulva</i>	<i>Lecanora intricata</i>	<i>Leptroplaca chrysodeta</i>
<i>Cladonia ramulosa</i>	<i>Graphis scripta</i>	<i>Lecanora intumescens</i>	<i>Leptroplaca cirrochroa</i>
<i>Cladonia rei</i>	<i>Gyalecta carneola</i>	<i>Lecanora leptyroides</i>	<i>Leptroplaca obliterans</i>
<i>Cladonia rangiferina</i>	<i>Gyalecta derivata</i>	<i>Lecanora loikeana</i>	<i>Leptogium cyanescens</i>
<i>Cladonia rangiformis</i>	<i>Gyalecta fagicola</i>	<i>Lecanora mughicola</i>	<i>Leptogium gelatinosum</i>
<i>Cladonia squamosa</i>	<i>Gyalecta flotowii</i>	<i>Lecanora muralis</i>	<i>Leptogium lichenoides</i>
<i>Cladonia stellaris* +</i>	<i>Gyalecta fritzei Le</i>	<i>Lecanora orosthea</i>	<i>Leptogium magnusonii</i>
<i>Cladonia straminea</i>	<i>Gyalecta incarnata*</i>	<i>Lecanora persimilis</i>	<i>Leptogium plicatile</i>
<i>Cladonia subulata</i>	<i>Gyalecta jenensis</i>	<i>Lecanora polytropa</i>	<i>Leptogium pulvinatum</i>
<i>Cladonia sulphurina</i>	<i>Gyalecta russula*</i>	<i>Lecanora pulicaris</i>	<i>Leptogium saturninum</i>
<i>Cladonia uncialis</i>	<i>Gyalecta truncigena</i>	<i>Lecanora reagens</i>	<i>Leptogium subtile*</i>
<i>Cladonia verticillata</i>	<i>Gyalecta ulmi</i>	<i>Lecanora rubida</i>	<i>Leptogium tenuissimum*</i>
<i>Clauzadeana macula</i>	<i>Gyalideopsis helvetica</i>	<i>Lecanora rupicola</i>	<i>Leptogium teretiusculum</i>
<i>Cliostomum corrugatum</i>	<i>Gyalolechia flavorubescens</i>	<i>Lecanora saligna</i>	<i>Leptorhaphis atomariae**</i>
<i>Coenogonium luteum Lö</i>	<i>Gyalolechia flavovirescens</i>	<i>Lecanora sambuci</i>	<i>Leptorhaphis epidermidis**</i>
<i>Coenogonium pineti</i>	<i>Haematomma coccineum</i>	<i>Lecanora sarcopodioides</i>	<i>Leptorhaphis tremulae Le**</i>
<i>Collema auriforme</i>	<i>Haematomma porphyrium</i>	<i>Lecanora semipallida</i>	<i>Leptorhaphis wienkampii Le**</i>
<i>Collema crispum</i>	<i>Halecania viridescens</i>	<i>Lecanora silvae-nigrae</i>	<i>Lichenomphalia ericetorum</i>
<i>Collema dichotomum</i>	<i>Heterodermia speciosa s.lat.</i>	<i>Lecanora sorallifera</i>	<i>Lichenomphalia hudsoniana*</i>
<i>Collema fasciculare</i>	<i>Hydropunctaria rheitrophila</i>	<i>Lecanora strobilina Le</i>	<i>Lichenothelia convexa**</i>
<i>Collema flaccidum</i>	<i>Hydropunctaria scabra</i>	<i>Lecanora subaurea</i>	<i>Lichenothelia scopularia</i>

<i>Lithographa tesserata</i>	<i>Nephroma parile</i>	<i>Pertusaria flavicans</i>	<i>Pseudosagedia aenea</i>
<i>Lobaria pulmonaria</i>	<i>Nephroma resupinatum</i>	<i>Pertusaria flavida</i>	<i>Pseudosagedia chlorotica</i>
<i>Lobarina scrobiculata</i>	<i>Nephromopsis laureri</i> *	<i>Pertusaria hymenea</i>	<i>Pseudosagedia grandis</i> Le
<i>Lobothallia radiosa</i>	<i>Normandina pulchella</i>	<i>Pertusaria leioplaca</i>	<i>Psilolechia lucida</i>
<i>Lobothallia recedens</i>	<i>Ochrolechia alboflavescens</i>	<i>Pertusaria pertusa</i>	<i>Psoroglaena abscondita</i>
<i>Lopadium disciforme</i>	<i>Ochrolechia androgyna</i>	<i>Pertusaria pseudocoralina</i>	<i>Psoroglaena stigonemoides</i>
<i>Loxospora cismonica</i> *	<i>Ochrolechia arborea</i>	<i>Pertusaria pupillaris</i>	<i>Punctelia borrieri</i>
<i>Loxospora cristinae</i>	<i>Ochrolechia mahluensis</i>	<i>Pertusaria pustulata</i>	<i>Punctelia jeckeri</i>
<i>Loxospora elatina</i>	<i>Ochrolechia microstictoides</i>	<i>Pertusaria schaeeri</i> *	<i>Punctelia subrudecta</i>
<i>Maronea constans</i>	<i>Ochrolechia pallescens</i>	<i>Pertusaria trachythallina</i>	<i>Pycnora cf. praestabilis</i>
<i>Massalongia carnosa</i>	<i>Ochrolechia subviridis</i> *	<i>Phaeocalicium compressulum</i> Le	<i>Pycnora sorophora</i>
<i>Massjukiella candelaria</i>	<i>Ochrolechia szatalaensis</i> *	<i>Phaeophyscia ciliata</i>	<i>Pycnothelia papillaria</i>
<i>Massjukiella polycarpa</i>	<i>Ochrolechia turneri</i>	<i>Phaeophyscia endococcinea</i>	<i>Pyrenodesmia variabilis</i>
<i>Massjukiella ucrainica</i>	<i>Opegrapha gyrocarpa</i>	<i>Phaeophyscia endophoenicea</i>	<i>Pyrenopsis conferta</i> Le
<i>Megalaria pulvereae</i>	<i>Opegrapha lithyrga</i>	<i>Phaeophyscia nigricans</i>	<i>Pyrenopsis haematina</i>
<i>Megalospora pachycarpa</i> Le	<i>Opegrapha niveoatra</i>	<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	<i>Pyrenopsis sanguinea</i>
<i>Megaspora verrucosa</i> *	<i>Opegrapha rufescens</i>	<i>Phaeophyscia sciastra</i>	<i>Pyrenopsis subareolata</i>
<i>Melanelia hepaticizon</i>	<i>Opegrapha vermicellifera</i>	<i>Phlyctis agelaea</i>	<i>Pyrenula laevigata</i> Le
<i>Melanelia stygia</i>	<i>Opegrapha vulgata</i>	<i>Phlyctis argena</i>	<i>Pyrenula nitida</i>
<i>Melanelixia fuliginosa</i>	<i>Ophioparma ventosa</i>	<i>Phyllicium demangeonii</i>	<i>Racodium rupestre</i>
<i>Melanelixia glabrata</i>	<i>Oxneria fallax</i>	<i>Physcia adscendens</i>	<i>Ramalina calicaris</i>
<i>Melanelixia subargentifera</i>	<i>Oxneria huculica</i>	<i>Physcia aipolia</i>	<i>Ramalina arsenii</i> Sérus. et al.
<i>Melanelixia subaurifera</i>	<i>Palicella filamentosa</i>	<i>Physcia caesia</i>	<i>Ramalina europaea</i>
<i>Melanohalea elegantula</i>	<i>Pannaria conoplea</i>	<i>Physcia dimidiata</i>	<i>Ramalina farinacea</i>
<i>Melanohalea exasperata</i>	<i>Parmelia discolor</i>	<i>Physcia dubia</i>	<i>Ramalina fastigiata</i>
<i>Melanohalea exasperatula</i>	<i>Parmelia ernstiae</i>	<i>Physcia magnussonii</i>	<i>Ramalina fraxinea</i>
<i>Melanohalea laciniatula</i>	<i>Parmelia omphalodes</i>	<i>Physcia stellaris</i>	<i>Ramalina pollinaria</i>
<i>Melanohalea olivacea</i>	<i>Parmelia saxatilis</i>	<i>Physcia subalbinea</i>	<i>Ramalina thrausta</i> *
<i>Melaspilea proximella</i>	<i>Parmelia serrana</i>	<i>Physcia tenella</i>	<i>Rhizocarpon alpicola</i>
<i>Menegazzia subsimilis</i>	<i>Parmelia submontana</i>	<i>Physciella chloantha</i>	<i>Rhizocarpon atroflavescens</i>
<i>Menegazzia terebrata</i>	<i>Parmelia sulcata</i>	<i>Physconia distorta</i>	<i>Rhizocarpon badioatrum</i>
<i>Metamelanea umbonata</i>	<i>Parmeliella leucophaea</i>	<i>Physconia enteroxantha</i>	<i>Rhizocarpon carpaticum</i>
<i>Micarea bauschiana</i>	<i>Parmeliella praetermissa</i> *	<i>Physconia perisidiosa</i>	<i>Rhizocarpon distinctum</i>
<i>Micarea botryoides</i>	<i>Parmeliella triptophylla</i>	<i>Placidium rufescens</i>	<i>Rhizocarpon drepanodes</i>
<i>Micarea cinerea</i>	<i>Parmelina carporrhizans</i>	<i>Placopsis lambii</i>	<i>Rhizocarpon furfurosum</i>
<i>Micarea denigrata</i>	<i>Parmelina pastillifera</i>	<i>Placopyrenium fuscillum</i>	<i>Rhizocarpon furax</i>
<i>Micarea leprosula</i>	<i>Parmelina quercina</i>	<i>Placopyrenium tatrense</i> *	<i>Rhizocarpon geminatum</i>
<i>Micarea lignaria</i>	<i>Parmelina tiliaacea</i>	<i>Placynthiella dasaea</i>	<i>Rhizocarpon geographicum</i>
<i>Micarea lithinella</i>	<i>Parmeliopsis ambigua</i>	<i>Placynthiella icmalea</i>	<i>Rhizocarpon grande</i>
<i>Micarea lutulata</i>	<i>Parmeliopsis hyperopta</i>	<i>Placynthiella oligotropa</i>	<i>Rhizocarpon hochstetteri</i>
<i>Micarea melaena</i> *	<i>Parmotrema arnoldii</i>	<i>Placynthiella uliginosa</i>	<i>Rhizocarpon jemtlandicum</i> *
<i>Micarea micrococca</i>	<i>Parmotrema crinitum</i>	<i>Placynthium flabellosum</i>	<i>Rhizocarpon lavatum</i>
<i>Micarea misella</i>	<i>Parmotrema perlatum</i>	<i>Placynthium nigrum</i>	<i>Rhizocarpon lecanorinum</i>
<i>Micarea nitschkeana</i> Le	<i>Parmotrema stippeum</i> *	<i>Platismatia glauca</i>	<i>Rhizocarpon leptolepis</i> *
<i>Micarea peliocarpa</i>	<i>Parvoplaca tirolensis</i> *	<i>Pleopsidium chlorophanum</i>	<i>Rhizocarpon oederi</i>
<i>Micarea prasina</i>	<i>Peltigera canina</i>	<i>Pleurosticta acetabulum</i>	<i>Rhizocarpon perlatum</i> *
<i>Micarea subnigrata</i>	<i>Peltigera collina</i>	<i>Polychidium muscicola</i>	<i>Rhizocarpon polycarpum</i>
<i>Micarea sylvicola</i>	<i>Peltigera degenii</i>	<i>Polysporina simplex</i>	<i>Rhizocarpon reductum</i>
<i>Micarea viridileprosa</i>	<i>Peltigera extenuata</i>	<i>Porina lectissima</i>	<i>Rhizocarpon ridescens</i>
<i>Miriquidica atrofulva</i>	<i>Peltigera didactyla</i>	<i>Porina leptalea</i>	<i>Rhizocarpon umbilicatum</i> *
<i>Miriquidica garovaglioii</i>	<i>Peltigera horizontalis</i>	<i>Porocyphus coccodes</i>	<i>Rhizocarpon viridiatrum</i>
<i>Miriquidica griseoatra</i>	<i>Peltigera hymenina</i>	<i>Porocyphus rehmicus</i>	<i>Ricasolia amplissima</i>
<i>Miriquidica intrudens</i>	<i>Peltigera leptoderma</i> Le	<i>Porpidia albocaerulescens</i>	<i>Remularia furvella</i>
<i>Miriquidica leucophaea</i>	<i>Peltigera leucophlebia</i>	<i>Porpidia cinereoatra</i>	<i>Remularia gibbosa</i>
<i>Miriquidica nigroleprosa</i>	<i>Peltigera malacea</i>	<i>Porpidia contraponenda</i>	<i>Remularia insularis</i>
<i>Miriquidica schaeeri</i>	<i>Peltigera membranacea</i>	<i>Porpidia crustulata</i>	<i>Remularia intercedens</i>
<i>Monerolechia badia</i>	<i>Peltigera neckeri</i>	<i>Porpidia flavocruenta</i>	<i>Rinodina albana</i> *
<i>Montanella disjuncta</i>	<i>Peltigera polydactylon</i>	<i>Porpidia macrocarpa</i>	<i>Rinodina aspersa</i>
<i>Montanella panniformis</i>	<i>Peltigera praetextata</i>	<i>Porpidia rugosa</i>	<i>Rinodina atrocineae</i>
<i>Multiclavula mucida</i> leg.	<i>Peltigera rufescens</i>	<i>Porpidia soredizodes</i>	<i>Rinodina confragosa</i>
<i>Schöller</i>	<i>Peltigera venosa</i> leg. Düll	<i>Porpidia tuberculosa</i>	<i>Rinodina conradii</i>
<i>Mycobilimbia pilularis</i>	<i>Peltula euploca</i> *	<i>Protoblastenia rupestris</i>	<i>Rinodina degeliana</i> Le
<i>Mycobilimbia sphaeroides</i> *	<i>Pertusaria albescent</i>	<i>Protopannaria pezizoides</i>	<i>Rinodina efflorescens</i>
<i>Mycobilimbia tetramera</i> *	<i>Pertusaria amara</i>	<i>Protoparmelia atriseda</i>	<i>Rinodina exigua</i>
<i>Mycoblastus affinis</i>	<i>Pertusaria amarescens</i> *	<i>Protoparmelia badia</i>	<i>Rinodinaa fimbriata</i> Le
<i>Mycoblastus sanguinarius</i>	<i>Pertusaria aspergilla</i>	<i>Protoparmelia cupreobadia</i> Lö	<i>Rinodina gennarii</i>
<i>Mycocalicium subtile</i> **	<i>Pertusaria chiodectonoides</i> Le	<i>Protoparmelia hypotremella</i>	<i>Rinodina griseosoralifera</i>
<i>Myriospora dilatata</i>	<i>Pertusaria coccodes</i>	<i>Protoparmelia oleaginea</i>	<i>Rinodina olivaceobrunnea</i> *
<i>Myriospora scabrida</i>	<i>Pertusaria constricta</i>	<i>Protothelenella corrosa</i>	<i>Rinodina orculata</i>
<i>Myriospora smaragdula</i>	<i>Pertusaria corallina</i>	<i>Pseudephebe minuscula</i>	<i>Rinodina oxydata</i>
<i>Nephroma bellum</i> *	<i>Pertusaria coronata</i>	<i>Pseudephebe pubescens</i>	<i>Rinodina pityrea</i>
<i>Nephroma laevigatum</i>	<i>Pertusaria excludens</i> *	<i>Pseudevernia furfuracea</i>	<i>Rinodina polyspora</i>

Rinodina pyrina
 Rinodina sophodes
 Rinodina teichophila
 Rinodina trevisanii
 Romjularia lurida
 Ropalospora viridis
 Rufoplaca subpallida
 Rusavskia elegans
 Sagedia simoensis
 Sarcogyne clavus
 Sarcogyne privigna
 Sarcogyne regularis
 Sarea coeloplata**
 Sarea difformis**
 Sarea resiniae**
 Schaereria cinereorufa
 Schaereria fuscocinerea
 Schismatomma abietinum
 Schismatomma umbrinum
 Sclerophora brachypoda Le
 Sclerophora pallida
 Scoliciosporum chlorococcum
 Scoliciosporum intrusum
 Scoliciosporum sarothamni
 Scoliciosporum umbrinum
 Solitaria chrysophthalma
 Sphaerophorus fragilis
 Sphaerophorus globosus
 Spilonema revertens
 Squamulea subsoluta
 Staurothele fissa
 Staurothele frustulenta
 Staurothele hazslinszkii Le
 Stenocybe pullatula**
 Stereocaulon alpinum
 Stereocaulon condensatum Le
 Stereocaulon dactylophyllum
 Stereocaulon evolutum
 Stereocaulon leucophaeopsis*
 Stereocaulon nanodes
 Stereocaulon paschale Bausch
 Stereocaulon pileatum
 Stereocaulon plicatile
 Stereocaulon tomentosum
 Stereocaulon vesuvianum
 Sticta fuliginosa*
 Sticta sylvatica
 Stictis gloeocapsa
 Strangospora pinicola
 Strigula glabra*
 Strigula stigmatella
 Strigula ziziphi
 Synalassa ramulosa
 Tephromela atra
 Tephromela grumosa
 Tephromela pertusarioides
 Tetramelas chloroleucus
 Tetramelas thiopolizus
 Thelenella muscorum
 Thelidium methorium
 Thelidium submethorium Le
 Thelocarpon coccosporum Lő
 Thelocarpon laureri*
 Thelomma ocellatum
 Thelopsis rubella
 Thelotrema lepadinum
 Thermutis velutina
 Thrombium epigaeum
 Toninia squalida
 Toniniopsis dissimilis
 Toniniopsis separabilis (Bacidia subincompta auct.)

Trapelia coarctata s.str.
 Trapelia corticola
 Trapelia glebulosa
 Trapelia involuta
 Trapelia obtegens
 Trapelia placodioides
 Trapeliopsis aeneofusca leg.
 Schöller
 Trapeliopsis flexuosa
 Trapeliopsis gelatinosa
 Trapeliopsis granulosa
 Trapeliopsis pseudogranulosa
 Trapeliopsis viridescens*
 Tremolecia atrata
 Tuckermannopsis chlorophylla
 Umbilicaria cinereorufescens
 Umbilicaria cylindrica
 Umbilicaria deusta
 Umbilicaria hirsuta
 Umbilicaria leiocarpa*
 Umbilicaria nylanderiana
 Umbilicaria polyphylla
 Umbilicaria polyrhiza
 Umbilicaria subglabra
 Umbilicaria torrefacta
 Umbilicaria vellea
 Usnea barbata
 Usnea ceratina
 Usnea dasopoga
 Usnea florida
 Usnea fulvoviregens
 Usnea glabrata
 Usnea hirta
 Usnea intermedia
 Usnea longissima Le, Lő
 Usnea silesiaca
 Usnea subfloridana
 Usnocetraria oakesiana
 Varicellaria hemisphaerica
 Varicellaria lactea
 Verrucaria aethiobola
 Verrucaria aquatilis
 Verrucaria devensis det. Thüs
 Verrucaria dolosa
 Verrucaria funckii
 Verrucaria fusconigrescens
 Verrucaria hydrela
 Verrucaria macrostoma
 Verrucaria madida leg. Thüs
 Verrucaria muralis
 Verrucaria murina/floerkeana
 Verrucaria nigrescens
 Verrucaria polysticta
 Verrucaria praetermissa
 Vezdaea leprosa
 Violella fucata
 Vulpicidia pinastri
 Xanthocarpia crenulata
 Xanthoparmelia angustiphylla
 Xanthoparmelia conspersa
 Xanthoparmelia loxodes
 Xanthoparmelia protomatrae
 Xanthoparmelia pulla
 Xanthoparmelia stenophylla
 Xanthoparmelia verruculifera
 Xanthoria calcicola
 Xanthoria parietina
 Xylographa abietina
 Xylographa pallens det. Mayrhofer & Resl
 Xylographa vitiligo
 Zwackhia viridis

Lichenicole (flechtenbewohnende) Pilze

Die lichenicolen Pilze, eine bis in neuere Zeit relativ wenig beachtete Gruppe, wurden in dieser Untersuchung weit weniger gründlich erfasst als die Flechten. Sie werden zurzeit intensiver studiert. Etliche unten aufgeführte Arten sind neu für den Schwarzwald, Baden-Württemberg oder Deutschland. Diese Funde sollen mit den ausführlichen Funddaten getrennt publiziert werden (Brackel & Wirth in Vorb.).

Abrothallus bertianus
 Abrothallus buellianus
 Abrothallus caerulescens Le
 Abrothallus parmeliarum
 Abrothallus usneae Le
 Actinocladium rhodosporem B
 Arborillus lilmonae
 Arthonia apotheciorum
 Arthonia phaeophysciae
 Arthonia varians
 Arthrorhaphis aeruginosa
 Arthrorhaphis grisea
 Bachmanniomyces punctum
 Biatropsis usnearum
 Briancoppinia cytospora
 Burgoa angulosa B
 Carbonea aggregantula
 Carbonea supersparsa
 Carbonea vitellinaria
 Cacidonia umbonella
 Cercidospora caudata
 Cercidospora epipolytropa
 Chaenothecopsis consociata
 Chaenothecopsis pusilla
 Chaenothecopsis pusiola
 Chaenothecopsis viridialba
 Cladosporium licheniphilum B
 Clypeococcum cladonema B
 Clypeococcum hypocenomyces
 Corticifraga peltigerae B
 Didymocyrtis cladoniicola Le
 Didymocyrtis epiphyscia B
 Ellisemia lichenicola B
 Endococcus brachysporus B
 Endococcus perpusillus leg.
 Schuhwerk
 Endococcus propinquus
 Endococcus rugulosus
 Epicladonia sandstedei
 Erythrimum aurantiacum
 Graphina aphthosae B
 Heterocephalacria physciae-arum
 Homostegia piggotii B
 Illosporopsis christiansenii
 Intralichen christiansenii
 Laetisaria lichenicola
 Lichenochora coarctatae
 Lichenochora physciicola B
 Lichenocodium erodens
 Lichenocodium lecanorae Le

Lichenocodium pyxidatae
 Lichenocodium usneae
 Lichenocodium xanthoriae
 Lichenodiplis lecanorae
 Lichenostigma alpinum
 Lichenostigma cosmopolites
 Lichenostigma maureri B
 Lichenothelia rugosa B
 Lichenotubeufia heteroder-miae B
 Marchandiomyces corallinus
 Merismatium peregrinum
 Microcalicium arenarium
 Microcalicium disseminatum
 Monodictys fuliginosa
 Muellerella pygmaea
 Nectriopsis hirta
 Nectriopsis lecanodes
 Neobarya peltigerae
 Nesolechia (Phacopsis) oxyspora var. fusca B
 Opegrapha cf. anomea Le
 Paranectria oropenis
 Phacographa zwackhii Bausch
 Phaeospora rimosicola Le
 Phoma peltigerae B
 Plectocarpum lichenum
 Polycoccum pulvinatum
 Polysporina subfuscescens
 Pronectria cf. erythrinella B
 Pronectria robergei
 Pyrenidium actinellum agg. B
 Rhagadostoma brevissimum Le
 Roselliniella microthelia
 Sagediopsis barbara
 Sarcopyrenia gibba
 Sclerococcum amygdalariae
 Sclerococcum purpurascens
 Sclerococcum saxatile
 Sclerococcum sphaerale
 Skyttea gregaria
 Sphaerellothecium araneosum B
 Sphaerellothecium coniodes
 Sphaerellothecium parmeliae
 Sphaerellothecium propinquellum B
 Stenocybe maior
 Stigmatium euclinae
 Stigmatium fuscatae
 Stigmatium gyrophorarum Lő
 Stigmatium microspilum
 Stigmatium rivulorum Le
 Taeniellella delicata B
 Taeniellella diploschistis B
 Taeniellella punctata
 Thelocarpon epibolum
 Thelocarpon intermediellum
 Tremella cetrariicola
 Tremella diploschistina B
 Tremella hypogymniae
 Tremella lichenicola
 Trichonectria anisopora
 Trichonectria rubefaciens B
 Trimmastostroma cf. rouxii B
 Unguiculariopsis lettaui
 Vouauxiella lichenicola B
 Vouauxiomyces santessonii
 Xanthoriicola physciae
 Xeronectriella septemseptata B
 Zwackhiomyces sphinctrinoides Le

Mitt. Bad. Landesverein Naturkunde u. Naturschutz	Bd.25	2022	DOI: 10.6094/BLNN/Mitt/25.02	Seiten 33-59	Freiburg/Breisgau 20. März 2022
--	-------	------	------------------------------	--------------	------------------------------------

Erosionsschutzmaßnahmen in Unterwasserdenkmälern am Bodensee-Obersee: Auswirkungen auf die Makrophytenvegetation und Naturschutzverträglichkeit

WOLFGANG OSTENDORP¹ & KLAUS VAN DE WEYER²

Zusammenfassung

Viele Unterwasserdenkmäler der Alpenseen unterliegen einem schleichenden Erosionsprozess, dem mit unterschiedlichen Erosionsschutzmaßnahmen begegnet wird. Wir haben sechs Denkmalstationen am Überlinger See (Bodensee) mit jeweils mehreren Bauvarianten im Alter von 3 bis 18 Jahren mit nahegelegenen Referenzflächen verglichen. Die Geröll- und Kiesschüttungsflächen zeichneten sich gegenüber den Referenzflächen durch eine geringere Gesamtdeckung der Unterwasservegetation (v. a. *Chara*-Arten), eine geringere Phytomasse, eine höhere Artenvielfalt und eine veränderte Artenzusammensetzung aus. Dies wird auf die mangelnde Verfüllung des Porenraums durch Feinmaterial zurückgeführt, die in einem Experiment auch nach mehr als 8 Jahren noch nicht abgeschlossen war. Die Auswirkungen waren eng auf die Schüttungsflächen begrenzt und beeinträchtigten die Erhaltungsziele der betroffenen FFH-Gebiete (LRT 3130, 3140) nicht. Dagegen wies eine mit Geotextil gesicherte Fläche auch nach 25 Jahren nur eine reduzierte Unterwasservegetation auf, so dass diese Ausführungsvariante aus ökologischen Gründen weniger geeignet ist. Wir empfehlen bei künftigen Schüttungen eine stärkere Beimischung von Feinkies und Sand, um die Kolmation zu beschleunigen.

Schlüsselwörter

FFH-Richtlinie, Wasserrahmenrichtlinie, Uferschutz, Pfahlbauten, UNESCO-Welterbe.

Abstract

Ostendorp, W. & van de Weyer, K. (2021): Erosion control fills in underwater monuments at Lake Constance-Obersee (Germany): effects on macrophyte vegetation and nature conservation compatibility.

¹ PD Dr. Wolfgang Ostendorp, Limnologisches Institut der Universität Konstanz, AG Umweltphysik, Mainaustr. 252, D-78464 Konstanz, wolfgang.ostendorp@uni-konstanz.de

² Dr. Klaus van de Weyer, lanaplan GbR, Lobbericher Str. 5, 41334 Nettetal, klaus.vdweyer@lanaplan.de

Many underwater monuments in the Alpine lakes are subject to a creeping erosion process, which is counteracted with various erosion protection measures. We compared six monument stations at Überlinger See (Lake Constance, Germany), each with several construction variants aged 3 to 18 years, with nearby reference areas. Compared to the reference plots, the cobble and gravel fill areas were characterised by a lower total cover of submerged vegetation (mainly *Chara* species), a lower phytomass, a higher species diversity and an altered species composition. This is attributed to the lack of filling of the pore space by fine material (colmatation), which in an experiment was not completed even after more than 8 years. The effects were limited to the fill areas and did not affect the conservation objectives of the sites protected by the Habitats Directive (habitat type codes 3130, 3140). In contrast, an area secured with geotextile showed only reduced submerged vegetation even after 25 years, so that this design variant is less suitable for ecological reasons. We recommend a stronger admixture of fine gravel and sand in future fills in order to accelerate colmatation.

Keywords

Habitats Directive, Water Framework Directive, shore protection, prehistoric pile dwellings, UNESCO world heritage.

1. Einleitung

Die Bodenseeufer sind weltweit eine der wichtigsten Fundlandschaften stein- und bronzezeitlicher Ufersiedlungen (Pfahlbauten) aus dem beginnenden 4. Jahrtausend bis um 800 v. Chr. Bisher wurden hier 116 Stationen gefunden, von denen 11 auf der UNESCO-Welterbeliste „Prähistorische Pfahlbauten um die Alpen“ stehen (SUTER & SCHLICHTHERLE 2009; UNESCO 2010, 2011). In vielen Stationen blieben unter einer dünnen schützenden Sedimentauflage Kulturschichtreste und Pfahlfelder erhalten, die hervorragende Archive der Lebens- und Wirtschaftsweise der Dorfbewohner und der damaligen Umweltbedingungen darstellen.

Die meisten Stationen befinden sich zumindest teilweise in der heute überschwemmten Uferzone und sind damit sowohl direkten anthropogenen Einflüssen (Überschüttungen, Hafenausbaggerungen, Schifffahrt, Bojenfelder u. a.) als auch indirekten Einflüssen (Wellengang bzw. Brandung, Seespiegelveränderungen, Frost, Wühltätigkeit neozoischer Krebsarten u. a.) ausgesetzt (BREM et al. 2013b).

Umfangreiche taucharchäologische Untersuchungen, die seit den 1980er Jahren am Bodensee, aber auch an anderen Alpenseen durchgeführt wurden, zeigten, dass die Kulturschichten und Pfahlfelder an vielen Uferabschnitten durch eine flächenhafte Erosion der schützenden Sedimentschichten gefährdet sind (zuletzt BREM et al. 2013a, b, 2015; HOFMANN & OSTENDORP 2015; OSTENDORP et al. 2016).

Das große Interesse der Öffentlichkeit an den archäologischen Forschungsergebnissen und deren touristischer Vermarktung, die wissenschaftliche Bedeutung und die offensichtliche Gefährdung haben zur Eintragung ausgewählter Stationen als serielle UNESCO-Welterbestätte „Prähistorische Pfahlbauten um die Alpen“ geführt (UNESCO 2021). Damit haben sich die Signatarstaaten, darunter auch die Bundesrepublik Deutschland verpflichtet, „wissenschaftliche und technische Untersuchungen und Forschungen durchzuführen und

Arbeitsmethoden zu entwickeln, die es [...] ermöglichen, die [dem] Kultur- und Naturerbe drohenden Gefahren zu bekämpfen“ (UNESCO 1972, Art. 5, Abs. 3). Derzeit werden die länderübergreifenden Aufgaben durch die International Coordination Group Palafittes (ICG) in Basel koordiniert.

Der stellenweise akuten Gefährdungssituation und dem insgesamt geringen Kenntnisstand der verursachenden Faktoren wurde am Bodensee in zwei jeweils dreijährigen interdisziplinären Forschungsprojekten begegnet, dem Interreg IV-Projekts „Erosion und Denkmalschutz am Bodensee und Zürichsee“ (2008 – 2011; BREM et al. 2013a) und dem Verbundprojekt des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) „Auswirkungen hydromorphologischer Veränderungen von Seeufern (Bodensee) auf den Feststoffhaushalt, submerse Makrophyten und Makrozoobenthos-Biozönosen mit dem Ziel der Optimierung von Mitigationsstrategien“ (HyMoBioStrategie, 2015 – 2018, HOFMANN & OSTENDORP 2019). Im Rahmen dieser beiden Forschungsprojekte wurden auch die nachfolgend dargestellten Untersuchungen durchgeführt.

Die Erosionsgefährdung vieler Unterwasserdenkmäler am Bodensee erfordert dauerhafte Schutz- und Sicherungsmaßnahmen, die bislang hauptsächlich in Form von Geotextilabdeckungen, als Kies- und Geröllschüttungen oder als Kombination von beidem ausgeführt wurden (KÖNINGER & SCHLICHOTHERLE 2013; EBERSBACH et al. 2019). Von den wasserbaulichen Abdeckungen wurde erwartet, dass sie die weitere Erosion und Ausspülung verhindern, andererseits aber die noch im Sediment verbliebenen Kulturschichten nicht beschädigen.

Die denkmalpflegerischen Schüttungen stellen dauerhafte Eingriffe in die sublitoralen Lebensräume dar, die der sorgfältigen Abwägung unter Berücksichtigung der Zielsetzungen des Gewässerschutzes und des Naturschutzes bedürfen, denn große Teile des Bodenseeufer stehen unter dem Schutz der nationalen und/oder der gemeinschaftlichen Naturschutzgesetzgebung (Baden-Württemberg: LUBW 2021).

Seit Durchführung der ersten Maßnahmen in den Stationen Wangen-Hinterhorn (1986 – 1995) und Ermatingen-Westerfeld (1998) am Bodensee-Untersee hat sich ein bedeutender Fundus an Erfahrungen hinsichtlich der bautechnischen Durchführung, Stabilität und Wirksamkeit der Maßnahmen angesammelt. Hingegen wurden die ökologischen Auswirkungen erst im Rahmen des erwähnten Interreg IV-Projekts untersucht (OSTENDORP et al. 2013). Eine wichtige Komponente waren die submersen Makrophyten (Artenspektrum, Deckung, Phytomasse), die bereits zuvor seeweit mit vegetationskundlicher Zielsetzung (LANG 1967, 1968, 1990), in ihrer Eignung als Indikator für den trophischen Zustand (LANG 1973, SCHMIEDER 1998, DIENST et al. 2012, SCHMIEDER et al. 2017) und als Qualitätskomponente der EG-Wasserrahmenrichtlinie (BAUER et al. 2014) untersucht worden waren.

Im Rahmen des HyMoBioStrategie-Projekts bestand die Möglichkeit, zwei Unterwasserdenkmalstationen (Konstanz-Litzelstetten/Krähenhorn, LK; Sipplingen-Osthafen, SI) erneut zu untersuchen, um im Anschluss an die früheren Erhebungen die langfristige Entwicklung der Unterwasservegetation zu dokumentieren. Gleichzeitig wurden weitere erosionsgesicherte Stationen in die Untersuchungen einbezogen, um das Bild abzurunden. Ziel war die Dokumentation der langfristigen Entwicklung der Substratbeschaffenheit und

der submersen Makrophytenvegetation und -biomasse auf denkmalpflegerischen Erosionssicherungen im Vergleich zu nahe gelegenen Referenzflächen als Grundlage einer naturschutzfachlichen Beurteilung dieser Maßnahmen.

2. Untersuchungsgebiet

Der Bodensee ist der größte See des nördlichen Alpenrandes mit einer Gesamtfläche von 536 km² und einer maximalen Tiefe von 251 m. Der See besteht aus zwei Teilen, dem großen Obersee (max. Tiefe 251 m, Seefläche 473 km², Uferfläche 58 km², 0 – 5 m Wassertiefe) und dem flacheren Untersee (max. Tiefe 45 m, Seefläche 63 km², Uferfläche 23 km²) (IGKB 2004). Der Bodensee ist der einzige noch verbliebene unregulierte Alpensee mit einem nahezu natürlichen Jahreswasserstandsgang. Der Höchststand des Sees fällt normalerweise in die Zeit von Ende Juni bis Anfang Juli, das Minimum wird im Februar oder März erreicht. Die mittlere jährliche Differenz beträgt im Obersee 1,69 m (Zeitraum Dez. 1990 - Nov. 2019), im Untersee 1,64 m (eigene Berechnung aus Daten der LUBW Karlsruhe, Pegelstation Konstanz-Hafen).

Die Uferplattform zwischen der Niedrigwasserlinie und der Oberkante des Beckenhangs (ca. 390 m NHN) ist mit einer dichten Armleuchteralgen-Vegetation (v. a. *Chara aspera* WILLDENOW, *C. contraria* A. BRAUN ex Kütz.) zuzüglich geringer Mengen von Laichkräutern (*Potamogeton perfoliatus* L., *Stuckenia pectinata* [L.] BÖRNER), Ährigem Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum* L.) und anderen Arten bedeckt (BAUER et al. 2014).

Der Bodensee unterlag seit den 1950er Jahren einer markanten Veränderung seines trophischen Zustands, die sich in der Entwicklung der jährlich mittleren Gesamt-Phosphor-Konzentration und Phytoplankton-Dichte und -Zusammensetzung eindrucksvoll widerspiegelte (GÜDE & STRAILE 2016). Einer Periode der Eutrophierung in den 1960er und 1970er Jahren folgte ab den 1980er Jahren eine Periode der Oligotrophierung, jeweils verbunden mit Veränderungen der submersen Makrophytenvegetation (LANG 1973, 1981; SCHMIEDER 1998). Die Oligotrophierungsphase setzt sich bis heute fort, so dass die Makrophytenvegetation bezüglich sowohl der Artenzusammensetzung als auch der Verbreitung einzelner Arten deutliche Unterschiede zur Situation von 1993 zeigt (DIENST et al. 2012, BAUER et al. 2014; SCHMIEDER et al. 2017).

Anhand der vorliegenden technischen Berichte und der GIS-Datensätze des Landesamts für Denkmalpflege Baden-Württemberg, FG Unterwasser- und Feuchtbodenarchäologie, Dienstsitz Hemmenhofen (LAD BW) wurden sechs Stationen ausgewählt, die über hinreichend große Erosionssicherungsflächen, teils in unterschiedlichen bautechnischen Varianten, verfügten. Die untersuchten Unterwasserdenkmalstationen lagen am nördlichen und südlichen Ufer der Überlinger Sees (Abbildung 1).

Die Station LK liegt in dem FFH-Gebiet 8220341 „Bodanrück und westlicher Bodensee“, die Stationen BS und NU sowie der östliche Teil der Station SI im FFH-Gebiet 8220342 „Überlinger See und Bodenseeuferlandschaft“. Die Stationen LU und UU sowie der westliche Teil der Station SI liegen außerhalb der Schutzgebietsgrenzen (LUBW 2017, 2018). Die Station LK liegt seeseits des NSG 3.584 „Bodenseeufer (Gemarkung Litzelstetten, Dingelsdorf, Dettlingen)“, die Station BS innerhalb des NSG 3.132 „Bodenseeufer (Bodman-Ludwigshafen)“. Zu



Abbildung 1: Lage der untersuchten Unterwasserdenkmalstationen im Überlinger See (LK – Litzelstetten-Krähenhorn, BS – Bodman-Schachen, LU – Ludwigshafen-Holzplatz, SI – Sipplingen-Osthafen, NU – Nußdorf-Strandbad, Unteruhldingen-Stollenwiesen). Kartengrundlage: Google Earth.

den Schutzgütern der FFH-Gebiete gehörten auch die Lebensraumtypen 3130 „Nährstoffarme bis mäßig nährstoffreiche Stillgewässer“ (hier nur die Strandrasen) und 3140 „Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vegetation aus Armleuchteralgen“. Die Uferzonenabschnitte, in denen die Stationen liegen, sind nach den Bodenseeuerplänen der Regionalverbände Bodensee-Oberschwaben und Hochrhein-Bodensee als Flachwasserschutzzone I (LK, BS) oder als weniger streng geschützte Zone II (NU, UU, SI) ausgewiesen (RVBO 1984, RVHB 1984). Lediglich die Station LU liegt in der nicht besonders geschützten allgemeinen Flachwasserzone.

3. Methoden

Für jede Station bzw. Ausführungsvariante wurden eine Test-Position im Zentralbereich der Erosionssicherungsmaßnahme (TEST) und eine Referenzposition (REF) in einem unmittelbar benachbart gelegenen naturbelassenen Uferabschnitt ausgewählt (Abbildung 2). Auf eine Erhöhung der Zahl der Erhebungsflächen zur Stabilisierung der Mittelwerte in jeder Fläche wurde in dieser Pilotstudie verzichtet. Damit war ein paarweiser Vergleich von Test- und Referenzflächen möglich.

Die Untersuchungen und Probennahmen wurden am 10. Juli 2017 zur Zeit der Maximalentwicklung der Unterwasservegetation durchgeführt. Dazu wurden die bereits vorab festgelegten Soll-Positionen mit einem Boot angefahren. Die Untersuchungen und Probennahmen wurden von Tauchern durchgeführt.



Abb. 2: Beprobungsschema am Beispiel der Station Sipplingen-Osthafen. Farbige Polygone: Schüttungsflächen, grün – Waben und Riegelschüttung 2009, gelb – Flächenschüttung 2010, rot – Flächenschüttung 2011, weiss – Geotextilbahnen. Farbige Punkte – Probennahme-Positionen: gelb – Kies, grün – Referenz (naturbelassenes Sediment), lila – Wabeninnenfläche. Luftbildgrundlage: Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg, GIS-Datengrundlage: LAD BW.

3.1 Vegetation und Phytomasse

Die submersen Makrophyten wurden mittels Vegetationsaufnahmen auf einer Größe von $0,2 \times 0,2$ m erfasst, wobei die Schätzung der Gesamtdeckung und der Deckung der einzelnen Arten in Prozentwerten erfolgte. Zusätzlich wurde der Anteil der einzelnen Arten an der Vegetationsdecke berechnet, indem die Deckungsprozentwerte aller auf einer Untersuchungsfläche vorkommenden Arten auf 100 % bezogen wurden. In den abgeernteten Aufnahmeflächen (s.u.) wurden die Anteile der Korngrößenklassen (Geröll, Kies, Grob- & Mittelsand, Schlamm) der Sedimentoberfläche visuell erfasst.

Weiterhin wurde auf einer Fläche von $0,2 \times 0,2$ m eine Phytomasse-Beprobung durchgeführt, indem das Pflanzenmaterial aus dem Boden gezogen wurde. Die nachfolgenden Angaben beziehen sich also auf die Summe der oberirdischen und der unterirdischen Phytomasse (PM). Das geborgene Pflanzenmaterial wurde in PE-Beuteln kühl und schattig transportiert und bis zur Aufarbeitung im Labor (innerhalb von 1 bis 2 Tagen) im Kühlraum (6°C) gelagert. Im Labor wurde das Material über einem Sieb (Maschenweite $0,2\text{ mm}$) unter fließendem Wasser gereinigt, um mineralische und tierische Bestandteile (Schnecken, Dreikant-Muscheln, Köcherfliegenlarven-Gehäuse u. a.) zu entfernen. Das gereinigte Pflanzenmaterial wurde mit einer Salatschleuder entwässert und auf einen homogenen Was-

sergehalt gebracht. Die Probe wurde im belüfteten Trockenschrank (80 °C) einen Tag lang getrocknet und zurückgewogen. Eine homogene Teilprobe wurde mit einer Kugelmühle pulverisiert und auf 0,63 mm abgesiebt. Etwa 150 mg des vorgetrockneten Materials (105 °C) wurden in Bechergläser eingewogen, um durch Glühverlust im belüfteten Glühofen (560 °C, 8 Std.) den Aschegehalt zu ermitteln. Die nachfolgenden Ergebnisse sind in Gramm aschefreie Phytomasse hochgerechnet und auf einen Quadratmeter bezogen (g af TS m⁻²).

3.2 Kolmation

Um die langfristige Verfüllung des Porenraums der Kiesschüttungen zu verfolgen, wurden anlässlich der Schüttungsarbeiten in den Stationen SI und LK vier bzw. fünf Stapelcontainer (0,35 × 0,26 × 0,14 m, L × B × H, Öffnungsfläche 8,82 dm², Volumen 12,35 dm³) mit originalem Schüttungsmaterial gefüllt und Ende Oktober 2009 in den Schüttungskörper eingesetzt, so dass ihre Oberfläche bündig mit der umgebenden Schüttungsoberfläche abschloss (OST-ENDORP 2013). Die Container der Station SI befanden sich $1,49 \pm 0,27$ m ($M \pm SD$) unter dem langjährig mittleren Mittelwasserspiegel (*mMW*) bzw. $0,83 \pm 0,27$ m unter dem mittleren Niedrigwasserspiegel (394,59 m ü. NHN) und waren während der gesamten Expositionszeit von maximal 102 Monaten wasserbedeckt. Zuvor war das Füllmaterial der einzelnen Container im Labor gesiebt worden, um die Kornmassen (Trockensubstanz, g TS) differenziert nach Korngrößenfraktionen zu ermitteln. Die Bezeichnung der Kornfraktionen folgt der DIN 4022 bzw. der EN ISO 14688 und EN ISO 14689-1, wobei die dort angegebenen Fraktionen noch einmal in eine Fein- und eine Grobfraktion unterteilt wurden. Weiterhin wurde die Fraktion >63 mm im Unterschied zu den genannten EN-ISO-Normen mit der Bezeichnung „feine Gerölle“ (63–112 mm) belegt.

Am 22.07.2010 wurden die Container in LK und am 24.07.2010 drei der Container in SI (Sipp_01-03) verlustfrei geborgen, die Bergung des vierten Containers (Sipp_04) folgte am 06.04.2018. Das Füllmaterial wurde im Labor erneut gesiebt, so dass die ermittelten Massen der einzelnen Korngrößenfraktionen unmittelbar mit der Ausgangssituation vom Oktober 2009 verglichen werden konnten. Die Exponierung und Bergung der Container wurde von archäologischen Forschungstauchern vorgenommen.

3.3 Statistische Analyse

Die statistische Auswertung der Vegetationszusammensetzung und der Phytomasse stützte sich auf den paarweisen Vergleich zwischen Referenz- und Testflächen der Flächen- und Riegelschüttungen (n = 13 Paare). Für entsprechende Tests der Waben-Innenflächen (n = 3) und der Geotextilaufgabe (n = 1) reichte der Stichprobenumfang nicht aus.

Hierbei wurde im univariaten Fall überprüft, ob der Mittelwert der paarweisen Differenzen signifikant von Null abweicht ($H_0: \mu(\Delta x) = 0$, $\Delta x = x_{\text{TEST}} - x_{\text{REF}}$). Bei Vorliegen einer Normalverteilung von Δx wurde H_0 mittels t-Test für gepaarte Stichproben (Prüfgröße $|t|$), ansonsten mit dem Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test geprüft (Mediantest, Prüfgröße W).

Im multivariaten Fall (hier: Prüfung der Vegetationszusammensetzung) wurde Hotellings T²-Test für gepaarte Stichproben durchgeführt. Hierzu wurde auf ein Excel-AddIn von C. Zeiontz zurückgegriffen (Real Statistics Resource Pack Software, Release 7.6; ZEIONTZ 2020). Die Excel-Ressource enthält auch verschiedene post-hoc-Tests; hier wurden Bonferroni-korrigierte Einzeltests durchgeführt. Beim multivariaten Vergleich zweier Gruppen (hier:

zwei Gruppen von Kiesschüttungen) wurde der Hotellings T²-Test für unabhängige Stichproben mit möglicherweise verschiedenen Kovarianzmatrizen herangezogen, der ebenfalls unter der genannte Quelle verfügbar war.

Der simultane Einfluss von Umweltvariablen (Prädiktoren) auf eine oder mehrere abhängige Variablen (Response-Variable) wurde mittels Regression der partiellen kleinsten Quadrate (Partial least squares regression, PLS) untersucht (COX & GAUDARD 2013). Die PLS-Regression kann als Hybrid aus multipler Regressionsanalyse und Hauptkomponentenanalyse angesehen werden (Anhang I*). Sie wählt in einem ersten Schritt aus einer Vielzahl von Prädiktoren diejenigen Variablen aus, die für ein optimiertes Modell relevant sind, und in einem zweiten Schritt die Zahl der Faktoren (d. h. Hauptkomponenten), auf die die ausgewählten Prädiktoren projiziert werden. Die Anpassungsgüte des Modell wurde anhand der erklärten Varianz (Pearsons r²) beurteilt, indem die gemessenen Response-Variablen mit den durch das Modell vorhergesagten Variablenwerten korreliert wurden (Anhang I).

4. Ergebnisse

4.1 Bauvarianten

In dieser Studie wurden sechs Unterwasserdenkmalstationen erfasst, in denen mit Ausnahme von LU jeweils mehrere Bauvarianten vorlagen (Abbildung 1). Die Erosionsschutzmaßnahmen wurden in den Jahren 1992 bis 2014, zumeist im Winterhalbjahr bei niedrigem Wasserstand, gebaut (Abbildung 3). Dabei kamen drei Bauvarianten zur Ausführung (Anhang III, Tabelle 2):

- (a) flächenhafte Geröll- und Kiesschüttungen, wobei das Material teils direkt auf das natürliche Sediment oder auf zuvor ausgelegtes Geotextil ausgebracht wurde,
- (b) rechteckig angeordnete Riegelschüttungen mit dazwischenliegenden unbeeinflussten Waben unterschiedlicher Größe (Abbildung 2),
- (c) Geotextile (Kokos, Enkamat® mit Füllung) ohne Kiesauflage (Abbildung 2).

Der Einbau der Textile sowie die lagegenauen Schüttungen wurden auf der Grundlage von Vermessungsdaten des Landesamts für Denkmalpflege, FG Feuchtbodenarchäologie in Hemmenhofen (LAD BW) unter Zuhilfenahme von Tauchern vorgenommen (KÖNINGER & SCHLICHTHERLE 2013, EBERSBACH et al. 2019). Die flächigen Schüttungen bedeckten jeweils etwa 500 m² (BS I) bis knapp 2000 m² (NU, LK I), die Geotextil-Variante in SI war 700 m² groß. Die Schüttungsriegel in SI besaßen eine Breite von etwa 5 bis 6 m und ließen Platz für zwei 15 × 15 m große Innenräume („Waben“) sowie weitere kleinere Waben von ca. 5 × 5 m Fläche (Abbildung 2). Die Wabeninnenflächen blieben unbeeinflusst. Es wurde erwartet, dass sich hier auf natürliche Weise Feinsedimente ablagern. Die Riegelschüttungen von LK II waren ähnlich dimensioniert.

Die Schüttungen waren etwa 0,15 bis 0,25 m mächtig. Das vorgesiebte Schüttungsmaterial (gewaschener Wandkies) mit den Korngrößenfraktionen 8 – 16 mm, 16 – 32 mm und 32 – 200 mm stammte aus Kiesbaggerlöchern der Bregenzer und Dornbirner Ach bei Bregenz

* Anhänge sind nur in den digitalen Versionen des Beitrags verfügbar

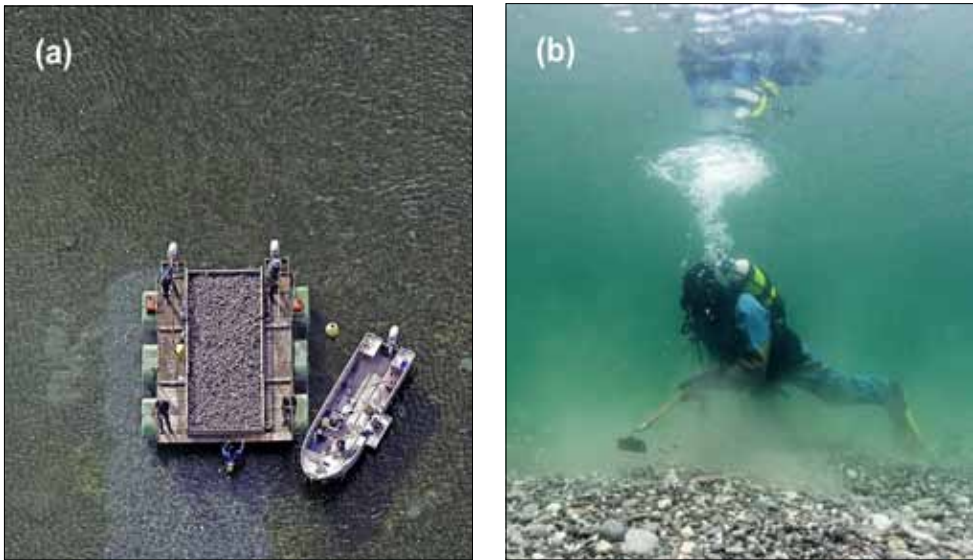


Abb. 3: (a) Aufbringen einer Kies-Schüttung mit einem speziell gefertigten Ponton mit Jalousieboden in der Station Sipplingen-Osthafen, 2009 (Foto: Luftbild Otto Braasch); (b) Nacharbeiten am Kieskörper in der Station Ludwigshafen-Holzplatz, 2014 (Foto: Terramare, J. Königer); beide Fotos © Landesamt für Denkmalpflege Baden-Württemberg, mit frdl. Genehmigung.

und ähnelte daher dem Material, das an vielen naturnahen Uferabschnitten des Bodensees zutage liegt. Die Fraktionen wurden beim Lieferanten gemischt und mit einem speziell konstruierten Ponton mit Jalousieboden lagegenau ausgebracht (Abbildung 3). Die feine Fraktion war zu etwa einem Drittel, die grobe Fraktion mindestens zu Hälfte enthalten, die mittelgrobe Fraktion wurde nur in LU verwendet. Details sind in den Arbeitsberichten des LAD BW, FG Feuchtbodenarchäologie, Hemmenhofen enthalten (Anhang II).

Die Schüttungen erwiesen sich nach einer geringfügigen Setzung als lagestabil, die Gerölle und Kiese wurden höchstens geringfügig durch den Wellengang bewegt und verlagert. In einigen Fällen kam es jedoch zu Austiefungen durch Höcker- und/oder Singschwäne, die zwischen den Kiesen nach Nahrung suchten (vgl. OSTENDORP et al. 2013).

4.2 Substrate

Die Substrate der Referenz-Standorte und der Wabeninnenflächen bestanden aus einer fein- bis mittelsandigen Matrix (0,063 bis 0,63 mm Äquivalentdurchmesser) mit einer Auflage aus einzelnen glazialen Grobkiesen und Geröllen (20 bis 112 mm). In LK wurde die Matrix aus umgelagerten Seekreiden mit entsprechend hohem Gesamt-Karbonatgehalt gebildet, in SI aus Zerfalls- und Umlagerungsprodukten der oberflächennah anstehenden Oberen Meeresmolasse (OSTENDORP et al. 2013) und in UU durch gut sortierte Fein- und Mittelsande des Seefelder Aach-Deltas (OSTENDORP, unpubl.). Von den anderen Stationen lagen keine sedimentologischen Analysen vor. Die Substrate der flächigen Geröll- und Kies-schüttungen sowie der Riegelschüttungen bestanden aus dem ursprünglichen Schüttungs-material sowie aus Feinmaterial, das in den Porenraum einsedimentiert war (vgl. Kapitel 4.6).

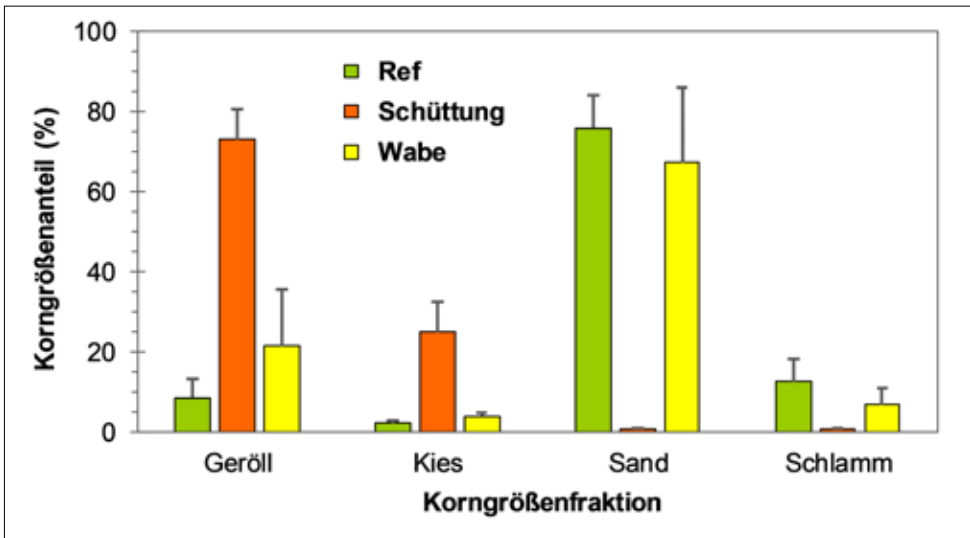


Abb. 4: Korngrößenverteilung der Oberflächensubstrate in den Referenzflächen (Ref), den Schüttungsflächen (Schüttung) und den Innenflächen der Riegelschüttungen (Wabe), $M \pm SE$. Die Darstellung beruht auf visuellen Schätzwerten im Juli 2017 an 13 Referenzflächen, 13 Schüttungsflächen und 3 Innenflächen.

Während der Geländeuntersuchungen im Juli 2017 wurden die Korngrößenanteile visuell geschätzt. Die Abbildung 4 zeigt, dass auch viele Jahre nach Fertigstellung der Maßnahmen das Grobmaterial der Schüttungen an der Oberfläche lag, was auf tendenziell erosive Bedingungen hindeutet. Die Sedimente der Wabeninnenflächen ähnelten nach wie vor denen der Referenzflächen, wobei lediglich einzelne Kiese und Gerölle aus den benachbarten Schüttungsriegeln eingetragen wurden.

Wie zu erwarten war, unterschieden sich die geschätzten Anteile der Kornklassen der Schüttungen hochsignifikant von denen der naturbelassenen Referenzflächen (Hotellings $T^2 = 415$, $F(4;9) = 78$, $p < 0,0001$, $n = 13$ Paare). Die Bonferroni-korrigierten Einzeltests ergaben nur für Gerölle (X) und Sand (S) signifikante Unterschiede ($p < 0,0001$ in beiden Fällen), nicht jedoch für Kies (G) und Schlamm (UT).

4.3 Submerse Makrophyten

Die submerse Vegetation der Referenzflächen aller Untersuchungsstellen setzte sich aus drei Armleuchteralgen-Arten (*Chara aspera*, *C. globularis* THUILL., *Nitellopsis obtusa* J. GROVES) und zwei Laichkraut-Arten (*Potamogeton friesii* RUPR., *Stuckenia pectinata* L. BÖRNER) zusammen. Dabei trat *C. aspera* auf allen Referenzflächen mit hoher Deckung auf (Abbildung 5b, 6b; Anhang III). Die submerse Vegetation der Schüttungsflächen bestand aus neun Arten sowie nicht näher determinierten fädigen Grünalgen. Von den vier Armleuchteralgen (*C. aspera*, *C. contraria*, *C. globularis*, *C. tomentosa* L.) kam *C. contraria* auf allen Flächen vor. In den Wabeninnenflächen kamen – ähnlich wie auf den Referenzflächen – nahezu flächendeckende Dominanzbestände von *C. aspera* vor. Die einzige Geotextil-Flä-

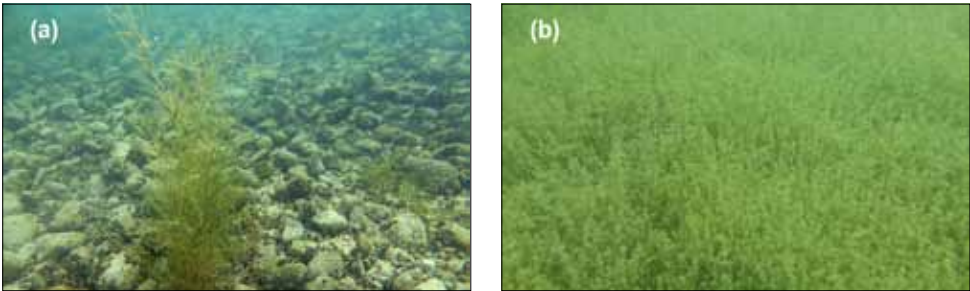


Abb. 5: Bodman-Schachen (BS_FLS_2011). (a) Schüttungsfläche mit *Stuckenia pectinata*. (b) Referenzfläche mit *Chara aspera*. Fotos: © K. van de Weyer.

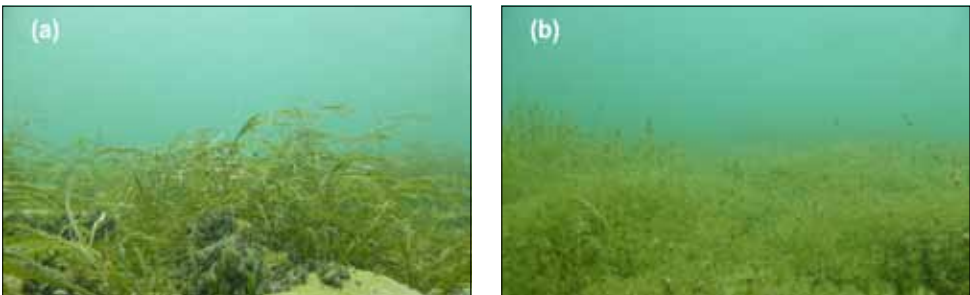


Abb. 6: Unteruhldingen-Stollenwiesen (UU_FL_2011). (a) Schüttungsfläche mit *Potamogeton friesii*. (b) Referenzfläche mit *Chara aspera*. Fotos: © K. van de Weyer.

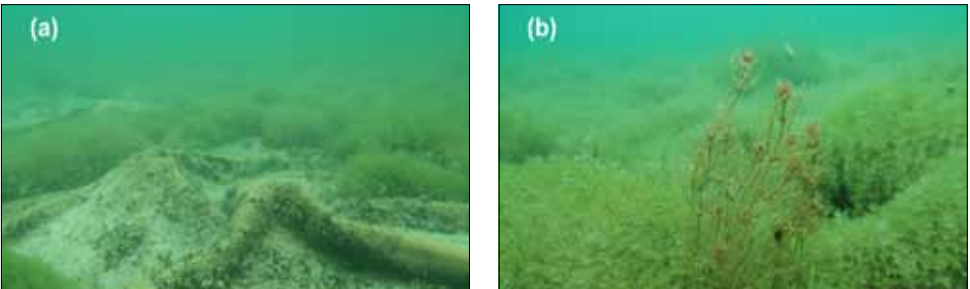


Abb. 7: Sipplingen-Osthafen (SI_GTEX). (a) teils blasig aufgetriebenes und lückig bewachsenes Geotextil. (b) Geotextil mit Bewuchs aus *Chara aspera* und langstängeliger *Chara tomentosa*. Fotos: © K. van de Weyer.

che war mit lückigen Beständen aus *C. aspera* besiedelt, denen *C. globularis* und *C. tomentosa* beigemischt waren (Abbildung 7b).

4.4 Makrophytenbesiedlung im Jahr nach der Herstellung (2010)

Die Entwicklung der submersen Makrophytenvegetation innerhalb eines Jahres nach Herstellung der Erosionsschutzmaßnahmen (Oktober 2009 bis Juli 2010) konnte in den Stationen LK und SI verfolgt werden (OSTENDORP et al. 2013).

Die Referenzflächen der Station SI waren in 2008 und 2010 mit teils dichten Unterwasserrasen bedeckt (OSTENDORP et al. 2013, Tab. 2). In SI betrug die mittlere Gesamt-Deckung mehr als 90 %, wobei Armleuchteralgen, v. a. *C. aspera* dominierten. In LK wurden dagegen nur schütterere Armleuchteralgenrasen angetroffen, die eine Gesamt-Deckung von 5 % nicht überschritten. Auf den Schüttungsflächen beider Stationen fehlten in der Vegetationsperiode nach Herstellung die Makrophyten vollständig. Lediglich die Grünalge *Chaetophora incrassata* HAZEN wurde in LK mehrmals als Aufwuchs auf Steinen gefunden.

Die Phytomassedichte der submersen Makrophyten entsprach weitgehend ihrem Deckungsgrad, da die Höhe der Vegetation einheitlich bei etwa 0,1 bis 0,2 m lag. So war die Phytomasse auf der Referenzfläche von LK kaum messbar und lag unter 10 g af TS m⁻². Die Station SI besaß hingegen deutlich dichtere Armleuchteralgenrasen, die 118 ± 56 g und 68 ± 35 af TS m⁻² (2008 bzw. 2010; M $\pm$ SD, n = 5 bis 6) erreichten. Auf die völlig fehlende Makrophytenbesiedlung der Schüttungssubstrate wurde bereits hingewiesen. In den Wabeninnenflächen von SI lag die Phytomassedichte mit 117 ± 27 g af TS m⁻² deutlich über dem Referenzwert für 2010.

4.5 Makrophytenbesiedlung nach 3 bis 25 Jahren (2017)

4.5.1 Unterschiede zwischen Schüttungs- und Referenzflächen

Die untersuchten Erosionssicherungsmaßnahmen wurden zwischen Nov./Dez. 1999 und Dez. 2014 eingerichtet, hatten also im Untersuchungsjahr 2017 ein Alter von 3 bis 18 Vegetationsperioden. Die Kiesschüttungen lagen in einer Wassertiefe von 0,80 bis 1,80 m unter mMW. Verglichen mit den Referenzflächen war die Wassertiefe im Mittel um $0,19 \pm 0,13$ m (M $\pm$ SD, n=13) geringer. Der Unterschied war hochsignifikant ($t(12) = -5,21$, $p > |t| = 0,0002$). Die geringere Wassertiefe entspricht der Mächtigkeit des aufgebrachten Schüttungskörpers. Eine Abhängigkeit vom Alter war nicht erkennbar (Anhang IV).

Die Deckungsprozentwerte der Unterwasservegetation auf den Kiesschüttungen schwankte zwischen 1 % und 100 %. Der Mittelwert der paarweisen Differenzen lag bei -32 ± 42 %, d. h. die Kiesschüttungen wiesen im Vergleich zu den zugehörigen Referenzflächen im Mittel eine um 32 % verringerte Vegetationsdeckung auf. Trotz der hohen Streuung war der Median signifikant von Null verschieden ($W(12) = -25$, $p > |W| = 0,050$). Eine Abhängigkeit vom Alter der Maßnahme bestand nicht; ebenso war kein Zusammenhang mit der Wassertiefe zu erkennen.

Die Referenzflächen beherbergten fünf Arten, von denen *C. aspera* stets mehr als 97 % der Vegetationsbedeckung ausmachte (Anhang III, Tab. 2). Die Schüttungsflächen enthielten zehn Taxa (inkl. Grünalgen, pauschal als 1 Taxon), wobei *C. globularis*, gefolgt von *C. contraria*, *P. friesii*, *S. pectinata* und fädige Grünalgen dominierten, die zusammen 95 % der Vegetationsdecke darstellten. Die mittlere Artenzahl war auf den Schüttungsflächen mit $3,3 \pm 0,8$ (M $\pm$ SD) etwas höher als auf den Referenzflächen ($2,1 \pm 1,3$). Der Unterschied war signifikant ($W(12) = -30$, $p > |W| = 0,031$).

Der multivariate Vergleich von Test- und Referenzflächen, in den die sechs wichtigsten Taxa eingelesen wurden, zeigte einen hochsignifikanten Unterschied der Vegetationsanteile der einzelnen Taxa (Hotellings $T^2 = 1288$, $F(6;7) = 125$, $p < 0,0001$). Die Bonferroni-korrigierten Einzeltests ergaben, dass sich die Vegetationsanteile von *C. aspera*, *C. globularis* und der

fädigen Grünalgen signifikant unterschieden ($p < 0,01$ für jedes Taxon). Der Anteil von *C. aspera* war auf den Referenzflächen signifikant höher als auf den Testflächen, während es bei *C. globularis* und den fädigen Grünalgen umgekehrt war.

Der Aschegehalt der Unterwasserpflanzen betrug auf den Schüttungsflächen im Mittel $677 \pm 106 \text{ mg g}^{-1} \text{ TS}$ ($M \pm \text{SD}$). Er war damit im Mittel um $-57 \pm 111 \text{ mg g}^{-1} \text{ TS}$ niedriger als auf den Referenzflächen. Der vergleichsweise geringe Unterschied war nicht signifikant ($W(12) = -22,5, p > |W| = 0,13$). Eine signifikante Abhängigkeit vom Alter der Maßnahme war nicht zu erkennen. Zudem bestand kein signifikanter Zusammenhang mit der Wassertiefe.

Die flächenbezogene Dichte der Phytomasse schwankte zwischen 0,2 und $452 \text{ g af TS m}^{-2}$ (Anhang IV). Der Mittelwert von $152 \pm 165 \text{ g m}^{-2}$ auf den Schüttungsflächen lag um $\Delta PM = 55 \pm 175 \text{ g m}^{-2}$ niedriger als auf den zugehörigen Referenzflächen. Der Mittelwert der paarweisen Differenzen war nicht signifikant von Null verschieden ($W(12) = -15,5, p > |W| = 0,31$). Die paarweisen Differenzen hingen nicht signifikant vom Alter der Maßnahme oder von der Wassertiefe ab.

4.5.2 Unterschiede innerhalb der Kiesschüttungsflächen

Die Kiesschüttungsflächen waren hinsichtlich der Vegetationsbedeckung nicht homogen. Eine Gruppe von fünf Flächen wies Werte zwischen 1 und 20 % auf, während acht Flächen zu mehr als 80 % bedeckt waren. Die standörtlichen Unterschiede (Sedimenttextur, Wassertiefe, Alter) zwischen diesen beiden Gruppen wurden mit dem Hotelling T^2 -Test für zwei unabhängige Stichproben mit ungleichen Kovarianzmatrizes analysiert.

Die Schüttungsflächen mit geringeren Vegetationsdeckungen wiesen im Mittel geringere Geröll-Anteile (X) und höhere Kies-Anteile (G) auf. Allerdings war der multivariate Mittelwertvergleich nicht signifikant ($T^2 = 14,4; F(4;10,2) = 2,62; p = 0,097$). Dies bedeutet insbesondere auch, dass sich das Alter und die Wassertiefe der beiden Gruppen nicht signifikant unterschieden.

Die Anteile der vier wichtigsten Arten (*C. contraria*, *C. globularis*, *P. friesii*, *S. pectinata*) an der jeweiligen Vegetationsdecke unterschieden sich signifikant ($T^2 = 29,0; F(4;8,48) = 5,27, p = 0,020$). Die Schüttungsflächen mit hoher Gesamtdeckung war durch das Fehlen von *C. contraria* sowie durch hohe Anteile von *C. globularis* gekennzeichnet; die Anteile von *P. friesii* und *S. pectinata* waren dagegen deutlich herabgesetzt. Allerdings waren nur die Deckungsanteile für *C. contraria* signifikant verschieden (Wilcoxon-Test: $p = 0,028$, Bonferroni-korrigiertes Signifikanzniveau).

4.5.3 Vergleich der Wabeninnenflächen mit den Referenzflächen

Zwei der Maßnahmen (SI, LK II) waren als riegelförmige Schüttungen ausgeführt worden, zwischen denen große Wabeninnenflächen mit ursprünglicher Sedimentoberfläche erhalten blieben (Abbildung 2). Es stellte sich damit die Frage, ob die Vegetation der Wabeninnenflächen durch die Kiesschüttungen so beeinflusst wurde, dass sie sich von der außerhalb befindlichen Referenzflächen unterschied. Der geringe Stichprobenumfang (eine seeseitige und eine landseitige Innenfläche in SI und eine Innenfläche in LK II) erlaubte keine sinnvolle Berechnung von Teststatistiken (Anhang III).

Die Wassertiefe der Innenflächen war im Mittel um $\Delta WD = -0,14 \pm 0,04$ m niedriger als die der Referenzflächen. Ob die Differenz durch Auflandungen in den Innenflächen hervorgerufen wurde, konnte nicht untersucht werden. Die mittlere Gesamt-Deckung der Vegetation war nahezu gleich ($\Delta D = -4 \pm 5$ %). Die Zusammensetzung der Vegetationsdecke unterschied sich nicht (Anhang III, Tabelle 2): In den Wabeninnenflächen wie auf den zugehörigen Referenzflächen dominierte *C. aspera* (98 bzw. 99 %) mit sehr geringen Beimischungen von *C. globularis* (1 %). Auch der Aschegehalt der Phytomasse unterschied sich nur wenig (-4 ± 17 mg g⁻¹ TS). Die Phytomasse-Dichte war in den Wabeninnenflächen allerdings im Durchschnitt bedeutend niedriger ($\Delta PM = -89 \pm 70$ g af TS m⁻²).

4.5.4 Vergleich der Geotextil-Fläche mit der zugehörigen Referenzfläche

Die Geotextil-Matten (Kokosmatten, Enkamat®-Matten) wurden 1992 eingebracht und lagen mit WD = 0,80 m u. mMW in einer geringeren Wassertiefe als alle anderen Abdeckungen (0,90 bis 1,80 m u. mMW). Das grobmaschige Substrat war von einem dichten Biofilm aus Mikroorganismen und Kalkschlamm überzogen, der die Maschen abdichtete und den Gasaustausch mit der darunterliegenden Sedimentoberschicht behinderte, so dass die Textilien streckenweise blasig aufgetrieben waren (Abbildung 7a).

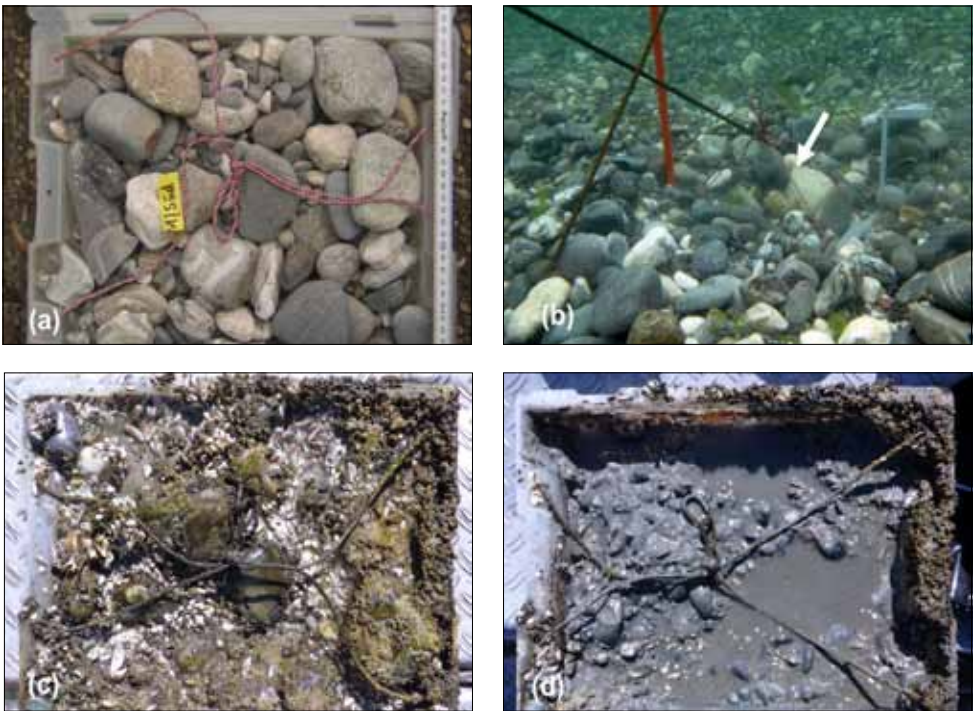


Abb. 8: Container zur Bestimmung der Kolmation. (a) befüllter Container vor dem Einsetzen in die Kiesschüttung; (b) Container im Schüttungskörper, zu erkennen an den Bergungsseilen (Pfeil); (c) Container Sipp_04 nach der Bergung (06.04.2018) und nach Entfernen des Makrophytenbewuchses; (d) Container Sipp_04 nach Entfernen der obersten Geröll- und Kieslage (Fotos a, c, d: © W. Ostendorp, b: © Terramare J. Königinger).

Die Vegetationsdeckung lag bei $D = 32 \%$ und unterschied sich damit erheblich von den Referenzwerten (96,5 bzw. 100 %). Die Geotextilfläche wurde ähnlich wie die Referenzfläche durch *C. aspera* (92 %) dominiert, es kamen aber vergleichsweise hohe Anteile von *C. globularis* und *C. tomentosa* hinzu (Anhang III, Tabelle 2). Auch die aschefreie Phytomassendichte war deutlich herabgesetzt ($PM = 36$ vs. 235 bzw. 290 g af TS m^{-2}). Der Aschegehalt war hingegen kaum verändert.

4.6 Kolmation der Kiesschüttungen

Die Verfüllung des Porenraums der Schüttungssedimente (Kolmation) wurde am Beispiel der Schüttungsriegel in SI mit Hilfe von eingebrachten Containern untersucht (vgl. Kapitel 3.2). Der Versuchsansatz erlaubte für jeden Container eine genaue Massenbilanzierung der eingetragenen und der ausgetragenen Feststoffmenge, differenziert nach 20 maximal möglichen Korngrößenklassen zwischen fX (kleine Gerölle, 63 - 112 mm Äquivalentdurchmesser) und T (Ton, $< 2 \mu m$).

Die Abbildung 8 verdeutlicht die Entwicklung. Sie zeigt das originale Schüttungsmaterial vor dem Einsetzen der Container in den Schüttungskörper (a, b) und das Resultat nach achteinhalb Jahren (c). Zu erkennen ist eine dichte Kruste aus Algen und Kalk sowie eine dünne Lage aus Molluskenschill (v. a. *Dreissena polymorpha* [PALLAS, 1771]). Nur die oberste ockerfarbene Schicht in einer Mächtigkeit von etwa 3 cm war oxidiert, darunter folgt ein anthrazitfarbener Schlamm, der durch Eisensulfide gefärbt war, die sich im anoxischen Milieu bilden (d). Die Einschwemmung von Schill reichte bis in eine Tiefe von etwa 5 cm; der untere Teil des 14 cm tiefen Containers war mit einem sehr wasserhaltigen, anthrazitfarbenen Feinschlamm angefüllt.

Bereits in der ersten Beobachtungsperiode zwischen der Fertigstellung der Schüttung (Ende Oktober 2009) und der Bergung von 3 Containern am 24.07.2010 kam es zu einem Austausch von Mittel- und Grobkiesen und Geröllen (OSTENDORP 2013). Dabei wurden vermutlich durch Wellenschlag einzelne Körner ausgetragen und andere wiederum aus der unmittelbaren Umgebung eingetragen. Material dieser Korngrößenklassen trägt jedoch nicht zur Porenraumverfüllung bei, so dass die nachfolgenden Betrachtungen auf den Korngrößenbereich zwischen feinem Feinkies (fFG, 2,0 – 3,55 mm) und Ton beschränkt bleiben.

Das originale Schüttungsmaterial enthielt mit nur $0,29 \pm 0,12 \%$ ($M \pm SD$, $n = 4$) sehr geringe Anteile in diesem Korngrößenbereich. Alle darüber hinaus gehenden Mengen sind demnach als Eintrag aus dem umliegenden Sediment und aus dem Wasserkörper, also als Kolmationsprozess zu verstehen.

Die Abbildung 9 gibt die Feststoffbilanzen nach neunmonatiger und achteinhalbjähriger Expositionszeit wieder. In den Schüttungskörper der Container wurden vornehmlich mittelsandige und feinere Sedimente eingelagert mit Häufung im groben Grobsilt- und feinen Feinsand-Bereich (gGU, fFS, 35,5–112 μm). Innerhalb der ersten neun Monate wurden insgesamt 3,19 kg TS m^{-2} abgelagert, innerhalb eines mehr als elfmal so langen Zeitraums zwischen Ende Oktober 2009 und April 2018 aber nur 12,41 kg TS m^{-2} . Offenbar ging die Kolmation anfangs vergleichsweise rasch vor sich, in den folgenden Jahren verlangsamte sich aber die Sedimentationsrate.

Das durch Kolmation verfüllte Volumen lässt sich angesichts des heterogenen Füllsediments nicht exakt bestimmen. Jedoch kann ein minimaler Schätzwert auf folgende Weise

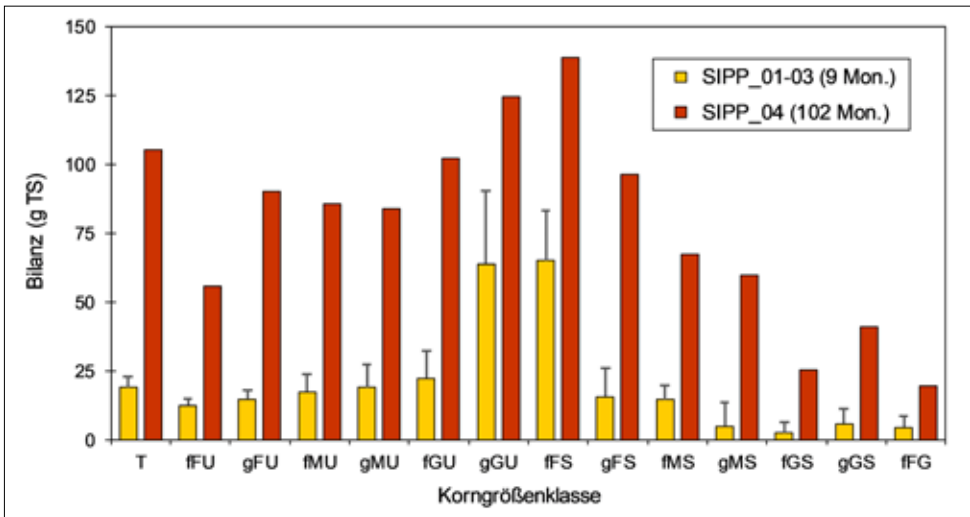


Abb. 9: Kolmation der Schüttungssedimente am Beispiel von Container-Exponaten in den Schüttungsriegeln der Station Sipplingen-Osthafen. Feststoffbilanzen der einzelnen Korngrößenfraktionen (T – Ton, U – Silt, S – Sand, G – Kies; F – Fein-, M – Mittel-, G – Grob-Fraktion; f – feine, g – grobe Teilfraktion) nach neunmonatiger (SIPP_01-03) und achteinhalbjähriger Exposition (SIPP_04). $M \pm SD$ für SIPP_01-03 ($n = 3$) und Einzelwerte für SIPP_04 ($n = 1$).

berechnet werden: Die Container hatten bei einer offenen Oberfläche von $0,0882 \text{ m}^2$ ein Volumen von $0,01235 \text{ m}^3$. Im Durchschnitt wurden $21,43 \text{ kg}$ Gerölle und Kies (Schüttungsmaterial) eingefüllt, was bei einer angenommenen Dichte von etwa 2650 kg m^{-3} (Dichte von Quarz) einem Volumen von $8,09 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ entspricht. Demnach betrug das Porenvolumen in einem Container $4,26 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ entsprechend $34,4 \%$ des Containervolumens. Dieser Wert liegt deutlich höher als das Porenvolumen einer hexagonal oder kubisch dichtesten Kugelpackung (26%), zeigt also den unkonsolidierten Zustand der Schüttung. Geht man davon aus, dass das sedimentierte Feinmaterial ebenfalls die Dichte von Quarz aufwies, entsprach die sedimentierte Feststoffmasse von $1,095 \text{ kg}$ (SIPP_04, 2017) einem Volumen von $0,41 \times 10^{-3} \text{ m}^3$, also $3,3 \%$ des Container-Volumens. Demnach wurden innerhalb von 8,5 Jahren nur etwa 10% des verfügbaren Porenvolumens verfüllt. Der tatsächliche Anteil dürfte größer sein, da auch Material mit geringerer Raumdichte sedimentierte, z. B. Molluskenschalen, Kalkkrusten der Armleuchteralgen und organische Substanz. Überdies war die Verteilung im Schüttungskörper nicht homogen, vielmehr reicherte sich mittelgrobes Material in der obersten Schicht an (Abbildung 8c) und „verstopfte“ den tiefer liegenden Porenraum.

4.7 Einfluss der Wassertiefe und der Sedimenttextur auf die Vegetation

Der Einfluss der Wassertiefe und der Sedimenttextur auf die Gesamtdichte, die Phytomasse und die Vegetationsanteile wurde anhand des gesamten Datensatzes, jedoch ohne den Geotextil-Standort mittels PLS-Regression untersucht ($n = 28$ Standorte).

Die Voraussetzung, multivariate Normalverteilung, wurde anhand der univariaten Normalverteilungen der Prädiktoren (Umweltvariable) und der Response-Variablen (die wich-

tigsten fünf Taxa) untersucht. Die Wassertiefe WD (m unter mMW) war normalverteilt und wurde nicht transformiert. X , G und S konnten durch Johnson-Transformation annähernd normalisiert werden. Die Artenzahl (SN) war annähernd normalverteilt, die Gesamt-Deckung (D) und die Phytomasse (PM) wurden Johnson-transformiert. Die transformierten Variablen sind mit einem * gekennzeichnet (Anhang V, Tabelle 1, 2). Die Anteilswerte aller Arten an der Vegetationsdecke waren nicht normalverteilt und ließen sich auch durch die bekannten Transformationsverfahren nicht normalisieren. Grund waren die häufigen Null-Werte. Entsprechend zurückhaltend müssen die Ergebnisse interpretiert werden.

Für die Abhängigkeit der Artenzahl (SN) ergab der PLS-Algorithmus ein optimiertes Modell mit zwei Prädiktoren, die auf einem Faktor projiziert wurden (Anhang V). Das Modell erklärte 23 % der SN -Varianz ($r^2 = 0,233$) und war hochsignifikant ($p > |t| = 0,008$). Dabei übten die Korngrößenfraktionen Geröll (X^*) und Sand (S^*) einen signifikanten Einfluss aus, wobei der Geröllanteil die Artenzahl tendenziell erhöhte ($b > 0$, Anhang V, Tabelle 1), während Flächen mit einem hohen Sandanteil eine eher gleichförmige Vegetationsdecke aus nur einer Art aufwiesen. Beide Prädiktoren hatten ungefähr die gleiche Bedeutung (VIP, $\hat{b}$). Hingegen war die Wassertiefe ohne Relevanz für das optimierte Modell.

Das vom PLS-Algorithmus optimierte Modell zur Erklärung der Gesamtdeckung (D) enthielt nur den Kies-Anteil als modellrelevanten Prädiktor. Das Modell war hochsignifikant ($p > |t| < 0,0001$) und erklärte 46,2 % der Varianz der Gesamt-Deckung (Anhang V, Tabelle 2). Ein steigender Kies-Anteil war dabei mit einer abnehmenden Gesamtdeckung der Vegetation verbunden. Wiederum war die Wassertiefe nicht im Modell enthalten.

Das optimierte Modell für die transformierte Phytomasse (PM^*) stützte sich auf die Prädiktoren Kies (G^*) und Sand (S^*), wobei ein hoher Kies-Anteil zu einer Verringerung, ein erhöhter Sand-Anteil zu einer Erhöhung der Phytomasse führte. Das Modell war hochsignifikant ($p > |t| = 0,003$) und erklärte 28,9 % der PM^* -Varianz. Der Kiesanteil hatte eine etwas größere Bedeutung für die Phytomasse (VIP, $\hat{b}$; Anhang V, Tabelle 1) als der Sandanteil.

Das optimierte Modell für die Zusammensetzung der Vegetationsdecke erklärte 28,3 % der kumulativen Response-Varianz, die durch die Anteile der fünf Arten gegeben war (Anhang V, Tabelle 2). Der Kies-Anteil am Oberflächensediment wirkte sich auf die drei *Chara*-Arten deutlich stärker aus als auf die beiden Laichkraut-Arten (*P. friesii*, *S. pectinata*). Das gleiche galt für den Sand-Anteil. Ein steigender Kies-Anteil hatte geringere Anteile von *C. aspera* in der Vegetationsdecke zur Folge ($\hat{b}$, Tabelle 2 im Anhang V), während die beiden anderen *Chara*-Arten positiv beeinflusst wurden. Umgekehrt bewirkte ein hoher Sandanteil eine Erhöhung der *C. aspera*-Anteile und eine Verringerung der Anteile der beiden anderen Arten. Die Änderung des Sand-Anteils hatte gegenüber der des Kies-Anteils eine geringfügig höhere Bedeutung für das Modell (VIP, $\hat{b}$; Anhang V, Tabelle 2). Die Auswirkungen der Sedimenttextur-Änderungen waren bei *C. aspera* besonders ausgeprägt, bei *C. contraria* und *C. globularis* dagegen schwächer und bei den beiden Laichkrautarten kaum noch vorhanden. Entsprechend war die Modellgüte (Korrelationskoeffizient der vorhergesagten Werte auf die gemessenen Werte) bei den drei Armleuchteralgen-Arten mit 38 bis 73 % erklärter Varianz hoch, während die Anteile der Laichkrautarten durch das Modell nicht befriedigend erklärt werden konnten ($r^2 < 0,08$, $p > 0,14$ in jedem Fall).

Wegen der starken Abweichung der Arten-Anteile von einer Normalverteilung (s. o.) wurde die Modellgüte überprüft, indem Kendalls τ für die nichtparametrische Korrelation der vorhergesagten Werte auf die gemessenen Werte berechnet wurde. In Übereinstimmung mit dem PLS-Modell wurden auch hier hochsignifikante Zusammenhänge für die drei Armleuchteralgen gefunden, so dass von der Zuverlässigkeit der PLS-Ergebnisse ausgegangen wird.

5. Diskussion

Die Ufer des Bodensees – ebenso wie die anderer Alpenseen – beherbergen Kultur- und Naturgüter von nationaler und gemeinschaftlicher Bedeutung. Die Schutzziele beider überlappen sich in vielen wesentlichen Punkten (LAD 2013), haben sich doch die Kulturschichten stein- und bronzezeitlicher Siedlungen über Jahrtausende gerade eben an den naturnah gebliebenen Seeufern in hervorragender Qualität erhalten können.

Mitunter können jedoch Zielkonflikte auftreten, beispielsweise dann, wenn die verbliebenen Reste von Unterwasserdenkmälern mit konventionellen wasserbaulichen Methoden vor weiterer Zerstörung geschützt werden müssen. Derartige Eingriffe können zu einer lokalen Veränderung der Substrate und folglich zu einer Veränderung der Lebensräume für Unterwasserpflanzen, bodengebundene Wirbellose (Makrozoobenthos) und der Fischfauna führen und damit naturschutzfachliche Ziele, z. B. Natura 2000-Ziele tangieren (OSTENDORP et al. 2013).

In diesem Beitrag untersuchen wir die *langfristigen* Effekte von Erosionssicherungsmaßnahmen des Landesamts für Denkmalpflege Baden-Württemberg am Bodensee-Obersee auf die Unterwasservegetation, denn bislang sind nur die *kurzfristigen* Auswirkungen innerhalb von etwa neun Monaten nach Fertigstellung der Maßnahmen bekannt (OSTENDORP et al. 2013). Dabei wurde der Zeitfaktor durch die Auswahl von Probenahmeflächen unterschiedlicher Fertigstellungszeiträume ersetzt (space for time substitution, PICKETT, 1989).

In den untersuchten Stationen kamen drei Wasserpflanzen-Arten vor, die in einer der regionalen Roten Listen als „stark gefährdet“ oder „vom Aussterben bedroht“ gekennzeichnet sind (Anhang III, Tabelle 1). Auch die zugehörigen Vegetationseinheiten stehen nach EG-Recht (FFH-RL) und deutschem Recht (BNatSchG) unter Schutz. Allerdings gehören zwei der aufgeführten Armleuchteralgen-Arten (*C. aspera*, *C. contraria*) inzwischen wieder zu den häufigsten Wasserpflanzen im Bodensee. *Chara aspera* gilt als Referenzart für die Flachwasserbereiche des Bodensees nach EG-WRRL (SCHAUMBURG et al. 2014). Nach AG CHARACEEN DEUTSCHLANDS (2016) hat diese Art ihren Schwerpunkt in oligo- bis mesotrophen Gewässern. DIENST et al. (2012) bezeichnen *C. aspera* als einen Oligotrophierungszeiger, dessen Vorkommen während der Eutrophierungsphase des Bodensees wahrscheinlich erloschen war. *C. contraria* und *C. globularis* sind nicht als Referenzarten für die Flachwasserbereiche des Bodensees nach EG-WRRL eingestuft, sie zählen zu den indifferenten Arten (SCHAUMBURG et al. 2014) und nach AG CHARACEEN DEUTSCHLANDS (2016) zu den eutrophierungstoleranten Arten. Demgegenüber waren die Laichkraut-Arten (*P. friesii*, *S. pectinata*) und andere Blütenpflanzen (*Elodea* spp., *Myriophyllum spicatum*) von untergeordneter Bedeutung. Damit bildete die Unterwasservegetation der Stationen ziemlich genau das Spektrum der häufigsten Arten im westlichen Obersee-Gebiet ab.

Durch die Geröll- und Kiesschüttungen, die jeweils im Winterhalbjahr stattfanden, wurden die Diasporen der Unterwasserpflanzen überdeckt, so dass sie im folgenden Jahr nicht mehr zur Entwicklung kommen konnten. Bei den Armleuchteralgen, die auf den Untersuchungsflächen dominierten, handelt es sich um einjährige Arten mit hoher Oosporen-Produktion und gutem Ausbreitungsvermögen, so dass mit einer raschen Wiederbesiedlung der Schüttungsfläche zu rechnen war. Tatsächlich aber reichte offenbar eine Vegetationsperiode nicht aus, um eine zumindest geringe Wiederbesiedlung mit Makrophyten einzuleiten (Kapitel 4.4). Auch nach drei- bis achtzehnjähriger Entwicklung waren noch signifikante Unterschiede zwischen den Schüttungsflächen und den zugehörigen Referenzflächen zu erkennen (Kapitel 4.5.1), die sich in einer geringeren Artenzahl, einer geringeren Gesamtdeckung der Unterwasservegetation, einer leicht verringerten Phytomasse sowie in einer signifikant veränderten Zusammensetzung der Vegetationsdecke äußerten. So wurde *C. aspera* auf den Schüttungsflächen v. a. durch *C. globularis* ersetzt.

Die Ursachen dafür sind in den Eigenschaften des neu aufgetragenen Substrats zu suchen. Bei der Analyse des gesamten Datensatzes wurden ein signifikant positiver Effekt einer vergrößerten Substrattextur auf die Artenzahl, aber ein signifikant negativer Effekt auf die Gesamtdeckung und die Phytomasse und schließlich Effekte auf die Zusammensetzung der Vegetationsdecke nachgewiesen (Kapitel 4.7). Hier wurden insbesondere *C. aspera*, danach auch *C. contraria* und *C. globularis* deutlich beeinflusst, während für die beiden Laichkrautarten *P. friesii* und *S. pectinata* keine signifikanten Effekte zu erkennen waren. Grobkiesige Sedimentoberflächen begünstigen demnach *C. contraria* und *C. globularis*, während sich auf sandig-schlammigen Sedimenten dichte *C. aspera*-Rasen entwickeln. Die Wassertiefe, d. h. das Sohlniveau unter dem mittl. Mittelwasserstand hatte keinen Einfluss. Die Wassertiefe im Bereich zwischen 0,90 m und 1,80 m u. mMW kann als Proxy für die mechanische Belastung durch Wellengang angesehen werden.

ArMLEUCHTERALGEN werden hauptsächlich auf feinsandig-siltigem Sediment gefunden. Dabei spielen wahrscheinlich zwei Aspekte eine große Rolle: (i) die Etablierung und Keimung der Oosporen (BONIS & GRILLAS 2002), (ii) die Verankerung der Rhizoiden am Substrat (AG CHARACEEN DEUTSCHLANDS 2016). Die Keimung der Oosporen der meisten Arten wird durch ein anaerobes Milieu und gleichzeitig durch Licht gefördert (BONIS & GRILLAS 2002, S. 242). Diese Bedingungen sind vornehmlich in der Oberschicht feinkörniger, silikat- und/oder calcitreicher Sedimente gegeben, die in ungestörter Ablagerung bereits in einem Zentimeter-Tiefe permanent sauerstofffrei sind, aber dennoch eine gewisse Durchlichtung erfahren. Im Biofilm auf Geröllen und Kiesen herrscht zwar eine bessere Lichtversorgung, aber in den nur wenige Millimeter mächtigen Krusten entwickelt sich kein anaerobes Milieu. In solchen Substraten sind die Armleuchteralgen wohl ausschließlich auf das Lückensystem zwischen den Geröllen bzw. Kiesen angewiesen, in dem sich trotz der Belastung durch Wellen Feinmaterial hat absetzen können.

Diese Bedingungen sind auf den grobkörnigen Schüttungsflächen zunächst nicht gegeben (Kapitel 4.6). Die über den Suspensionstransport eingetragenen Oosporen sinken wahrscheinlich durch den Porenraum hindurch in tiefere Schichten des Schüttungskörpers ab. Dort herrschen zwar günstige anaerobe Bedingungen aber eine weitgehende Dunkelheit,

wodurch letztlich eine Keimung der Oosporen verhindert wird. Von daher kommt der Verfüllung des Porenraums mit Feinsediment (Kolmation) eine wichtige Rolle zu.

Bereits im Jahr nach der Fertigstellung der Schüttung kam es in Litzelstetten-Krähenhorn (LK) und Sipplingen-Osthafen (SI) zu einer geringfügigen Verfüllung des Porenraums mit Feinmaterial, das reich an organischer Substanz und Carbonat war (OSTENDORP 2013). Das Material stammte wahrscheinlich aus der Biomasse-Produktion der Umgebung (Kalkkrusten der Armleuchteralgen) und der Fallensubstrate selbst (Molluskenschill). Seinerzeit wurde vermutet, dass sich die vollständige Verfüllung des Porenraums über mehr als ein Jahrzehnt hinziehen könnte. Diese Vermutung konnte hier bestätigt werden (Kapitel 4.6). Innerhalb von 8,5 Jahren hatten sich zwar rd. 12 kg TS m⁻² im Porenraum abgelagert, letztlich war aber nur etwa 10 % des verfügbaren Porenraums mit Feststoffen gefüllt. Das Erscheinungsbild der Container, an denen diese Ergebnisse erzielt wurden, lässt vermuten, dass die Substratoberfläche mit Biofilm, Molluskenschill (u. a. *Dreissena polymorpha*) und Kalkkrusten so weit verstopft war, dass kaum noch anorganisches Feinmaterial in größere Sedimenttiefen gelangte. Unter diesen Bedingungen war, wie am Beispiel der Riegelschüttungen in Sipplingen-Osthafen gezeigt werden konnte (vgl. Anhang IV), eine hohe Gesamtdeckung der Unterwasservegetation möglich.

Allerdings zeigten nicht alle Schüttungsflächen dieses Verhalten. Vielmehr gab es eine Gruppe aus fünf Flächen, die zwischen 2004 und 2011 fertiggestellt worden waren und die auch nach mehr als sechs Jahren nur Gesamtdeckungen zwischen 1 und 20 % aufwiesen (Kapitel 4.5.2). Diese Flächen besaßen einen deutlich höheren Kies-Anteil und waren überwiegend mit *C. globularis* besiedelt, während auf den acht Flächen mit hoher Gesamtdeckung *C. globularis* und *C. contraria* kodominant waren. Die Ursachen für diese offensichtliche Verzögerung der Substrat- und Vegetationsentwicklung bleibt einstweilen unklar. Eine Abhängigkeit vom Alter und von der Wassertiefe war jedenfalls nicht zu erkennen.

Betrachtet man – unabhängig von dieser Besonderheit – die Schüttungsflächen in ihrer Gesamtheit und vergleicht sie mit den jeweiligen Referenzflächen, muss man feststellen, dass die Geröll- und Kiessubstrate auch nach mehr als zehn Jahren signifikante Unterschiede aufwiesen, die unabhängig von der Wassertiefe waren (vgl. Kapitel 4.5.1). An Uferstrecken mit textuell gleichförmigen Oberflächensedimenten stellen sie offenbar mehr Habitat-Nischen bereit, so dass die Artenzahl submerser Makrophyten auf den Schüttungsflächen signifikant höher war als auf den Referenzflächen (Kapitel 4.5.1).

Zwei der Erosionssicherungsmaßnahmen wurden mit Schüttungsriegeln und dazwischen eingeschlossenen Wabeninnenflächen ausgeführt. Die weitgehend naturbelassenen Innenflächen glichen hinsichtlich des Substrats und der Vegetationsdecke den Referenzflächen. Dies weist darauf hin, dass die Auswirkungen von Schüttungsmaßnahmen offenbar lokal sehr begrenzt sind, zumindest was die Lebensbedingungen für die Unterwasservegetation angeht.

Eine weitere Unterwasserdenkmalstation war bereits 1992 mit Geotextil ohne Kiesschüttung abgedeckt worden. Das Material wurde inzwischen mit einem dichten Biofilm überzogen, war teils blasig aufgetrieben und konnte daher nur von einer lückigen Vegetationsdecke ($D = 32\%$) besiedelt werden, in der – im Unterschied zu allen Schüttungen – *C. aspera*,

also eine für feinsandige Substrate charakteristische Art (vgl. Kapitel 4.7) dominierte. Dominanzbestände von Armleuchteralgen auf geotextilen Vliesen wurden auch von VAN DE WEYER et al. (2016) beschrieben.

Eine direkte Folge des anfänglichen Fehlens von Unterwasserpflanzen war, dass ein wichtiger Lebensraum für Makrozoobenthos-Organismen (MZB) wegfiel, der auf den vegetationsbedeckten Referenzflächen mehr als die Hälfte aller MZB-Organismen des Standorts beherbergte. Die Gesamt-MZB-Dichte war im Vergleich zu solchen Referenzflächen drastisch reduziert (OSTENDORP et al. 2013).

Hingegen dürften die Fische mit wenigen Ausnahmen von den Grobsubstraten profitieren, da der dichte Bewuchs mit strukturell einförmigen Armleuchteralgenrasen auf begrenzter Fläche unterbrochen wird und der Kies- und Geröllgrund als neues und für einige Arten, z. B. die Bachschmerle (*Barbatula barbatula* [LINNAEUS, 1758]), besser nutzbares Substrat für die Nahrungssuche zur Verfügung steht.

Auch wenn die anthropogenen Eingriffe in die Substratverhältnisse zu lang anhaltenden Veränderungen in der Unterwasservegetation mit einer verringerten Deckung und Phytomasse sowie einer Verschiebung im Artenspektrum führen, muss man sich bewusst sein, dass es sich um lokal begrenzte Effekte handelt. Insgesamt wurden in den untersuchten Stationen rd. 14.100 m² Uferfläche überdeckt, entsprechend etwa 0,28 % der Litoralfläche des Überlinger Sees (4,96 km², 390,0 – 395,2 m ü. NHN). Vielmehr gingen die substantiellen Veränderungen von seeweiten Faktoren aus, insbesondere von der Nährstoffbelastung des Wasserkörpers (IGKB 2004, OSTENDORP 2004, S. 203 ff., GÜDE & STRAILE 2016). So wurde *C. aspera* Anfang der 1960er Jahre noch an zahlreichen Uferabschnitten des westlichen Obersees angetroffen, verschwand dann aber während der rasanten Eutrophierung vollständig aus dem See und konnte erst Ende der 1980er Jahre wieder nachgewiesen werden (zusammenfassend SCHMIEDER et al. 2017). Aktuell hat *C. aspera* das gesamte westliche Bodensee-ufer besiedelt. Auch die Bestände von *C. contraria* gingen in den 1970er und 1980er Jahren stark zurück; die Art konnte sich aber im See halten und war 1993 wieder an nahezu allen Uferabschnitten des westlichen Bodensees anzutreffen. *C. globularis* wurde bereits Mitte der 1960er Jahre nur an wenigen Uferabschnitten des Untersees gefunden, war dann in der Oligotrophierungsphase wieder präsent und gehört heute zusammen mit den beiden anderen Arten zu den häufigsten Armleuchteralgen im Bodensee (SCHMIEDER et al. 2017). Während der Eutrophierungsphase wurden die Armleuchterrasen durch Massenentwicklungen von schmalblättrigen Laichkraut-Arten, v. a. *S. pectinata*, und fädigen Grünalgen (*Cladophora* sp.) ersetzt (BAUER et al. 2014), die auf den Schüttungsflächen – wie inzwischen auch im gesamten See – nur noch eine untergeordnete Rolle spielen.

Ob sich die hier dargestellten Zusammenhänge auch in den zukünftigen Jahren so darstellen werden, muss angesichts der sich rasch ausbreitenden Quagga-Muschel (*Dreissena bugensis* = *D. rostriformis bugensis* ANDRUSOV, 1897) offenbleiben. Unsere Untersuchungen wurden in einer Zeit durchgeführt, in der die Zebra-Muschel (*D. polymorpha* PALLAS 1771) die einzige oder zumindest die weitaus dominierende Dreikant-Muschelart war. Seit 2016 kommt die Quagga-Muschel im Bodensee vor. Sie hat in den folgenden drei Jahren die Zebra-Muschel weitgehend aus dem Litoral verdrängt (HALTINER et al. 2021). Im Unterschied zur Zebra-Muschel ist sie nicht auf Hartsubstrate angewiesen, sondern besiedelt auch san-

dige Sedimentoberflächen bis in größere Wassertiefen von über 40 m (NALEPA et al. 2010). Überdies besitzt sie eine höhere Filtrationsrate, so dass die Trübung (Planktonalgen, Detritus) des litoralen Wasserkörpers reduziert wird. Von der höheren Eindringtiefe des Sonnenlichtes und der besseren Strahlungsversorgung können die submersen Makrophyten profitieren (ZHU et al. 2006; WEGNER et al. 2019). Ob dieser Effekt bereits in der geringen Wassertiefe der Schüttungsflächen eine Rolle spielen wird, scheint fraglich. Stattdessen könnte sich auf sandig-siltigen Feinsedimentoberflächen eine Raumkonkurrenz zwischen submersen Makrophyten und den Quagga-Muscheln ergeben. Diese Substrate waren bisher dichten Armleuchter- und Laichkrautbeständen vorbehalten, in denen sich die Ende der 1960er Jahre eingewanderte Zebra-Muschel nicht etablieren konnte. Die Quagga-Muschel vermag hingegen solche Substrate nahezu lückenlos mit hoher Individuendichte zu besiedeln (HALTINER et al. 2021, Abb. 2), so dass einjährige Makrophytenarten (hier: *Chara* spp.) völlig vom Standort verdrängt werden könnten, während mit Rhizomen ausgestattete Arten (hier: *Potamogeton/Stuckenia* spp.) vielleicht weniger zu leiden hätten. Konkrete Beobachtungen liegen aber noch nicht vor.

6. Fazit und Empfehlungen

Unsere Untersuchungen haben gezeigt, dass die denkmalpflegerischen Erosionsschutzmaßnahmen nicht nur im ersten Jahr nach ihrer Fertigstellung (OSTENDORP et al. 2013), sondern dauerhaft, mindestens über ein Jahrzehnt hinweg, zu einer lokalen Veränderung des Substrats und der Unterwasserpflanzenvegetation führen können. Der Porenraum der groben Flächen- und Riegelschüttungen verfüllt sich nur langsam und behindert dabei die Keimung der Fortpflanzungskörper der Armleuchterlagen (Oosporen), die sich zudem auf den groben Kiesen und Geröllen nicht verankern könnten. Schüttungsflächen, die im Laufe der Zeit ein sandigeres Oberflächensediment entwickelt, tragen auch eine dichtere Vegetationsdecke. Sandigere Substrate begünstigen *Chara aspera*, kiesige Substrate *C. contraria* und *C. globularis* sowie Laichkraut-Arten und fädige Grünalgen. Insgesamt ist die Artenvielfalt auf den Schüttungsflächen im Mittel etwas höher als auf den zugehörigen Referenzflächen. Die vergleichende Analyse der Wabeninnenflächen, die unmittelbar an die Riegelschüttungen angrenzen, zeigte, dass die Auswirkungen lokal, d. h. auf den unmittelbar überschütteten Bereich begrenzt sind. Die Untersuchungen, die im Jahr nach der Fertigstellung durchgeführt wurden (OSTENDORP et al. 2013) lassen erkennen, dass auch andere Komponenten des Ökosystems, insbesondere das Makrozoobenthos und die Fischfauna betroffen sind.

Aus natur- und gewässerschutzfachlicher Sicht sind die Erosionssicherungsmaßnahmen wie folgt einzuschätzen:

1. Konflikte mit dem Artenschutz (Rote-Liste-Arten, Arten der Natura 2000-Anhanglisten) sind nicht zu erkennen, da alle gefundenen Unterwasserpflanzenarten inzwischen wieder sehr häufig am westlichen Bodenseeufer anzutreffen sind. Arten der Strandrasen, z. B. das Bodensee-Vergissmeinnicht *Myosotis rehsteineri* WARTMANN (FFH Anhang IV, Code 1670 ; in der Nähe der Station LK) oder Lebensräume der Bauchigen Windelschnecke *Vertigo moulinsiana* (DUPUY 1849) (FFH Anhang II, Code 1016, in der Nähe von LK) sind nicht tangiert, weil die Maßnahmen erst deutlich unter der Niedrigwasserlinie beginnen. Für die (potentiellen) Lebensräume der Groppe *Cottus gobio* LINNAEUS, 1758 (FFH

Anhang II, Code 1163) am nördlichen Überlingersee-Ufer stellt das aufgebrauchte Geröll-Substrat eher eine Verbesserung dar.

2. Insgesamt sind weit weniger als 1 % der wasserseitigen Uferfläche durch die Erosionssicherungsmaßnahmen betroffen. Von daher wird der „gute“ Erhaltungszustand (Wertstufe B) des Lebensraumtyps LRT 3130, der hier durch die Strandrasen repräsentiert wird, in keiner Weise und der „hervorragende“ Erhaltungszustand (Wertstufe A) des LRT 3140 „Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vegetation aus Armleuchteralgen“ in den beiden relevanten FFH-Gebieten nicht merklich beeinträchtigt.
3. Die Zustandsklassifikation des WRRL-Wasserkörpers „Flachwasserzone im Bodensee-Obersee“ am baden-württembergischen und bayerischen Ufer (LUBW 2009, Tab. 1-1) wird angesichts der geringen Ausdehnung und der letztlich nur geringen Verschiebung des Artenspektrums nicht beeinflusst. Bei zufallsgemäßer Auswahl der Erfassungstranssekte (vgl. BAUER et al. 2014) ist bereits aus methodischen Gründen die Wahrscheinlichkeit sehr gering, dass ein Beobachtungspunkt auf einer Schüttungsfläche zu liegen kommt.

Sofern die Maßnahmen räumlich begrenzt sind, tragen sie zur strukturellen Diversifizierung bzw. zur Lebensraumvielfalt für Makrozoobenthos und Fische bei. Diese Feststellungen stehen unter dem Vorbehalt aktueller und zukünftiger Entwicklung des Bodensee-Ökosystems, v. a. der abzusehenden Dominanzentwicklung der Quagga-Muschel sowohl auf Hartsubstraten der Schüttungsflächen als auch auf den Weichsubstraten der naturbelassenen Referenzflächen (HALTNER et al. 2021).

Wenn lokal eine Minimierung der Effekte angedacht ist, empfiehlt sich eine Modifizierung des Schüttungsmaterials, dem dann mehr Feinmaterial im Grobsand-, Fein- und Mittelkiesbereich (0,63 - 20 mm Äquivalentdurchmesser) beigegeben werden sollte. Dadurch könnte die Porenraumverfüllung (Kolmation) beschleunigt werden. Gleichzeitig würden sich zwischen den oberflächennahen Geröllen Taschen mit Sandmaterial bilden, die die Keimung und Etablierung von Armleuchteralgen-Oosporen begünstigen.

Eine andere Option besteht in der Ausführung von Riegelschüttungen mit dazwischenliegenden naturbelassenen Wabeninnenflächen. Die Sedimenttextur und die Unterwasservegetation der Innenflächen ähneln dabei denen der naturbelassenen Lebensräume der Umgebung. Aus denkmalpflegerischer Sicht muss allerdings sichergestellt sein, dass es hier zu keiner weiteren Erosion kommt. Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse bestehen auch gegen diese Form der Erosionssicherung keine ökologischen Bedenken.

Dagegen wies die einzige zur Verfügung stehende Geotextil-Fläche in der Station Sipplingen-Osthafen auch nach 25 Jahren nur eine reduzierte Vegetationsdichte auf, so dass diese Ausführungsform aus ökologischen Gründen nur eingeschränkt empfohlen werden kann.

7. Danksagung

Teile der Arbeiten wurden durch das Verbundprojekt „HyMoBioStrategie“, Förderkennzeichen 033Wo21, im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme „Regionales Wasserressourcen-Management für nachhaltigen Gewässerschutz in Deutschland (ReWaM)“ gefördert, die

zum Förderschwerpunkt „Nachhaltiges Wassermanagement“ (NaWaM) im Rahmen von FONA (Forschung für nachhaltige Entwicklung) gehört. Wir bedanken uns beim Bundesministerium für Bildung und Forschung für die finanzielle Förderung unseres Vorhabens.

Literaturverzeichnis

- AG CHARACEEN DEUTSCHLANDS, Hrsg. (2016): Armleuchteralgen. Die Characeen Deutschlands. 618 S., Springer, Heidelberg.
- BAUER, F., HARLACHER, R., HUBER, M. G. J., SCHRANZ, C., STELZER, D. (2014): Submerse Makrophyten des Bodensee – Kartierung in den Jahren 2006-2010. Bericht der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee 58: 1-153.
- BONIS, A., GRILLAS, P. (2002): Deposition, germination and spatio-temporal patterns of charophyte propagule banks: a review. *Aquatic Botany* 72: 235-248.
- BREM, H., EBERSCHWEILER, B., GRABHER, G., SCHLICHOTHERLE, H., SCHRÖDER, H.-G., Hrsg. (2013a): Erosion und Denkmalschutz am Bodensee und Zürichsee. Ein internationales Projekt im Rahmen des Interreg IV-Programmes „Alpenrhein-Bodensee-Hochrhein“ zur Entwicklung von Handlungsoptionen zum Schutz des Kulturgutes unter Wasser. 303 S., Bregenz.
- BREM, H., EBERSCHWEILER, B., SCHLICHOTHERLE, H. (2013b): Gefährdetes Kulturgut im Bodensee und Zürichsee. S. 15-24. In: BREM, H., EBERSCHWEILER, B., GRABHER, G., SCHLICHOTHERLE, H., SCHRÖDER, H.-G., Hrsg. Erosion und Denkmalschutz am Bodensee und Zürichsee. Ein internationales Projekt im Rahmen des Interreg IV-Programmes „Alpenrhein-Bodensee-Hochrhein“ zur Entwicklung von Handlungsoptionen zum Schutz des Kulturgutes unter Wasser. Bregenz.
- BREM, H., RAMSEYER, D., ROULIÈRE-LAMBERT, M.-J., SCHIFFERDECKER, F., SCHLICHOTHERLE, H., Hrsg. (2015): Archéologie & érosion - 3. Monitoring et mesures de protection pour la sauvegarde des palafittes préhistoriques autour des Alpes. Actes de la troisième Rencontre Internationale Arenenberg et Hemmenhofen 8-10 octobre 2014. 207 S., Lons-le-Saunier (Fr).
- COX, I., GAUDARD, M. (2013): Discovering Partial Least Squares with JMP®. 308 S., SAS Institute, Inc., Cary, North Carolina.
- DIENST, M., STRANG, I., SCHMIEDER, K. (2012): Die Wasserpflanzen des Bodensee-Untersees im Wandel der letzten 100 Jahre. *Mitt. Thurg. Naturforsch. Ges.* 66: 111-148, 2 Beilagen.
- EBERSBACH, R., MAINBERGER, M., GOLDHAMMER, J., OSTENDORP, W. (2019): Archäologische Denkmalpflege in der Uferzone des Bodensees. S. 117-126. In: HOFMANN, H., OSTENDORP, W. (Hrsg.): Seeufer: Wellen – Erosion – Schutz – Renaturierung. Handlungsempfehlungen für den Gewässerschutz – Ergebnisse aus dem ReWaM-Verbundprojekt HyMoBioStrategie (2015-2018). Konstanz
- GÜDE, H., STRAILE, D. (2016): Bodensee – Ökologie und anthropogene Belastungen eines tiefen Voralpensees. *Limnologie aktuell* Bd. 15, 271 S.
- HALTINER, L., POUQUET, G., SPAAK, P., ALEXANDER, J. (2021): Die gebietsfremde Quaggamuschel erobert den Bodensee – drohen massive Folgen für das Ökosystem? SeeWandel-Faktenblatt Nr. 2, 9 S., Dübendorf (CH).
- HOFMANN, H., OSTENDORP, W. (2015): Wellenexposition und Sedimentmobilisierung im Bereich ausgewählter Unterwasserdenkmäler (UNESCO-Welterbestätten) des Bodensees. S. 35-42. In: BREM, H., RAMSEYER, D., ROULIÈRE-LAMBERT, M.-J., SCHIFFERDECKER, F., SCHLICHOTHERLE, H. (Hrsg.): Archéologie et érosion Bd. 3, 2014, Lons-le-Saunier (Fr).
- HOFMANN, H., OSTENDORP, W., Hrsg. (2019): Seeufer: Wellen – Erosion – Schutz – Renaturierung. Handlungsempfehlungen für den Gewässerschutz – Ergebnisse aus dem ReWaM-Verbundprojekt HyMoBioStrategie (2015-2018). 155 S., Konstanz.
- IGKB, INTERNATIONALE GEWÄSSERSCHUTZKOMMISSION FÜR DEN BODENSEE (2004): Der Bodensee. Zustand – Fakten – Perspektiven. 177 S., Bregenz.

- KÖNINGER, J., SCHLICHTERLE, H. (2013): Schutzmaßnahmen für Pfahlbausiedlungen am baden-württembergischen Bodenseeuf: Verfahrenstechniken, Bestand, Erfahrungen und Ausblick. S. 113–126. In: BREM, H., EBERSCHWEILER, B., GRABHER, G., SCHLICHTERLE, H., SCHRÖDER, H.-G., Hrsg.: Erosion und Denkmalschutz am Bodensee und Zürichsee. Ein internationales Projekt im Rahmen des Interreg-IV-Programmes „Alpenrhein-Bodensee-Hochrhein“ zur Entwicklung von Handlungsoptionen zum Schutz des Kulturgutes unter Wasser. Bregenz.
- LAD, LANDESAMT FÜR DENKMALPFLEGE BADEN-WÜRTTEMBERG, Hrsg. (2013): Archäologie – Landwirtschaft – Forstwirtschaft. Wege zur integrativen Nutzung von Bodendenkmalen in der Kulturlandschaft. 76 S., Stuttgart.
- LANG, G. (1967): Die Ufervegetation des westlichen Bodensees. Archiv für Hydrobiologie Suppl. 32: 437-574.
- LANG, G. (1968): Vegetationsveränderungen am Bodenseeuf in den letzten hundert Jahren. Schr. Ver. Gesch. Bodensee 86: 295-319.
- LANG, G. (1973): Die Makrophytenvegetation in der Uferzone des Bodensees. Bericht der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee Nr. 12, 67 S.
- LANG, G. (1981): Die submersen Makrophyten des Bodensees – 1978 im Vergleich mit 1967. Bericht der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee Nr. 26, 64 S.
- LANG, G. (1990): Die Vegetation des westlichen Bodenseegebiets. 2. Aufl., 462 S., G. Fischer, Stuttgart.
- LUBW, LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (2009): Dokumentation für Seen zum Bewirtschaftungsplan/Maßnahmenprogramm. 24 S., Karlsruhe.
- LUBW, LANDESANSTALT FÜR UMWELT BADEN-WÜRTTEMBERG (2017): Managementplan für das FFH-Gebiet 8220-341 „Bodanrück und westlicher Bodensee“ und Vogelschutzgebiete. <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/natur-und-landschaft/map-endfassungen-uebersicht/> (zuletzt aktualisiert 15.03.2017).
- LUBW, LANDESANSTALT FÜR UMWELT BADEN-WÜRTTEMBERG (2018): Managementplan des FFH-Gebietes „Überlinger See und Bodenseeuflandschaft und des Vogelschutzgebietes „Überlinger See des Bodensees“. <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/natur-und-landschaft/map-endfassungen-uebersicht/> (zuletzt aktualisiert 29.11.2018).
- LUBW, LANDESANSTALT FÜR UMWELT BADEN-WÜRTTEMBERG (2021): Daten- und Kartendienst der LUBW. <https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de> (zuletzt aufgerufen im April 2021).
- NALEPA, T. F., FANLOW, D. L., POTHOFEN, S. A. (2010): Recent changes in density, biomass, recruitment, size structure, and nutritional state of *Dreissena* populations in southern Lake Michigan. Journal of Great Lakes Research 36: 5-19.
- OSTENDORP, W. (2004): Was haben wir aus dem Bodenseeuf gemacht? Versuch einer Bilanz. Schr. Ver. Gesch. Bodensee 122: 181-251.
- OSTENDORP, W. (2013): Erosionsinstabile Sedimentfraktionen in den Unterwasserdenkmal-Stationen Litzelstetten-Krähenhorn und Sipplinger-Osthafen am Bodensee. S. 67-77. In: BREM, H., EBERSCHWEILER, B., GRABHER, G., SCHLICHTERLE, H., SCHRÖDER, H.-G. (2013): Erosion und Denkmalschutz am Bodensee und Zürichsee. Bregenz.
- OSTENDORP, W., DIENST, M., KRAMER, I., STRANG, I. (2013): Ökologische Begleituntersuchungen an drei denkmalpflegerischen Erosionssicherungsmaßnahmen am deutschen und schweizerischen Bodenseeuf. S. 149-170. In: BREM, H., EBERSCHWEILER, B., GRABHER, G., SCHLICHTERLE, H., SCHRÖDER, H.-G. (Hrsg.): Erosion und Denkmalschutz am Bodensee und Zürichsee. Bregenz.
- OSTENDORP, W., PEETERS, F., HOFMANN, H., SCHLICHTERLE, H., BREM, H. (2016): Erosion hazards and efficient preservation measures in prehistoric cultural layers in the littoral of Lake Constance (Germany, Switzerland). Conservation and Management of Archaeological Sites 18 (1-3): 217-229. DOI: 10.1080/13505033.2016.1182757.
- PICKETT, S. T. A. (1989): Space-for-time substitution as an alternative to long-term studies. S. 110-

135. In: LIKENS, G. E. (Hrsg.): Long-Term-Studies in Ecology. Springer, New York.

RVBO, REGIONALVERBAND BODENSEE-OBERSCHWABEN (1984): Bodenseeuferplan. 68 S. + Kte. i. Anh., Ravensburg.

RVHB, REGIONALVERBAND HOCHRHEIN-BODENSEE (1984): Bodenseeuferplan. 52 S. + Kte i. Anh., Waldshut.

SCHMIEDER, K. (1998): Submerse Makrophyten der Litoralzone des Bodensees 1993 im Vergleich mit 1978 und 1967. Bericht der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee, Nr. 46, 169 S.

SCHMIEDER K., MURPHY F., DIENST M., STRANG I., BOY E., SANNY M., JANKE M., ULMA M., HOHNER J., FRANKE G. (2017): Die Entwicklung der Characeen-Bestände des Bodensees als Spiegel der trophischen Veränderungen der vergangenen Jahrzehnte. Rostocker Meeresbiolog. Beitr. 27: 81-93.

SUTER, P. J., SCHLICHTERLE, H. (2009): UNESCO World Heritage Candidature ‚Prehistoric Pile Dwellings around the Alps‘. 104 S., Biel/Bienne (CH).

UNESCO, UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION (1972): Übereinkommen zum Schutz des Kultur- und Naturerbes der Welt. Paris, 17 S. Download unter www.unesco.de.

UNESCO (2010, 2011): Prehistoric Pile Dwellings around the Alps – World Heritage nomination. Nomination Dossier: Exective Summary (2010, revised in 2011), Volumes I, II, III (2010) and Additional Information (2011). Paris (download: <http://www.palafittes.org/en/products-downloads/news/index.html>; zuletzt ausgerufen im März 2021).

UNESCO (2021): <https://www.unesco.de/kultur-und-natur/welterbe/welterbe-deutschland/praehistorische-pfahlbauten-um-die-alpen> (zuletzt aufgerufen im April 2021).

VAN DE WEYER, K., MEIS, S., SÜMER, G. (2016): Erfahrungen mit unterschiedlichen Sohlbelegungsmaterialien zum Management von Makrophyten-Massenentwicklungen im PHOENIX See (Dortmund). Korrespondenz Wasserwirtschaft 2016: 353-356. <http://lanaplan.de/download/vandeWeyer-2016Phoenixsee.pdf>.

WEGNER, B., KRONSEIN, A. L., GILLEFALK, M., VAN DE WEYER, K., MONAGHAN, M. T., KÖHLER, J., HILT, S. (2019): Mutual facilitation and subsequent competition among invading western waterweed and quagga mussels. *Frontiers of Plant Sciences*, 26 June 2019. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00789>.

ZAIONTZ, C. (2020): Real Statistics using Excel. www.real-statistics.com (zuletzt aufgerufen im März 2021).

ZHU, B., FITZGERALD, D. G., MAYER, C. M., RUDSTAM, L.G. & MILLS, E. L. (2006): Alteration of Ecosystem Function by Zebra Mussels in Oneida Lake: Impacts on Submerged Macrophytes. *Ecosystems* 9: 1017-1028.

Abkürzungen - Symbole - Einheiten

Symbol	Einheit	Erläuterungen
Δx		Mittelwert der Differenz der Wertepaare $x_{\text{Test}} - x_{\text{Ref}}$
τ	-	Rangkorrelationskoeffizient n. Kendall
$b, \hat{b}$		Regressionskoeffizient, standardisierter Regressionskoeffizient
D	%	Deckung der Vegetation (Gesamtdeckung, Deckung einzelner Arten)
$F(df_1; df_2)$		Prüfstatistik F mit den Freiheitsgraden df_1 und df_2
G	%	Kies-Anteil (Sedimenttextur), Äquivalentdurchmesser 2,0 bis 63 mm
M		arithmetischer Mittelwert
mMW	m ü. NHN	langjährig mittlerer Mittelwasserstand (am Bodensee-Obersee) im Normalhöhennull des deutschen Haupthöhensystems (DHHN92), 395,24 m ü. NHN (Periode 1990/91 – 2019/20)
MZB		Makrozoobenthos
n	-	Stichprobenumfang
NHN		Normalhöhennull des deutschen Haupthöhensystems (DHHN92)
$p > t , p > F$		Irrtumswahrscheinlichkeit für die Prüfgrößen $ t $ bzw. F
PLS	-	Partial Least Squares Regression Model (statistische Methode zur Bestimmung optimaler multivariater Modelle)
PM	g af TS m ⁻²	Phytomasse-Dichte, Gramm aschefreie Trockenmasse pro Quadratmeter
r, r^2		Pearson Korrelationskoeffizient, Bestimmtheitsmaß
S	%	Grob- und Mittelsand-Anteil (Sedimenttextur), Äquivalentdurchmesser 0,2 bis 2,0 mm
SD, SE		Standardabweichung, Standardfehler
SN	-	Zahl der Taxa (Arten) in einer Probe
$ t (df)$		Prüfgröße der t-Statistik, zweiseitig, mit Freiheitsgrad df
TS, af TS		Trockensubstanz, aschefreie Trockensubstanz
UT	%	Schlamm-Anteil (Sedimenttextur), Äquivalentdurchmesser kleiner als 0,2 mm
VIP	-	Variable Importance for the Projection (Maß und Kriterium für den Einschluss einer Prädiktor-Variablen in ein PLS-Modell)
WD	m u. mMW	Wassertiefe (des Seebodens) unter dem mittl. Mittelwasserniveau
X	%	Geröll-Anteil (Sedimenttextur), Äquivalentdurchmesser 63 mm und größer
$W(df)$	-	Prüfgröße des Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests (Median-Vergleich) mit Freiheitsgrad df

Die Anhänge I bis V sind nur in der digitalen Ausgabe des Beitrags enthalten.

Mitt. Bad. Landesverein Naturkunde u. Naturschutz	Bd.25	2023	DOI: 10.6094/BLNN/Mitt/25.03	Seiten 61-82	Freiburg/Breisgau Februar 2023
--	-------	------	------------------------------	--------------	-----------------------------------

Verwilderung von Bambus-Arten (Poaceae, Bambusoideae) in Baden-Württemberg

MATTHIAS MARTIN RÜTTNAUER¹ UND ALBERT REIF²

Zusammenfassung

Bambus-Arten (Poaceae, Bambusoideae) bereichern nicht nur die Vorgärten und Parks Baden-Württembergs, sie sind mittlerweile auch ein fester Bestandteil der Flora geworden. Durch eine Befragung des Gartenfachhandels wurden die Bambus-Arten bzw. Varietäten identifiziert, welche vorrangig verkauft werden. Genannt wurden 14 Arten aus 5 Gattungen (*Fargesia*, *Phyllostachys*, *Indocalamus*, *Pseudosasa*, *Sasa*). Die offerierten Pflanzen sind an das mitteleuropäische Klimate sehr gut angepasst und verfügen über eine breite standörtliche Amplitude. Mehrere Bambus-Taxa neigen zu „Verwilderung“, sie dringen problemlos in natürliche bzw. naturnahe Ökosysteme ein. Für Baden-Württemberg konnten 34 lokale verwilderte Bambus-Populationen identifiziert werden. (Tab. I, im Anhang)

Die Wuchs- und Ausbreitungsdynamik der leptomorphen Bambus-Gattungen ist der autochthonen Vegetation überlegen, weshalb es langfristig zu einer lokalen Verdrängung kommen kann. Daher sind Bambus-Arten (Bambusoideae) als etabliert bzw. eingebürgert anzusehen, sie können dauerhaft außerhalb der Kultur existieren. Lediglich verdichtete Fahrwege oder dauernasse Böden bilden ausreichende Barrieren.

Immer wieder konkurrieren verwilderte Vorkommen von Bambus mit Zielsetzungen der Grundstückseigner oder naturschutzfachlichen Anforderungen. Daher ist es unabdingbar Managementkonzepte langfristig auszugestalten und konsequent zu wiederholen, um der Wuchsdynamik der Bambus-Arten Rechnung tragen zu können.

Unter Bambus-Experten herrscht daher ein branchenübergreifender Konsens darüber, dass den Kunden eine maßgeschneiderte Beratung über die individuellen Eigenschaften der Bambus-Arten an die Hand gegeben werden sollte. Nur so wäre es letztlich möglich, die zukünftigen Konfliktpotentiale im Vorfeld ihrer Entstehung zu entschärfen. Vorhandene

¹ Matthias Martin Rüttbauer, ² Prof. Dr. Dr. h.c. Albert Reif, Universität Freiburg, Fakultät für Umwelt und natürliche Ressourcen, Professur für Standort- und Vegetationskunde, Tennenbacher Str. 4, D-79106 Freiburg. E-Mail: albert.reif@waldbau.uni-freiburg.de

Beratungslücken im Bambus-Handel sollten deshalb geschlossen werden, damit die einzigartigen Gräser mit ihren mannigfaltigen Vorzügen nicht unnötigerweise in Verruf geraten.

Schlüsselwörter

Invasiv, Einbürgerung, Gartenfachhandel, Garten, Neophyt

Naturalization of Bamboos (Bambusoideae) in Baden-Württemberg

Abstract

Bambusoideae not only enrich the front gardens and parks of Baden-Württemberg, they have also become an integral part of the flora. With the gardening trade survey of this study, it was possible to show which *Bambus* species or varieties are primarily sold. 14 species from 5 genera were identified (*Fargesia*, *Phyllostachys*, *Indocalamus*, *Pseudosasa*, *Sasa*). The survey has shown that the plants on offer are very well adapted to the local climates and have a wide ecological amplitude. Several bamboo taxa tend to „run wild“, they invade natural or near-natural ecosystems without any problems.

Within the framework of this study, 34 naturalized bamboo populations could be identified for Baden-Württemberg. The growth and spreading dynamics of the leptomorphic bamboo taxa is superior to the autochthonous vegetation, local displacement of native vegetation can occur in the long term. Therefore species of the Bambusoideae can be regarded as established or naturalized, they can exist permanently outside of the cultivation. Only compacted soil, e.g., roads, or permanently wet soils form sufficient barriers.

In many cases, naturalized occurrences of bamboo compete with the objectives of the garden owners or nature conservation requirements. It is therefore essential to design and consistently repeat management concepts in order to take into account the growth dynamics of the Bambusoideae.

There is a cross-sector consensus among bamboo experts that customers should be given tailored advice on the individual properties of the Bambusoideae. Only in this way would it ultimately be possible to defuse future conflict potentials before they arise. Existing gaps in advice in the bamboo trade should therefore be closed so that the unique grasses with their diverse advantages do not fall unnecessarily into disrepute.

Keywords

invasive, naturalization, garden trade, garden, neophyte

1. Einleitung

Es ist nicht sonderlich schwer, sich vorzustellen wie die ersten erfolgreichen Bambuspflanzungen Mitte des 19. Jahrhunderts die Europäer in ihren Bann zogen. Sogenannte „Baumgräser“, welche in einem Jahr mehrere Meter an Zuwachs erlangen konnten, kannten sicherlich die Wenigsten von ihnen (KNOBLICH 2006). Anziehend dürfte ebenfalls gewirkt haben, dass die Pflanzen selbst den eisigsten mitteleuropäischen Wintern mit ihrem filigranen, immergrünen Blattwerk trotzen konnten.

Anfang des 20. Jahrhunderts wurden wegen der gestiegenen Nachfrage stetig größere Mengen nach Europa eingeführt. Die fernöstlichen Exoten aus Übersee galten zu jener Zeit als Prestigeobjekt für diejenigen, die es sich leisten konnten. Es entstanden damals ganze Parkanlagen und botanische Gärten, welche sich mit den einzigartigen Gräsern befassten (RECHT et al. 1994).

Ein Jahrhundert später ist aus diesen Anfängen ein globaler Massenmarkt entstanden und die wintergrünen Pflanzen erfreuen sich einer ungebrochenen Beliebtheit (Box 1). Heutzutage wirbt selbst der Lebensmitteldiscounter um die Ecke mit Bambuspflanzen. Diese werden als Hecke, Sichtschutz oder der reinen Zierde wegen auf privatem und öffentlichem Grund eingebracht.

Geeignete Sorten für Deutschland

Es gibt zahlreiche Sorten, die den deutschen Winter gut überstehen können. Hier einige Beispiele:

Bodendecker, Hangbefestigung, Beeteinfassung: *Pleioblastus pumilus*, *Pleioblastus distichus* (beide nicht begehrter Rasenersatz), *Pleioblastus fortunei* 'Variegata', *Pleioblastus viridistriatus* (auch 'Vagans'), *Sasa admirabilis*, *Sasa masamuneana* ('Aureostriata' und 'Albostriata'), *Shibataea kumasaca*.

Kleiner Bambus: *Hibanobambusa tranquillans* 'Shiroshima', *Pleioblastus chino* 'Elegantissimus', *Pleioblastus shibuyanensis* 'Tsuboi', *Sasa latifolia*, *Sasa palmata* 'Nebulosa', *Sasa tessellata*, *Sasa tsuboiana*, fast alle Fargesien-Sorten.

Mittlerer Bambus: *Phyllostachys bisetii*, *Phyllostachys propinqua*, *Phyllostachys dulcis* (von den mittleren die dicksten Halme), *Phyllostachys rubromarginata*, *Phyllostachys flexuosa*, *Phyllostachys nuda*, *Phyllostachys aurea* 'Koi', *Phyllostachys aurea* 'Flavescens inversa', *Phyllostachys aureosulcata*, *Phyllostachys aureosulcata* 'Aureocaulis', *Phyllostachys aureosulcata* 'Spectabilis', *Phyllostachys fimbriatigula*, *Phyllostachys meyeri*, *Phyllostachys arcana*

'Luteosulcata', *Phyllostachys heteroclada*, *Phyllostachys humilis*, *Phyllostachys manii*, *Pseudosasa japonica*, *Pseudosasa japonica* 'Tsutsumiana', *Semiarundinaria fastuosa*, *Semiarundinaria makinoi*, *Semiarundinaria yashadake* 'Kimmei', *Brachystachyum densiflorum*.

Für Hecken geeignete mittlere Sorten: *Semiarundinaria fastuosa*, *Semiarundinaria makinoi*, *Semiarundinaria yashadake* 'Kimmei', *Phyllostachys bisetii*, *Phyllostachys humilis*, *Phyllostachys rubromarginata*, Fargesien-Sorten.

Giganten: *Phyllostachys nigra* 'Boryana', *Phyllostachys nigra* 'Henonis', *Phyllostachys vivax*, *Phyllostachys vivax* 'Aureocaulis', *Phyllostachys vivax* 'Huanvenzhui', *Phyllostachys glauca*, *Phyllostachys bambusoides* 'Castillonis', *Phyllostachys bambusoides* 'Castillonis inversa', *Phyllostachys bambusoides* 'Holochrysa', *Phyllostachys viridiglaucescens*, *Phyllostachys viridis*, *Phyllostachys viridis* 'Sulfurea', *Phyllostachys violascens*.

(Diese Liste hat keinen Anspruch auf Vollständigkeit, dies würde den hiesigen Rahmen sprengen.)

sk

Doch was geschieht, wenn man der Begrünung überdrüssig wird oder diese einem schlichtweg über den Kopf wächst? So resümierte FARRELLY in seinem 1984 erschienenen Werk „The book of bamboo“ in der Überschrift „Too much beauty can get out of hand“ das Leid von Gartenbesitzern, welche sich unbedarft Bambus ins heimische Grün geholt hatten und nun der Lage kaum mehr Herr wurden (Abb. 1).

RUSTERHOLZ und BAUR (2012a, b) untersuchten im Raum Basel nicht genehmigte Biomasse-deponien (Grünschnitt, Erdaushub etc.) hinsichtlich der Ausbreitung von Neophyten. Es zeigte sich, dass u.a. Bambus-Arten von einer derartigen Entsorgung profitieren und erfolgreich auch naturnahe Ökosysteme kolonisieren können. Auch verwaiste Gärten (Abb. 2) oder bewusste Ausbringung stellen eine Verbreitungsquelle dar (HOHLA 2015).

Heute existieren in Baden-Württemberg lokal ausgedehnte verwilderte Bambus-Flächen, jedoch können zu deren Verbreitung bislang keine detaillierten Angaben gemacht werden. Vergleichbares zeigte sich bei Literaturrecherchen sowie bei Webseitenanfragen auf der Online-Plattform des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) <http://www.floraweb.de/>. Auch dabei konnten keine fundierten Anhaltspunkte bezüglich der Verbreitung von Bambus-Verwilderungen gefunden werden.



Abb. 1: Verwilderter *Phyllostachys* sp.-Hain am Ortsrand von Vörsstetten, Landkreis Emmendingen.

Bambus-Arten kommen von Natur aus auf sämtlichen Kontinenten mit Ausnahme von Europa und der Antarktis vor (FARRELLY 1984, LIESE 1985, MCCLURE 1993, RECHT et al. 1994, OHRNBERGER 1999). In der gemäßigten Zone Asiens dominieren Bambus-Arten in vielen natürlichen Waldgesellschaften, welche wesentlich artenreicher sind als vergleichbare Wälder



Abb. 2: Ausbreitung von *Pseudosasa japonica* in verwaistem Schrebergarten in Lahr / Rennweg, Ortenaukreis.

in Mitteleuropa (BOENIGK & WODNIOK 2014). Daher erscheint es denkbar, dass verwilderte Bambus-Arten invasiv werden, sollten es ihnen gelingen sich der urbanen Kontrolle zu entziehen.

Der Umgang mit invasiven fremdländischen Arten will wohl überlegt sein (STRAUCH et al. 2017). Die folgende Publikation widmet sich deshalb dem Verwildерungs- sowie Etablierungspotential der in Baden-Württemberg durch den Handel vertriebenen Bambus-Pflanzen. Dies wurde mit Hilfe einer Expertenbefragung und einschlägiger Literaturrecherche verfolgt. Des Weiteren wird exemplarisch dokumentiert, wo Bambus-Populationen lokalisiert wurden, die bereits erfolgreich andere Naturräume kolonisieren konnten, und es werden effektive Maßnahmen zu deren Eindämmung aufgezeigt.

2. Biologie, Ökologie, Taxonomie der Bambus-Arten

Im Gegensatz zu Bäumen verfügen Bambus-Arten, trotz teilweiser vergleichbarer Wuchsdimensionen (z. B. *Phyllostachys edulis* ca. 30 m maximale Wuchshöhe in China), über keine Lateralmeristeme, kein sekundäres Dickenwachstum. Der Spross schiebt sich teleskopartig aus dem Erdreich und dessen Dicke (bis zu 30 cm) bestimmt den Halmdurchmesser (LIESE 1985). Das Höhenwachstum eines Halmes wird i. d. R. innerhalb von 2 – 4 Monaten abgeschlossen und kann bei kräftigen Arten (z. B. *Phyllostachys* sp.) 10 – 30 cm pro Tag betragen (LIESE 1985). Die Wuchshöhe variiert stark zwischen den Gattungen bzw. Arten. Die Spannweite reicht von ein paar Zentimetern, bis hin zu weit über 20 Metern. Die Halme haben meist eine Lebensdauer von etwa 5 – 10 Jahren (FARRELLY 1984).

Bambusoideae bilden eine Unterfamilie der Poaceae (Süßgräser) mit 115 Gattungen und etwa 500 bis 1.500 Arten (RECHT et al. 1994, LIESE 1985). Dass diese Zahl derartig schwankt ist den Blühzyklen geschuldet. Blüten sind unabdingbar für die Bestimmung auf Artniveau. Allerdings blühen Bambus-Arten im Abstand von mehreren Jahrzehnten, im Extremfall sogar erst nach hundert Jahren (FARRELLY 1984; RECHT et al. 1994; OHRNBERGER 1999; LIESE 1985). Dieser Zeitpunkt wird dabei von einem internen physiologischen Kalender gesteuert und ist vollkommen losgelöst von klimatischen Faktoren oder der Iteroparität, wie man sie von Mastjahren bei Bäumen kennt. Solche Zyklen sind einzigartig und eine botanische Besonderheit. Für Taxonomen bedeutet diese im Extremfall eine generationsübergreifende Bürde. Dies erklärt auch, weshalb die Taxonomie, im Vergleich zu anderen Poaceae, die mit Abstand unvollständigste ist (OHRNBERGER 1999).

Eine zusätzliche Erschwerung der Nomenklatur ist der Tatsache geschuldet, dass eine hohe Anzahl von Unterarten, Varietäten, Formen und Kultursorten existiert und oft mehrere Synonyme gebräuchlich sind (RECHT et al. 1994; OHRNBERGER 1999), was unter anderem an den Abständen zwischen den Blütephasen liegt (LIESE 1985; KNOBLICH 2006). Für den weiteren Verlauf wird deshalb an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die Bezeichnungen unterhalb des Art-Niveaus synonymisch verwendet werden und keine weitere Differenzierung erfolgt.

Die verschiedenen Bambus-Gattungen lassen sich u.a. nach Rhizomtypus unterscheiden, wobei die Grenzen (Mischformen) fließend sein können.

- Horstbildende Bambus-Arten verfügen über ein sog. pachymorphes Rhizom (ähnlich dem Borstgras, *Nardus stricta*). Die kurzen Rhizome wachsen sympodial. Dies hat zur Folge, dass die Arten dicht beisammen stehende Halme ausbilden und sich gleichmäßig im Umfang ausdehnen.

- Abweichend hiervon verhalten sich Bambus-Arten mit leptomorphen Rhizomen (monopodiale Wuchs), welche überwiegend in der temperierten Zone ansässig sind (LIESE 1985). Diese bilden lange, dünne Erdsprosse aus, die horizontal in sämtliche Richtungen wachsen können (KNOBLICH 2006, EBERTS 2008). Die sog. „running bamboos“ verharren nicht an der Stelle, sondern wachsen jährlich zw. 1 – 6 m, um ihren Wuchsort auszudehnen (LIESE 1985). Die Spitze eines neu gebildeten Rhizoms erweist sich als überaus widerstandsfähig. So können z. B. Teichfolien oder Bruchstein-Fundamente ohne weiteres durchdrungen werden (RECHT et al. 1994, KNOBLICH 2006). Die Arten dieser Wuchsform erweisen sich dabei als tendenziell winterhärter als vergleichbare pachymorphe Formen (FARRELLY 1984, RECHT et al. 1994, EBERTS 2008).

Bei beiden Typen besitzt die Vermehrungsstrategie über Klone zentrale Bedeutung, denn die Arten fruktifizieren erst nach Jahrzehnten (RECHT et al. 1994, OHRNBERGER 1999) oder sind grundsätzlich steril (JANZEN 1976, FARRELLY 1984).

Folgende Fachliteratur wurde zur Bestimmung der Taxa verwendet:

- Bambus, 2. neubearbeitet u. erweiterte Auflage (RECHT et al. 1994)
- Bambus, GU Pflanzenratgeber (EBERTS 2008)
- Das Bambus-Lexikon <http://www.bambus-lexikon.de/> (VAUPEL 2016)

- Des bambous dans tous les jardins (CROUZET & JEURY 1988)
- Hong Kong bamboos (BUT et al. 1985)
- The bamboos of the world (OHRNBERGER 1999)
- The book of bamboo (FARRELLY 1984).

Als entscheidendes Differenzierungsmerkmal zwischen den Gattungen dienen vorrangig die Zweige der Bambushalme (Abb. 3), wenngleich es hier Ausnahmen gibt.

Ausschließlich einen Zweig je Nodium bilden sämtliche *Sasa*- sowie *Pseudosasa*-Arten aus. An *Sasaella*-Arten können derweil gelegentlich zwei auftreten. Zwei bis drei Zweige je Nodium weist die Gattung *Phyllostachys* auf. Immer wird ein starker Zweig ausgebildet und daneben findet sich ein schwächerer Zweiter. Ab und an kommt zusätzlich noch ein weiterer deutlich kleinerer dritter Zweig hinzu. *Pleioblastus*, *Semiarundinaria* und *Chimonobambusa* haben stets drei Zweige, *Fargesia* und *Arundinaria* haben drei bis sechs (RECHT et al. 1994).

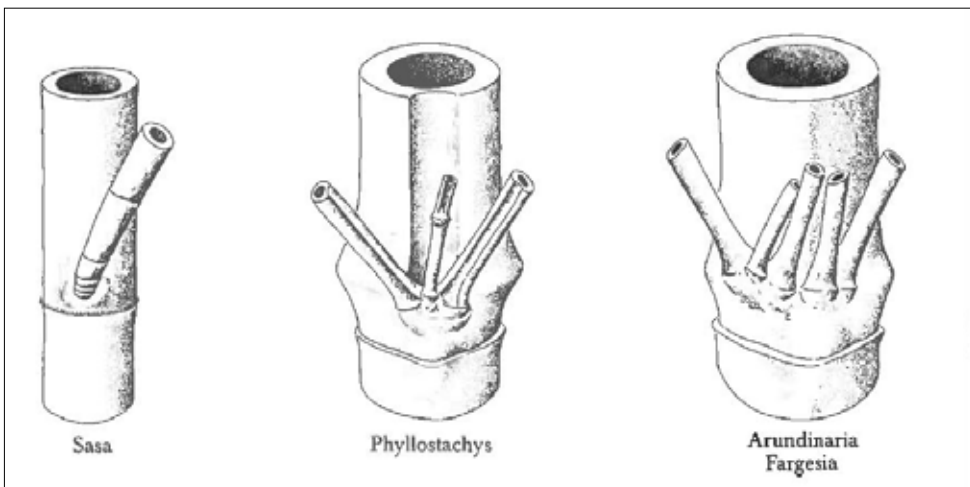


Abb. 3: Verzweigungstypen wichtiger Bambus-Gattungen (RECHT et al. 1994)

3. Der Bambushandel

Bambus-Arten erfreuen sich im Gartenbaubereich einer großen Beliebtheit. Dabei stehen viele Vorteile im Gartenbau, wie bspw. immergrünes Blattwerk, vielgestaltige Erscheinungsformen und Verwendungszwecke im Kontrast zu dem teilweise ausgeprägten Expansionsdrang (KNOBLICH 2006). Die daraus resultierenden Konsequenzen können als beträchtlich eingestuft werden. Eine Pflanzung ohne art- bzw. fachgerechte Rhizomsperre kann über kurz oder lang zu einer immerwährenden Plage werden (FARRELLY 1984). Daher ist bei der Pflanzung von Bambus-Arten eine fachgerechte Beratung dringend anzuraten (KNOBLICH 2006).

In einer quantitativen Befragung des regionalen Fachhandels wurde der Sichtweise der Bambushändler hinsichtlich dieser Problematik nachgegangen (RÜTTNAUER 2019). Dabei

wurden 76 Unternehmungen angeschrieben, 36 antworteten (Tab. 1), von diesen hatten 31 Angestellte mit Kenntnissen von Bambus. Die meisten Gartenfachhändler und Baumschulbetreiber antworteten, von den angeschriebenen Baumärkten kam keine Rückmeldung.

Tab. 1: Befragte Unternehmen in Südwestdeutschland

Branche	Adressaten	Anteil	Rücklaufquote
Gartenfachhandel	12	15,8 %	83,7 %
Garten- und Landschaftsbau	50	65,8 %	38,5 %
Baumschule	8	10,5 %	83,7 %
Baumarkt	6	7,9 %	0,0 %
Summe	76	100,0 %	

Die Mehrzahl der Betriebe gaben an, die Bambus-Arten als Garten- und Landschaftsbauer beim Kunden selbst zu pflanzen. Rund ein Drittel handelte mit den Pflanzen. Bis zu 10 Taxa wurden für den Außenbereich offeriert. Zwei Personen beschäftigten sich nicht mit Handel und Ausbringung, sondern mit der Beseitigung von unerwünschten Bambusbeständen.

Verbreitung in naturnahe Ökosysteme

90 % der Befragten waren sich darüber im Klaren, dass die Bambus-Arten über illegale Grünschnittentsorgung und andere Wege in heimische Ökosysteme gelangen können. Den Taxa *Phyllostachys* sp. und *Pseudosasa japonica* wurde ein hohes Ausbreitungspotential bescheinigt, während *Fargesia* sp. ein geringes aufweist. Die Mehrzahl der Befragten schätzte eine mögliche dauerhafte Etablierung als tendenziell kritisch ein, wohingegen sich rund ein Drittel dahingehend nicht äußern konnte. 10 % der Befragten sahen eine Einbürgerung als Chance für die betroffenen Ökosysteme. Ein Befragter ergänzt: „Bisher profitieren einheimische Tiere wie Stare von größeren Bambusflächen in der Rheinebene, diese ersetzen teilweise die Funktion der zerstörten Riedflächen. Eine flächige Verbreitung würde jedoch zunehmend eine unerwünschte Konkurrenzsituation mit einheimischen Pflanzen und Tieren schaffen“.

Grauzone im Bambus-Handel

Im Deutschen Baumschulmagazin erschien 2006 ein Themenspezial welches sich der Kontroverse annahm. KNOBLICH (2006) stellt darin die essentielle Bedeutung einer fundierten Kundenberatung heraus und nahm dafür die Branche in die Pflicht. Dies scheint zumindest bei den Praktikern durchgedrungen zu sein. Sämtliche Experten der Befragung gaben ebenfalls an, in einer umfassenden Beratung den Schlüssel zu sehen, damit zukünftige Konfliktpotentiale im Vorfeld vermieden werden können.

Mit der Umfrage konnte aufgezeigt werden, dass die befragten Unternehmen über eine hohe fachliche Expertise verfügen und entsprechend sensibilisiert sind, was die Handhabung der Pflanzen (Artenwahl, Eindämmungsmaßnahmen etc.) anbelangt. Beispielsweise werden heute kaum mehr die expansionsfreudigen *Phyllostachys*-Arten gepflanzt.

Allerdings gelang es im Rahmen dieser Befragung nicht, den Verkauf in den Baumärkten diesbezüglich einzuschätzen. Von der Umfrage ebenso wenig tangiert wurden die zahlrei-

chen Angebote von Internetfirmen oder auch regelmäßig wiederkehrende Anzeigen von Supermarktketten. Über deren Handelsvolumen am Marktgeschehen lässt sich nur spekulieren. Beispielsweise zeigt eine am 14.11.2018 gestartete Suchanfrage über Google, dass über den Online-Vertriebsweg wesentlich mehr Arten- bzw. Sorten potenziell den hiesigen Markt erreichen können, als über die kontaktierten Firmen in der Region.

Tab. 2: Online Plattformen Bambus-Fachhandel, Suchanfrage 14.11.2018

Bezugsplattform	Listungen	Fachliche Beratung/Infos
www.bambuswald.de	47 Arten/< 1.000 Sorten	Vorhanden, spezifisch zu den Varietäten
www.gartencenter-shop24.de	ca. 50 Arten	Vorhanden, bei jeder Bambus-Varietäten rudimentär in Textform
www.bambuspflanzen.de	> 50 Arten/viele Sorten	Umfassende Aufklärung, u. a. eigenes Bambus-Lexikon

Vertrieb über das Internet bedeutet jedoch nicht das Fehlen einer adäquaten Kundeninformation (Tab. 2), vorausgesetzt der Kunde ist gewillt, sich diese eigenständig anzueignen. Der globale Welthandel ermöglicht es weiterhin, dass auch über Internetwarenhäuser wie Amazon oder ebay Bambus-Arten (Pflanzen, Rhizome, Samen) vertrieben werden. Diese können teilweise direkt aus ihrem Herkunftsland geordert werden. Ebenso wie die Aktionen bei Supermärkten entziehen sich diese Offerten einer fachgerechten Beratung.

4. Standortansprüche der Bambus-Arten

Bambus-Arten sind nahezu weltweit heimisch. Dies liegt vor allem an deren Anpassungsfähigkeit. Global gesehen werden Standorte mit mittleren Lufttemperaturen zwischen -20 und 46 °C, und jährlichen Niederschlägen zwischen 760 und über 6.300 mm besiedelt. Selbst auf über 3.600 m ü. NN sind örtliche Vorkommen anzutreffen. Des Weiteren können sie auf sehr vielen Böden gedeihen (FARRELLY 1984). Sehr trockene (z. B. in ariden Klimaten) sowie staunasse bzw. stark vernässte Böden werden allerdings gemieden (RECHT et al. 1994, EBERTS 2008, FARRELLY 1984). Präferiert werden gut drainierende sandige bis tonige Lehmböden, welche mit pH-Werten zw. 5 und 6,5 als optimal gelten (LIESE 1985).

Der Bambus-Experte Eberts (CROUZET & JEURY 1988, RECHT et al. 1994), ebenso auch Mitbegründer der European Bamboo Society Sektion Deutschland e.V., fasst in seinem 2008 publizierten Pflanzenratgeber die Standortansprüche der Bambus-Arten treffend mit der Überschrift „Ansprüche eines Anspruchslosen“ zusammen. Die in Baden-Württemberg erhältlichen Bambus-Arten verfügen über eine breite ökologische Standortsamplitude und können als Generalisten für die hiesigen Klimate und Standorte eingestuft werden:

- Alle genannten Arten gedeihen als Halbschatten- sowie Volllichtpflanze. Einige von ihnen ertragen auch vollkommene Beschattung, darunter *Pseudosasa japonica* (EBERTS 2008).
- Bezüglich der Winterhärte können die offerierten Bambus-Arten als immergrüne Arten deutschlandweit gedeihen, mit erhöhtem Risiko in den höher gelegenen winterkalten Gebieten der Winterhärtezonen 6a und 6b nach HEINZE und SCHREIBER (1984) (Abb. 4, Tab. 3). In Baden-Württemberg betrifft dies vor allem Otschwarzwald, Baar und östliche Schwäbische Alb.

- Einzig starke Winde (austrocknen des Blattwerkes), Frosttrocknis oder dauerhafte bzw. regelmäßig einsetzende Vernässung (Rhizomfäule) können die Vitalität der Bambusoideae reduzieren (RECHT et al. 1994, KNOBLICH 2006, EBERTS 2008).



Abb. 4: Winterhärtezonen für Gehölze in Mitteleuropa (HEINZE & SCHREIBER 1984, Ausschnitt für Süddeutschland), definiert durch die mittlere jährliche Minimum-Lufttemperatur. Im untersuchten Gebiet von Südwestdeutschland herrschen die Winterhärtezonen 6a (-23,30 bis -20,60 C°), 6b (-20,50 bis -17,80 C°), 7a (-17,70 bis -15,00 C°) und 7b (-14,90 bis -12,30 C°) vor.

Tab. 3: Winterhärte einiger in Mitteleuropa verkauften Bambus-Taxa. Quelle: Interviews; <https://www.bambus-lexikon.de>; <https://www.graeserwelten.de/bambus>; <https://bambus.de>

Art/Sorten	Rhizomtyp	Mittlere Winterhärte (°C)	Zone
<i>Fargesia murielae</i>	horstig wachsend	-23,6	5b
<i>F. nitida</i> „Jiuzhaigou 1“	horstig wachsend	-23,0	6a
<i>F. robusta</i> „Campbell“ O.	horstig wachsend	-19,0	6b
<i>F. rufa</i>	horstig wachsend	-23,0	6a
<i>F. scabrada</i>	horstig wachsend	-20,0	6b
<i>Indocalamus tessellatus</i>	ausläuferbildend	-17,0	7a
<i>Phyllostachys aurea</i>	ausläuferbildend	-17,5	7a
<i>P. aureosulcata</i> „Nigra“	ausläuferbildend	-21,5	6a
<i>P. bissetii</i>	ausläuferbildend	-22,3	6a
<i>P. edulis</i>	ausläuferbildend	-17,7	7a
<i>P. nigra</i>	ausläuferbildend	-23,0	6a
<i>P. nigra</i> „Punctata“	ausläuferbildend	-19,0	6b
<i>P. vivax</i> „Aureocaulis“	ausläuferbildend	-18,6	6b
<i>Pseudosasa japonica</i>	ausläuferbildend	-17,8	6b
<i>Pleioblastus pygmaeus</i>	ausläuferbildend	-25	5b
<i>Sasa palmata</i> „nebulosa“	ausläuferbildend	-22	6a
<i>Sasa veitchii</i>	ausläuferbildend	-24	5b

5. Verwilderungen von Bambus-Taxa in Baden-Württemberg

Über die Mitgliederbasis der Botanischen Arbeitsgemeinschaft Südwestdeutschland e.V. (BAS) und die Abteilung Baden-Württemberg des Deutschen Forstvereins wurde 2018 ein landesweiter Kartierauftrag gestartet, um die Datenlage zu verwilderten Populationen zu erfassen. Insgesamt umfasste der Personenkreis ca. 850 Mitglieder dieser Vereine. Insgesamt wurden über die Aufrufe 34 Flächen identifiziert (Tab. 4, im Anhang; Abb. 5; einige Punkte überschneiden sich aufgrund des gewählten Maßstabes).

Aus fast ganz Baden-Württemberg wurden Flächen mit Bambusverwilderungen gemeldet, mit deutlichem Schwerpunkt am südlichen Oberrhein. Gemeldet wurden nahezu ausschließlich Bambus-Arten mit pachymorphem Rhizom (> 90 %). Die Gattung *Fargesia* konnte dabei den höchsten Arten-Anteil (>50 %) für sich verbuchen, sie wird als unkompliziert und mit geringem Ausbreitungspotential beschrieben (www.bambuspflanzen.de). Hochwüchsige Bambus-Arten wie *Phyllostachys*-Arten dagegen können aufgrund ihrer Wuchsdynamik und Ausbreitungsgeschwindigkeit über das leptomorphe Rhizom zur absoluten Dominanz gelangen und einheimische Pflanzenarten fast völlig verdrängen (vgl. auch RECHT et al. 1994, EBERTS 2008). Auch die kleinwüchsigen Bambus-Gattungen *Sasa* und *Pleioblastus* besitzen ein starkes Ausbreitungsvermögen (EBERTS, pers. Mitt.).

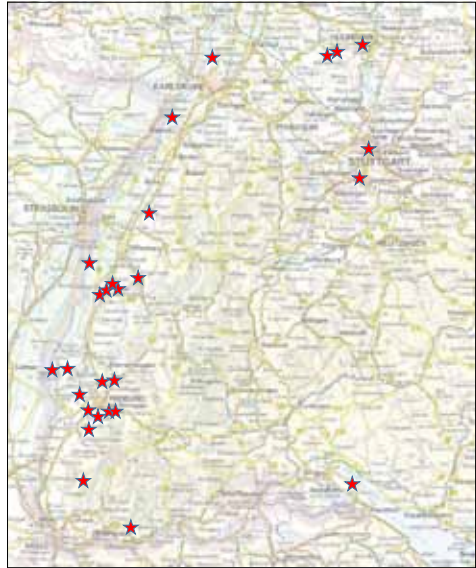


Abb. 5: Registrierte Vorkommen von Bambus-Verwilderung in Baden-Württemberg

5.1 Fallbeispiel 1: Bambus-Population Karlsruhe-Neureut

Im nördlichen Teil des Karlsruher Stadtteils Neureut befindet sich auf Auenlehmen des Oberrheins ein einschichtiges gedrängtes Bambus-Stangenholz aus Kultur mit Naturverjüngung aus Klonen. Die Fläche gehörte einem mittlerweile verstorbenen Gärtner, welcher diese seit etwa 1990 und bis zum Jahr 2000 landwirtschaftlich nutzte. Der Flächeneigentümer hatte ein Faible für Bambus-Arten, in denen er eine ökonomische Zukunft sah. Die vormals bewirtschaftete Fläche ist seit einigen Jahren der Sukzession unterworfen, wovon Populationen von vier Bambus-Arten profitieren und stellenweise zur absoluten Dominanz gelangen. Eine Auswertung von Satellitenbildern erlaubt die Rekonstruktion der Ausbreitungsgeschwindigkeit (Tab. 5; Abb. 6-8). Das älteste und größte Bambusvorkommen mit *Phyllostachys areo sulcata* var. *aureocaulis* (Abb. 9, 10) auf der Fläche dürfte etwa 18 Jahre alt sein (Polygon I; Abb. 6). Aus der Retrospektive geht hervor, dass im Laufe der Zeit neue Bambus-Flächen (Polygon II – III) entstanden sind, welche aus anderen Taxa hervorgingen. Es zeigt sich, dass eine noch kleine initiale Population innerhalb von 5 Jahren um über 150 % in der Fläche expandieren kann (Polygon III). Die anderen Bestände Polygon (I, II) wiesen eine geringere Flächenzunahme auf, bedingt durch angrenzende befahrene Wege mit stark verdichteten Böden.



Abb. 6: Karlsruhe-Neureut: Inventur der Flächen mit Bambus-Kolonien auf der Basis von Satellitenaufnahme aus dem Jahr 2006 (Kartengrundlage: Google Earth, bearbeitet). Zum Vergleich umreißen die roten Polygone die Bambusfläche aus dem Jahr 2011.



Abb. 7: Karlsruhe-Neureut: Inventur der Flächen mit Bambus-Kolonien auf der Basis von Satellitenaufnahme aus dem Jahr 2011 (Kartengrundlage: Google Earth, bearbeitet)



Abb. 8: Kartografische Dokumentation der Lage der Bambus-Arten in Karlsruhe-Neureut (Stand: 2016) (Kartengrundlage: Google Earth, bearbeitet)

Tab. 5: Arealausdehnung der Bambus-Taxa zwischen 2011 und 2016, KA-Neureut

	Fläche 2011 (m ²)	Fläche 2016 (m ²)	Σ Zuwachs (m ²)	Σ proz. Zu- wachs	proz. Zu- wachs/Jahr
Polygon I	2.800	3.430	630	23%	4,6 %
Polygon II	509	650	141	28%	5,6 %
Polygon III	143	380	237	166%	33,2 %
Σ	3.452	4.460	1.008		



Abb. 9: *Phyllostachys aureosulcata*, *aureocaulis* mit vegetativer Ausbreitung im Vordergrund. Karlsruhe-Neureut, 13.9.2018.



Abb. 10: Die vollständige Beschattung des Bodens durch *Phyllostachys aureosulcata* ‚aureocaulis‘ verhindert die Ausbildung von Bodenvegetation. Karlsruhe-Neureut, 13.9.2018

Tab. 6: Vegetationsaufnahme, 100 m², 13.9.2018. Kernbereich der ältesten Bambus-Fläche (Polygon I, 3.750 m²). Deckungsgrade nach Braun-Blanquet. Koordinaten: 3455480, 5436832

	Artenliste	Höhe (m)	BHD (cm)
5	<i>Phyllostachys aureosulcata</i> ‚Aureocaulis‘	6,0 - 8,0	1,5 - 4,5
2	<i>Phyllostachys glauca</i>	6,0 - 8,0	1,5 - 5,5
2	<i>Phyllostachys nigra</i> f. <i>punctata</i>	2,0 - 2,8	0,4 - 1,5
1	<i>Salix caprea</i>	14,1	24,4
+	<i>Betula pendula</i>	16,6	28,0

Die Fläche in Neureut weist von sämtlichen registrierten Bambus-Vorkommen mit Abstand die größte räumliche Ausdehnung auf (Stand 2016 0,5 ha). Die Ausläufer dieser Bambus-Arten versuchen ein angrenzendes Flurstück zu kolonisieren, welches sich im städtischen Eigentum befindet. Auf diesem verläuft oberflächennah eine Gasleitung, die freigehalten werden muss. Deshalb werden die austreibenden Halme durch die Stadtverwaltung regelmäßig unter Einsatz eines Forstmulchers beseitigt.

5.2 Fallbeispiel 2: Population Bad Säckingen-Harpoldingen, Mühlenweg. Koordinaten: 3425205, 5271298

In Harpoldingen, einem Ortsteil von Bad Säckingen im Südschwarzwald auf 510 m NHN, breitete sich *Sasa palmata* ‚Nebulosa‘ von einem privaten Gartengrundstück auf die benachbarte magere Mähwiese aus und wurde im Rahmen einer FFH-Kartierung (FFH-Gebiet „Murg zum Hochrhein“) als gebietsfremder Neophyt erfasst. Laut der Eigentümerin ist der Bambus-Bestand über 20 Jahre alt und hat seinen Ursprung im angrenzenden Grundstück (Abb. 11),



Abb. 11: Ausbreitung von *Sasa palmata* ‚nebulosa‘ in angrenzende Grünland. Bad Säckingen – Harpolingen, 7.8.2018.

welches seit Jahren brach liegt. Die Wiese selbst ist an einen örtlichen Landwirt verpachtet. Die Bambus-Ausläufer versuchen seit Jahren die Wiese zu kolonisieren (Abb. 12), was allerdings durch bisherige (einschürige) Mahd weitgehend verhindert werden konnte. Der Wiesenpächter wurde dazu angehalten, möglichst nahe an die Grundstücksgrenze zu mähen, um dem weiteren Vorrücken der Art Einhalt zu gebieten.

Der Kernbereich dieses Bambus-Bestandes sei durch folgende Vegetationsaufnahme beschrieben (Koordinaten: 3425205, 5271298, 100 m²):

- Baum- bzw. Bambusschicht > 3 m, Deckungsgrad 100 %: 3 *Picea abies*, 2a *Quercus robur*.
- Strauch- bzw. Bambusschicht (1 – 3 m), Deckungsgrad 50 %: 5 *Sasa palmata* ‚Nebulosa‘, 2a *Rhododendron* sp., 2a *Rubus fruticosus* agg.
- Krautschicht, Deckungsgrad 20 %: 2b *Prunus laurocerasus*, + *Rubus fruticosus* agg., + *Ilex aquifolium*, 1 *Acer platanoides*.

Im Randbereich dieses Bestandes zur Mähwiese bilden Arten von Wirtschaftsgrünlandes eine lückige Krautschicht (100 m²):

- Strauchschicht >2 m, 100 % Deckung: 5 *Sasa palmata*, ‚nebulosa‘.



Abb. 12: *Sasa palmata* ‚nebulosa‘. Bad Säckingen – Harpolingen, 7.8.2018.

- Krautschicht, <1 m, Deckungsgrad 20 %: 2b *Agrostis capillaris*, 2a *Arrhenatherum elatius*, 1 *Ajuga reptans*, 1 *Euphorbia cyparissias*, 1 *Ranunculus acris*, 1 *Trifolium pratense*, 1 *Plantago lanceolata*, 1 *Leontodon hispidus*, + *Lathyrus pratensis*, + *Rumex acetosa*, + *Fragaria vesca*, + *Galium mollugo album*, + *Vicia cracca*.

5.3 Population Freiburg, Mooswald

Nahe der Celenus-Kurklinik im Freiburger Mooswald hat sich eine Population von *Sasa cf. veitchii* etabliert (Abb. 13). Diese besiedelt das Waldstück eines ehemaligen Mittelwaldes mit stufig geschlossenem, im Südwesten lichtem Hainbuchen-Eschen Altbestand mit einzeln beigemischter Stiel-Eiche. Gruppenweise findet sich geringes Hainbuchen-Baumholz im Unterstand, einzeln Naturverjüngung aus Bergahorn-Esche-Eiche.

Das mehrjährige Bambus-Nest entstammt mit hoher Wahrscheinlichkeit einer nicht genehmigten Grünschnittentsorgung. Dies legen die Nähe zum Waldparkplatz und die dort vorfindliche Ansammlung von entsorgter Biomasse nahe. Ein zweites Vorkommen derselben Art befindet sich rund 100 m nordwestlich an der nächstgelegenen Forststraße.

Der Kernbereich der Bambusverwilderung im Freiburger Mooswald sei durch folgende Vegetationsaufnahme beschrieben (Koordinaten: 3408019, 5317065, 100 m²):

- Baumschicht > 20 m, Deckungsgrad 60 %: 2a *Quercus robur*, 2b *Carpinus betulus*.
- Bambusschicht (1 bis 1,5 m), Deckungsgrad 100 %: 5 *Sasa veitchii*.



Abb. 13: Flächiger Bewuchs von *Sasa cf. veitchii* beim Parkplatz der Kurklinik im Freiburger Mooswald.

5.4. Weitere Vorkommen in Baden-Württemberg

Im Folgenden werden einige weitere Vorkommen von Bambus-Verwilderungen kurz durch Fotos illustriert.



Abb. 14: *Phyllostachys* sp., Vörstetten / Landkreis Emmendingen. 23.12.2020.



Abb. 15: *Phyllostachys* sp., Vörstetten / Landkreis Emmendingen. 23.12.2020.



Abb. 16: *Sasa* sp. auf einer Wegböschung im Talgrund oberhalb Talhausen / Gemeinde Ebringen, 8.11.2020. Der Bambus hat sich inzwischen auch auf der anderen Seite des Weges ausgebreitet.



Abb. 17: *Phyllostachys* sp. nahe der geschlossenen Bauschuttdeponie nahe Talhausen, Gemeinde Ebringen, 8.11.2020



Abb. 18: *Phyllostachys* sp., Laubwaldrand bei Gottenheim, Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald.



Abb. 19: Bambus-Nest, vermutlich *Pseudosasa japonica*, Waldstück bei Fautenbach, Gemeinde Achern.

6. Bambus-Arten – eingebürgert? Invasiv?

Eine generative Verbreitung über Samen zusätzlich zur rhizomalen Kolonisation wurde in Mitteleuropa bislang noch nicht beobachtet und erscheint daher nach derzeitigem Wissensstand nahezu ausgeschlossen. Eine Invasion in hiesige Ökosysteme, wie sie in anderen Erdregionen (LIMA et al. 2012, ANDO 2013, LI et al. 2017) beobachtet wurde, erscheint auch aufgrund der zur Zeit weitläufig versprengten Einzelpopulationen als wenig wahrscheinlich (HOHLA 2015).

Dennoch sei darauf hingewiesen, dass in Baden-Württemberg Populationen hochwüchsiger *Phyllostachys*-Arten bereits seit Jahrzehnten existieren und sich vegetativ ausbreiten können (Abb. 6 - 8). Ähnliches gilt für Verwildierungen von *Sasa*-Arten bei Freiburg (Abb. 11 - 13; 16). Dies spricht dafür, zumindest diese Taxa als eingebürgert (fest etabliert) einzustufen, obwohl das von KOWARIK & RABITSCH (2010) geforderte Kriterium „mindestens zwei spontane Generationen innerhalb von 25 Jahren“ wegen der spezifischen Biologie der Bambus-Arten nicht zutrifft, da bislang keine Blüten zu beobachten waren und auch auf absehbare Zeit nicht zu erwarten sind.

Management

Eine Verhinderung der weiteren vegetativen Ausbreitung oder die lokale Ausrottung etablierter Bambus-Verwildierungen ist aufwändig und bedarf eines langen Atems. Der Einbau von **Rhizomsperrern** bereits bei der Pflanzung sowie starke **Bodenverdichtung** scheinen ein wirksames Mittel gegen eine Ausbreitung der Bambus-Polykormone zu sein.

Eine Option zur Zurückdrängung etablierter Bambusbestände sind mechanische Bekämpfung. Geringer verholzende Arten können durch gängiges Mähwerk (z. B. Freischneider, Rasenmäher) im Zaum gehalten werden (EBERTS 2008). Große Halmdurchmesser müssen dagegen mit einem erhöhten maschinellen Aufwand beseitigt werden.

Nach einer mechanischen Entfernung des oberirdischen Bestandes erscheint eine nachfolgende **Beweidung mit Ziegen** wirksam zu sein. Dies zeigt ein Beispiel aus dem Stadtwald Lahr. Hier waren zwei Bambus-Flächen mit *Phyllostachys* sp. in das städtische Eigentum übergegangen. Im Sommer 2016 wurde die Bambus-Vorkommen mit dem Forstmulcher auf-

gearbeitet und im Anschluss daran durch Ziegen erstmalig beweidet (Revierförster Rapenecker, pers. Mitt.). Die Bambus-Sprossen trieben daraufhin erneut stark aus, so dass im Frühherbst 2016 ein erneuter Einsatz des Mulchers notwendig war. Seitdem werden die Lagen regelmäßig durch den örtlichen Pachtinhaber beweidet. Der hohe Verbißdruck führt zu einem Kümmerwuchs der neu austreibenden Sprosse.

Eine optimale Form des Managements wäre die **Nutzung** des Bambus, wie dies durch FARELLY in seinem literarischen Bambus-Werk „The book of bamboo“ aus dem Jahr 1984 propagiert wird. Stetige Entnahme von Halmen (z. B. stoffliche Verwendung) oder das Verspeisen der nahrhaften Sprosse kann die Pflanzen an einer ungewollten Verbreitung hindern (vgl. auch RECHT et al. 1994, VAUPEL 2016).

Hervorzuheben gilt bei all den genannten Managementmaßnahmen, dass diese stetig wiederholt werden müssen, um eine Ausweitung der Population konsequent zu unterbinden. Einmalige Aktionen führen lediglich zu temporärer Schwächung des Individuums.

Für eine **völlige Beseitigung** erscheint nur der Einsatz von Herbiziden oder ein Ausgraben des kompletten Rhizomsystems unter Einsatz von (Mini-)Baggern als zielführend. Allerdings ist davon auszugehen, dass dies oftmals an rechtlichen (bspw. Wasserschutzgebiet), naturschutzfachlichen (z. B. FFH-Richtlinie), technischen (Erdaushub darf keine Rhizome enthalten) oder finanziellen Restriktionen scheitern würde.

7. Resümee

Bambus-Arten bereichern nicht nur die Vorgärten und Parks Baden-Württembergs, sie sind mittlerweile auch ein fester Bestandteil der Flora geworden. 34 lokale Bambus-Populationen konnten über den gestarteten Meldeaufruf identifiziert werden. Mit der initiierten Gartenfachhandelbefragung konnte gezeigt werden, welche Arten bzw. Varietäten vor Ort vorrangig vertrieben werden. Es hat sich dabei gezeigt, dass die offerierten Pflanzen an die hiesigen Klimate sehr gut angepasst sind und über eine breite standörtliche Amplitude verfügen. Sie profitieren entsprechend von anthropogenen Störungen und dringen problemlos in naturnahe Ökosysteme ein. Die Wuchs- und Ausbreitungsdynamik der leptomorphen Bambus-Gattungen ist der autochthonen Vegetation überlegen, weshalb es langfristig zu einer lokalen Verdrängung kommen kann. Daher sind einige Bambus-Arten als etabliert bzw. eingebürgert anzusehen, sie können dauerhaft außerhalb der Kultur existieren. Lediglich verdichtete Fahrwege oder dauernasse Böden bilden ausreichende Barrieren.

Immer wieder konkurrieren verwilderte Vorkommen von Bambus mit Zielsetzungen der Grundstückseigner oder naturschutzfachlichen Anforderungen. Daher ist es unabdingbar, Managementkonzepte zu entwickeln und konsequent zu befolgen, um der Wuchsdynamik der Bambus-Arten Rechnung tragen zu können.

Unter Bambus-Experten herrscht ein branchenübergreifender Konsens darüber, dass den Kunden eine maßgeschneiderte Beratung über die individuellen Eigenschaften der Bambus-Arten an die Hand gegeben werden sollte. Nur so wäre es letztlich möglich, die zukünftigen Konfliktpotentiale im Vorfeld ihrer Entstehung zu entschärfen. Vorhandene Beratungslücken im Bambus-Handel sollten deshalb geschlossen werden, damit diese einzigartigen Gräser mit ihren mannigfaltigen Vorzügen nicht unnötigerweise in Verruf geraten.

Tab. I: Angabe zu Lage der registrierten Bambus-Taxa

Kartierer	Kreis	Ort - Ortsteil	zusätzliche Angaben	Flurstück	Koordinaten	Toleranz	Höhe NN (m)	Bambusoideae Taxa
14	Breisgau-Hochschwarzwald	Ehrenstetten	Norsinger Grund bei Staufen	5936	GK 3408345,5307347	N/A	350	Phyllostachys sp.
14	Breisgau-Hochschwarzwald	Ehrenstetten	Norsinger Grund bei Staufen	5937	GK 3408333,5307291	N/A	350	Phyllostachys sp.
14	Breisgau-Hochschwarzwald	Endingen	südl. Stadtzentrums „Erle“, FR Nord L 7912	7975 u. 7984	GK 3403211,5332604	N/A	230	Phyllostachys sp.
1	Breisgau-Hochschwarzwald	Gottenheim	N/A	7021	GK 3403784,5323098	N/A	200	Phyllostachys sp.
7	Emmendingen	Denzlingen	Auwald Lossele	7398/2	GK 3418960,5326463	± 6	240	Fargesia sp.
7	Emmendingen	Denzlingen	Zum Einbollen am Fischerteich	7857	GK 3418857,5326056	± 3	250	Fargesia sp.
7	Emmendingen	Vörstetten	N/A	1513	GK 3413531,5326324	± 3	210	Phyllostachys sp.
1	Freiburg	Freiburg	Gelände Weinbauinstitut Randbereich	25171/11	GK 3413071,5315774	N/A	300	Bambusoideae
1	Freiburg	Freiburg	Schönberg	6244	GK 3409313,5312437	N/A	350	Bambusoideae
1	Freiburg	Freiburg	südlich v. Lorettoabad	NA	GK 3413524,5316604	N/A	280	Bambusoideae
7	Freiburg	Freiburg	Parplatz Keidelbad	28324	GK 3408019,5317065	± 5	230	Sasa veitchii
7	Freiburg	Freiburg	Parplatz Keidelbad	28324	GK 3408031,5317137	± 5	230	Sasa veitchii
12	Freiburg	Freiburg	Weg zw. Opfinger See und der A5	1669	GK 3407402,5319004	N/A	220	Bambusoideae
5	Heilbronn	Heilbronn - Böckingen	„Trampolino“	777	GK 3514007,5443180	± 20	160	Phyllostachys sp.
5	Heilbronn	zw. Haberschacht und Stetten	„Strittwald“	1679	GK 3501854,5441050	± 30	300	Phyllostachys sp.
5	Heilbronn	zw. Neipperg und Schwaigern	„Hohental-Stutz“	15324	GK 3504987,5442150	± 20	320	Phyllostachys sp.
4	Karlsruhe	Karlsruhe - Neureut	An der Sandgrube	10885 - 10893	GK 3455480,5436832	± 4	100	P. aureosulcata „Aureocaulis“
4	Karlsruhe	Karlsruhe - Neureut	An der Sandgrube	10885 - 10893	GK 3455480,5436832	± 4	100	Phyllostachys glauca
4	Karlsruhe	Karlsruhe - Neureut	An der Sandgrube	10885 - 10893	GK 3455436,5436757	± 4	100	P. nigra f. punctata
4	Karlsruhe	Karlsruhe - Neureut	An der Sandgrube	10893 - 10894	GK 3455363,5436720	± 4	100	Pseudosasa japonica
3	Konstanz	Konstanz-Wallhausen	1 km östl. v. Wallhausen	312	47°44'52"N, 9°08'44"E	N/A	400	Phyllostachys sp.
11	Lörrach	Schliengen - Obereggenen	N/A	3345	GK 3398473,5291527	N/A	340	Phyllostachys sp.
10	Ortenau	Achern - Fautenbach	Waldstück	3524	GK 3428436,5387325	N/A	140	Pseudosasa japonica
10	Ortenau	Gengenbach	Waldstück Strohbach Distr. II	878	GK 3426965,5360696	N/A	260	Pseudosasa japonica
9	Ortenau	Lahr	Altwater Heg	1674	GK 3417861,5357406	± 5	245	Phyllostachys sp.
9	Ortenau	Lahr	Altwater Westdrauf	1695	GK 3417889,5357027	± 4	280	Phyllostachys sp.
9	Ortenau	Lahr	Altwater Süddrauf. Philosophenweg	6231	GK 3418820,5356593	± 5	230	Pseudosasa japonica
9	Ortenau	Lahr	Altwater Süddrauf Distr. Peterswald	278/1	GK 3420048,5355953	± 3	240	Phyllostachys aurea
9	Ortenau	Lahr	Rennweg, ehm. Gartenanlage	4512/1	GK 3415503,5355163	± 3	180	Pseudosasa japonica
9	Ortenau	Lahr	Auwald Kippenheim Distr. 27/2	912	GK 3411018,5354948	± 4	150	Pseudosasa japonica
9	Ortenau	Lahr	Distr. Limbruchmatte	2102	GK 3412125,5356316	± 3	150	Pseudosasa japonica
6	Ortenau	Meißenheim	Auwald Langelochpfad	2437	48°24.897'N, 7°44.891'O	N/A	150	Phyllostachys sp.
1	Ortenau	Sasbach	N/A	388	GK 3395856,5332913	N/A	180	Bambusoideae
8/13	Rastatt	Bietigheim	Waldwiese Gew. Gallritz	961/962	GK 3444517,5420635	N/A	270	Phyllostachys sp.
2	Stuttgart	Stuttgart	Bürgerwald Am alten Bahnwärter Haus	9553/6	FR Filder, Distr. 8, Abt. 11, y1/16	N/A	400	Bambusoideae
2	Stuttgart	Stuttgart	Bürgerwald am Sandweg	NA	FR Filder, Distr. 8, Abt. 11, y1/16	N/A	430	Bambusoideae
2	Stuttgart	Stuttgart - Zuffenhausen	Schelmewasen	4121/2	TK 7120/4 GK 3511990,5410115	N/A	300	Bambusoideae
1	Waldshut-Tiengen	Bad Säckingen - Harpoldingen	Lochmühlenweg	352 u. 358/2	GK 3425205,5271298	N/A	510	Sasa palmata „Nebulosa“

Validiert	Fläche (m²)	Wuchsh. (m)	BHD (cm)	Blattlänge (cm)	Blattbreite (cm)	Rhizom	Historie	Daten
Nein	200	6,0 - 8,0	4,0 - 5,0	N/A	N/A	leptomorph	N/A	GPS
Nein	200	6,0 - 8,0	4,0 - 5,0	N/A	N/A	leptomorph	N/A	GPS
Nein	250	6,0 - 10,0	4,0 - 7,0	N/A	N/A	leptomorph	N/A	GPS
Nein	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	leptomorph	N/A	Shapefile, Fotos, Managementpläne
Ja, 17.09.18	1	2,5 - 3,0	0,4 - 0,8	20,0 - 30,0	3,0 - 4,0	pachymorphe	evtl. illegale Deponie/Pflanzung	Fotos, GPS
Ja, 17.09.18	50	3,0 - 3,8	0,5 - 1,3	20,0 - 30,0	3,0 - 4,0	pachymorphe	evtl. Pflanzung	Fotos, GPS
Ja, 22.09.208	1.700	13	1,8 - 5,5	7,0 - 16,0	1,3 - 2,0	leptomorph	Gartenverwilderung	Fotos, GPS
Nein	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Shapefile
Nein	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	leptomorph	N/A	Fotos, Shapefile
Nein	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Shapefile
Ja, 11.09.18	200	0,3 - 1,5	0,1 - 0,3	15,0 - 20,0	1,5 - 3,0	leptomorph	evtl. illegale Deponie/Pflanzung	Fotos, Vegetationsaufnahme
Ja, 14.09.18	65	0,3 - 1,5	0,1 - 0,3	15,0 - 20,0	1,5 - 3,0	leptomorph	evtl. illegale Deponie/Pflanzung	Fotos, GPS
Nein	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Nein	1	1,8 - 2,5	N/A	N/A	N/A	N/A	evtl. Pflanzung	https://www.inaturalist.org/observations/15718236
Nein	50	0,5 - 1,0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Nein	10	0,3 - 1,5	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	https://www.inaturalist.org/observations/15263292
Ja, 13.09.2018	3.250	6,0 - 8,0	0,5 - 4,5	7,0 - 10,0	1,0 - 1,5	leptomorph	Gartenverwilderung	Planauskunft
Ja, 13.09.2018	750	6,0 - 8,0	0,5 - 5,5	7,0 - 15,0	2,0 - 3,0	leptomorph	Gartenverwilderung	Fotos, Vegetationsaufnahme
Ja, 13.09.2018	500	2,0 - 2,8	0,4 - 1,5	7,0 - 10,0	1,0 - 1,5	leptomorph	Gartenverwilderung	Fotos, Vegetationsaufnahme
Ja, 13.09.2018	500	2,0 - 3,0	0,5 - 1,5	20,0 - 35,0	2,0 - 5,5	leptomorph	Gartenverwilderung	Fotos, Vegetationsaufnahme
Nein	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	leptomorph	evtl. Pflanzung	Fotos
Nein	250	5	N/A	N/A	N/A	leptomorph	Verwilderte Bambus Entsorgung	Karte
Nein	50	2,0 - 4,0	N/A	N/A	N/A	leptomorph	N/A	Foto, Karte
Nein	64	4	N/A	N/A	N/A	leptomorph	N/A	Foto, Karte
Ja, 25.10.18	1.100	N/A	N/A	N/A	N/A	leptomorph	Ehem. Gärnterei verwildert, aktuell Ziegenbew.	Fotos, GPS, Gesprächsprotokoll, Managementplan
Ja, 25.10.18	300	N/A	N/A	N/A	N/A	leptomorph	Ehem. Privatwald, aktuell Ziegenbeweidung	Fotos, GPS, Gesprächsprotokoll, Managementplan
Ja, 25.10.18	40	2,0 - 3,0	0,5 - 1,2	20,0 - 35,0	4	leptomorph	ca. 15 Jahre als aus Grünschnittentsorgung	Fotos, GPS
Ja, 25.10.18	50	3,0 - 6,0	1,2 - 3,0	9,0 - 15,0	0,5 - 1,5	leptomorph	ca. 20 Jahre Abraumhalde	Fotos, GPS
Ja, 25.10.18	600	2,0 - 4,0	1,0 - 1,5	20,0 - 35,0	2,0 - 5,0	leptomorph	Private Gärten verwildern	Fotos, GPS
Ja, 25.10.18	20	2,0 - 2,5	0,6 - 0,8	20,0 - 30,0	2,0 - 4,0	leptomorph	ca. 20 Jahre verm. Gartenabfälle	Fotos, GPS
Ja, 25.10.18	100	2,0 - 2,5	0,6 - 0,8	20,0 - 30,0	2,0 - 4,0	leptomorph	ca. 8 Jahre, Abraum Entsorgung	Fotos, GPS
Nein	50	Nein	Nein	Nein	Nein	leptomorph	Gartenverwilderung, 3 verschiedene Arten	Fotos, GPS
Nein	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	leptomorph	N/A	Shapefile
Nein	300	N/A	N/A	N/A	N/A	leptomorph	ehem. Imker Pflanz. Als Sicht-u. Windschutz	Luftbild, Fotos
Nein	510	N/A	N/A	N/A	N/A	leptomorph	Gartenverwilderung	Fotos, Planauskunft
Nein	1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	evtl. Pflanzung	Fotos, Planauskunft
Nein	150	N/A	N/A	N/A	N/A	leptomorph	evtl. illegale Grünschnittentsorgung	Fotos, Planauskunft
Ja, 15.09.2018	81	2,4 - 3,0	0,5 - 1,3	20,0 - 40,0	7,0 - 9,0	leptomorph	Gartenverwilderung	Shapefile, Fotos, Managementpläne
MW Flächengr.	380							

8. Danksagung

Für mannigfache Unterstützung bedanken wir uns bei Dr. Patrick Pyttel (Vörstetten), Dr. phil. Ansgar Jödicke (Befragungsmethodik), Steffen Wolf (Büro INULA / Freiburg), Anne Klama (Baden-Württembergischer Forstverein e. V., Geschäftsführerin) und seinen Mitgliedern, der Botanischen Arbeitsgemeinschaft Südwestdeutschland e.V. und ihren Mitgliedern, Holger Rappenecker (Revierleiter Stadtwald Lahr), Wolfgang Eberts (Baden-Baden), Dr. Regina und Wilfried Ostermann (Meißenheim) und Dr. Luise Murmann-Kristen (Weil am Rhein).

Literatur

- BOENIGK, J., WODNIOK, S. (2014): Biodiversität und Erdgeschichte. 402 S., Springer-Spektrum, Berlin.
- BUT, P., CHIA, L.-C., FUNG, H.-L., HU, S.-Y. (1985): Hong Kong Bamboos. 85 pp., The Urban Council, Hong Kong.
- CROUZET, Y., JEURY, M. (1988): Des bambous dans tous les jardins. 2. ed., 96 pp., Dargaud Editeur, Paris.
- EBERTS, F. (2008): Bambus - Die schönsten Arten und Sorten - Pflanzen, Pflege und Gestalten. 96 S., BLV, München.
- FARRELLY, D. (1984): The book of bamboo. - 332 pp., Sierra Club Books, San Francisco.
- HEINZE, W., SCHREIBER, D. (1984): Eine neue Kartierung der Winterhärtezonen für Gehölze in Europa. - Mitteilungen der DDG 75: 11-56. ISBN 3-8001-8308-0 http://www.deutsches-pflanzenforum.de/images/klima_karte_gross.jpg
- HOHLA, M. (2015): Fürchtet euch nicht ... vor den Neo-Neophyten! – Über die Angst vor fremden Pflanzen und die neuesten Zugänge der oberösterreichischen Flora. – ÖKO.L Zeitschrift f. Ökologie, Natur- und Umweltschutz 37: 3–18.
- JANZEN, D. (1976): Why bamboos wait so long to flower. - Ann. Rev. Ecol. Syst. 7: 347–391.
- KNOBLICH, S. (2006): Das Gras der Extreme. - Deutsche Baumschule, Magazin für die internationale Baumschulwirtschaft 9: 28–31.
- LIESE, W. (1985): Bamboos – Biology, silvics, properties, utilization. - 132 S., Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, Eschborn.
- MCCLURE, F.A. (1993): The Bamboos. - 341 pp., Smithsonian Inst. Press, Washington – London.
- OHRNBERGER, D. (1999): The bamboos of the world. - 585 pp., Elsevier, Amsterdam.
- RECHT, C., WETTERWALD, M., SIMON, W. (1994): Bambus. 2. Aufl., 164 S., Ulmer, Stuttgart.
- RUSTERHOLZ, H.-P., BAUR, B. (2012a): Illegale Grüngutdeponien fördern Exoten im Wald. - Wald & Holz 8: 29-31.
- RUSTERHOLZ, H.-P., BAUR, B. (2012b): Garden waste deposits as a source for non-native plants in mixed deciduous forests. - Appl. Veg. Sci. 15: 329-337.
- STRAUCH, M., HOHLA, M., KLEESADL, G., LENGACHNER, F., REICHHOLF, J., SCHRÖCK, C., SCHWARZ, F., STÖHR, O. (2017): Über Sinn und Unsinn der Bekämpfung invasiver Neophyten. - ÖKO.L Zeitschrift für Ökologie, Natur- und Umweltschutz 39: 25–35.
- VAUPEL, F. (2016): Bambus im Bambuslexikon von Fred Vaupel. - <https://www.bambus-lexikon.de/bambus.html>, download 04.04.2022

Mitt. Bad. Landesverein Naturkunde u. Naturschutz	Bd.25	2023	DOI: 10.6094/BLNN/Mitt/25.04	Seiten 83-112	Freiburg/Breisgau Februar 2023
--	-------	------	------------------------------	---------------	-----------------------------------

Verbreitung und Zonierung der Makrophyten in der Elz (Schwarzwald)

WOLFGANG SCHÜTZ *

Zusammenfassung

Die makrophytische Vegetation der Elz, einem silikatisch geprägten, 74 km langen Nebenfluss des Rheins aus dem mittleren Schwarzwald wurde untersucht. Kartiert wurden 41 Abschnitte der Elz zwischen Quelle und Mündung in den Leopoldskanal und 4 Abschnitte in Zuflüssen. Zusätzlich wird die Entwicklung der aquatischen Vegetation zwischen 2006 und 2021 im Unterlauf dargestellt. Unterhalb der Mittelwasser-Linie wurden 21 Moose und 35 Gefäßpflanzen, darunter 9 Hydrophyten gefunden. Am häufigsten und am weitesten verbreitet waren die Moose *Platyhypnidium riparioides*, gefolgt von *Amblystegium fluviatile* und *Brachythecium rivulare*. Auf den Oberlauf beschränkt waren *Hygrohypnum ochraceum* und *Scapania undulata*, *Chiloscyphus polyanthos* fiel erst im Unterlauf aus. Die Deckung der submersen Vegetation nahm mit zunehmendem Abstand von der Quelle tendenziell ab und erreichte erst kurz vor der Mündung mit dem Erscheinen dichter *Ranunculus fluitans*-Bestände wieder einen hohen Wert. Ausgehend von einer Cluster-Analyse wird die Elz in fünf aufeinander folgende floristische Zonen untergliedert, von denen die 4 oberen von Moosen dominiert werden. Nur die erst kurz vor der Mündung einsetzende fünfte Zone wird von Gefäßpflanzen (*Ranunculus fluitans*) besiedelt. Eine merkbare und dauerhafte Veränderung der aquatischen Vegetation war im Unterlauf zwischen 2006 und 2015 nicht festzustellen, erst danach und nur im untersten Abschnitt setzte eine durch Renaturierungsmaßnahmen verursachte Zuwanderung und Etablierung einiger bisher dort nicht heimischer Hydrophyten ein. Zusammensetzung, Zonierung und Verbreitungsmuster der aquatischen Flora werden in erster Linie durch die gefälleabhängigen Abfluss- und Strömungs-Verhältnisse geprägt. Von Bedeutung sind ebenfalls die geochemischen Bedingungen, die sich im Fehlen von Kalkzeigern im Unterlauf und die Beschränkung von Säurezeigern (*Scapania undulata*, *Hygrohypnum ochraceum*, *Marsupella emarginata*) auf den schwach sauren Oberlauf widerspiegeln. Vergleiche mit anderen Schwarzwald-Fließgewässern zeigen eine ähnliche, vorwiegend aus wenigen Moosarten und zwei typischen Weichwasser-Hydrophyten (*Callitriche hamulata*, *Ranunculus peltatus*) zusammengesetzte aquatische Flora, die mit abnehmendem Gefälle regelmäßig von *Ranunculus fluitans*-Be-

* Dr. Wolfgang Schütz, Im Jägeracker 28, D-79312 Emmendingen, wolf.schuetz@gmx.de

ständen abgelöst wird. Trotzdem sind im Vergleich mit benachbarten Flüssen Unterschiede im Arteninventar und in den Verbreitungsmustern einzelner Arten unübersehbar.

Schlüsselwörter

Wasserpflanzen, Wassermoose, Fließgewässer, Schwarzwald, Verbreitungsmuster, Vegetationsdynamik

Abstract

The macrophytic vegetation of the river Elz, a siliceous, 74 km long tributary of the Rhine rising in the central part of the Black Forest was studied. Mapping was carried out on 41 sections between the source and its mouth in the Leopolds-Channel and 4 sections in its tributaries. In addition, the development of the aquatic vegetation between 2006 and 2021 in the lower reaches is shown. 21 mosses and 35 vascular plants, including 9 hydrophytes, were found below the mean water level. The most common and widespread mosses were *Platyhypnidium riparioides*, followed by *Amblystegium fluviatile* and *Brachythecium rivulare*. *Hygrohypnum ochraceum* and *Scapania undulata* were restricted to the upper reaches, while *Chiloscyphus polyanthos* was absent in the lower course. The coverage of the submerged vegetation tended to decrease with increasing distance from the source, and reached a high coverage again with the occurrence of dense *Ranunculus fluitans*-populations just before the river mouth. Based on a cluster analysis, the Elz is subdivided into five consecutive floristic zones, of which the four upper zones are dominated by mosses. The fifth zone, which begins shortly before the river mouth, is colonized by vascular plants (*Ranunculus fluitans*). A noticeable and permanent change in the aquatic vegetation did not occur in the lower reaches between 2006 and 2015. Only 2016 and only in the lowest section an immigration and establishment of some hydrophytes took place, caused by renaturation measures. Composition, zonation and distribution patterns of the aquatic flora are primarily shaped by the slope-dependent runoff and flow conditions. Important are also the geochemical conditions, which are reflected in the absence of indicators for calcareous conditions in the lower reaches and the restriction of acido-tolerant species (*Scapania undulata*, *Marsupella emarginata*) to the weakly acidic upper reaches. Comparisons with other Black Forest rivers show a similar aquatic flora composed mainly of a few moss-species and two typical soft-water hydrophytes (*Callitriche hamulata*, *Ranunculus peltatus*), which are regularly replaced by *Ranunculus fluitans* in the lower reaches. Nevertheless, in comparison with neighboring rivers, differences in species composition and within-river distribution patterns of individual species are evident in the river Elz.

Key words

Waterplants, aquatic mosses, running water, Black Forest, distribution patterns, vegetation dynamics

1. Einleitung

Zur Verbreitung und Zonierung von Makrophyten in Fließgewässern in Baden-Württemberg gibt es mittlerweile eine stattliche Zahl von Untersuchungen, wobei es große Unterschiede hinsichtlich ihrer Dichte und Intensität zwischen den verschiedenen Landesteilen gibt. Gut bekannt ist die Verbreitung der Makrophyten in der Oberrhein-Aue (KRAUSE 1971, PHILIPPI 1978), im Rhein (VANDERPOORTEN & KLEIN 1999), der Schwäbischen Alb einschließlich

der Donau und in Oberschwaben (SCHÜTZ 1992, 1995, SCHÜTZ et al. 2008, 2018). Zu den weniger gut untersuchten Regionen ist auch der Schwarzwald zu zählen.

Den Anstoss, sich mit der Flora und Vegetation eines der großen rechtsseitigen Rhein-Nebenflüsse aus dem Schwarzwald näher zu befassen, gab dessen Auswahl als eines von vier modellhaften Umgestaltungsprojekten an Fließgewässern in Baden-Württemberg durch die LUBW. Das von einer Untersuchung der limnischen Fauna und Flora begleitete, zwischen 2015 und 2017 umgesetzte Projekt (ALAND 2017, BECKER et al. 2020) betraf zwar nur den untersten Abschnitt der Elz bis zur Mündung in den Leopoldskanal, ist aber für weitere Abschnitte geplant. Eine Kartierung und Darstellung der makrophytischen Vegetation des gesamten Flusses erscheint vor diesem Hintergrund sinnvoll, so wie sie bereits für die Algen vorliegt (SCHÜTZ & KING 2021). Wie in dieser Arbeit soll auch in vorliegender Untersuchung der Schwerpunkt auf der Erfassung des Arteninventars, sowie der Verbreitung und Häufigkeit der Arten im Längsverlauf liegen. Auf dieser Grundlage wird versucht, eine floristische Zonierung herauszuarbeiten und die ihr zugrunde liegenden ökologischen Faktoren zu ermitteln.

Vergleiche mit anderen silikatisch geprägten Fließgewässern der Region ermöglichen weitere Untersuchungen der aquatischen Vegetation, u.a. der Schutter (SCHÜTZ et al. 2014), der Moose des Dreisam-Systems (STINGL 1991), sowie der Donau-Quellflüsse Brigach und Breg (BACKHAUS 1967, SCHMIDT et al. 2018). Auch für Bäche und Flüsse im Schluchseegebiet (AG.LN 2016) und der Freiburger Bucht (DÖRING 1979) liegen limnologisch-floristische Arbeiten vor. Im Nordschwarzwald wurde die Verbreitung der Makrophyten in den Flüssen Alb und Nagold von MONSCHAU-DUDENHAUSEN (1982) kartiert, sowie die Zonierung der Wassermoose in einigen ehemals stark von der Versauerung betroffenen Bächen der Hochlagen (TREMP & KOHLER 1993). Neben diesen Publikationen liefern auch die im Zuge des WRRL-Monitorings erhobenen Daten zum Makrophytenbestand zahlreicher Fließgewässer-Probestellen im Schwarzwald wertvolle Vergleichsmöglichkeiten (LUBW 2015a, SCHÜTZ 2017).

2. Flussbeschreibung

Die Elz entspringt im südöstlichen Schwarzwald nahe des Rohrhardsbergs auf 1089 m NHN und mündet nach 74 km Lauflänge bei Riegel in den Leopoldskanal (SCHNEIDER 2000). Das Einzugsgebiet der Elz hat Anteil an den naturräumlichen Einheiten Schwarzwald und Oberrhein-Tiefland (Abb. 1).

Der Oberlauf fließt zunächst durch ein muldenförmiges Hochtal, dann, nach einer Steilstufe mit einigen kleinen Wasserfällen, bis Oberprechtal durch ein steiles, tief eingeschnittenes Kerbtal (SCHNEIDER 2000). Im Hochtal weist die Elz, abgesehen von einer blockreichen Steilstufe beim Korallenhaus, mit stark ausgeprägten Mäandern und ihrer vermoorten Aue Merkmale eines Hügelland-Baches auf (FORSCHUNGSGRUPPE FLIEßGEWÄSSER 1993). Das Gefälle nimmt nach anfangs 8,2% bereits nach circa 600 m Laufstrecke im weiteren Verlauf des Hochtals auf durchschnittlich 2,4 % ab. Am Beginn der kaskadenartigen Wasserfälle wird die Elz zu einem turbulent fließenden, gestreckt verlaufenden Kerbtalbach, in dessen Bett zahlreiche Großblöcke aus Granit auffallen. Bis Oberprechtal ist das Gefälle mit 5 % wieder wesentlich höher. In Oberprechtal knickt die bisher nach Norden verlaufende Elz scharf in Richtung Südwesten ab und geht in den Mittellauf über (SCHNEIDER 2000). Hier ist auch

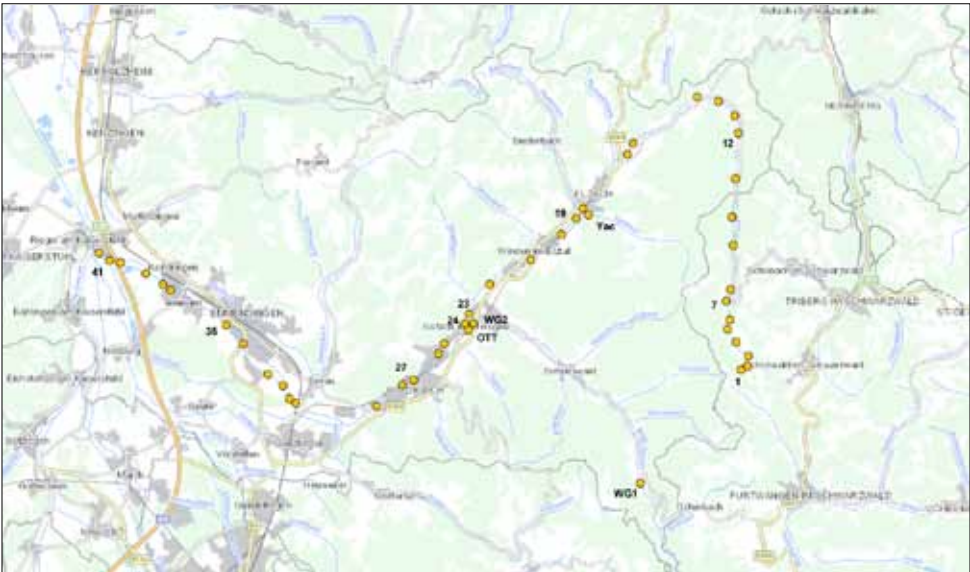


Abb. 1: Lage der Probestellen im Lauf der Elz. Die Stellen sind von der Quelle (1) bis zur Mündung in den Leopoldskanal (41) durchlaufend nummeriert; Yac = Yach in Elzach, WG = Wilde Gutach - im Oberlauf (WG2) und nahe Mündung (WG1), OTT = Kanal Ottensteg in Gutach. Grundlage: Daten aus dem Räumlichen Informations- und Planungssystem (RIPS) der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW).

der Übergang in ein Sohlenkerbtal zu beobachten und das Grundgestein wechselt von Granit zu Gneis. Das Gefälle reduziert sich nun rasch, erreicht bis Elzach einen Wert von 1,6 % und wird im Windener Elztal mit 0,7 % nochmals deutlich flacher. Trotz des schwächeren Gefälles besteht das Sohlmaterial weiterhin vorwiegend aus Steinen und Blöcken mit nur geringen Kies- und Sand-Anteilen. Das mittlere Elztal zwischen Elzach und Waldkirch ist ein breites Sohlental, das von der Elz in weiten Bögen durchflossen wird (SCHNEIDER 2000). Unterhalb der Stadt Waldkirch tritt die Elz in die naturräumlich zur Oberheinebene gehörende Freiburger Bucht aus. Das Gefälle der Fließstrecke zwischen Waldkirch und Riegel am Kaiserstuhl verringert sich weiter auf ca. 0,3 % und unterhalb von Emmendingen auf < 0,1 %. Aber auch hier bestimmen Steine und in geringerem Maße Blöcke das Erscheinungsbild der Sohle (Abb. 11). Bei Riegel mündet die Elz auf 175 m NHN in den 12 km langen Leopoldskanal, der das gesammelte Wasser von Elz, Dreisam und Glotter auf direktem Weg dem Rhein zuleitet (LANGE 2007, RP FREIBURG 2015).

Im Oberlauf ist die Elz nach der Fließgewässer-Typologie der WRRL (POTTGIESSER & SOMMERHÄUSER 2008) ein silikatischer, fein- bis grobmaterialreicher Mittelgebirgsbach (Typ 5), im Mittel- und Unterlauf gilt sie bis Riegel als fein- bis grobmaterialreicher Mittelgebirgsfluss (Typ 9). Der mittlere jährliche Abfluss (MQ) liegt im Windener Elztal bei Bleibach bei 3,87 m³/s (1988 – 2009). Ab hier erhöht sich die Wasserführung erheblich durch den Zufluss der Wilden Gutach (MQ 4,4 m³/s) Nach (geschätzten) Angaben von ALAND (2017) liegen die Abflüsse in Riegel bei ca. 10,8 m³/s.

Während die Gewässerstruktur des Oberlaufes nur wenig verändert ist, zeigt der obere Mittellauf im Windener Elztal eine überwiegend deutliche bis stark veränderte, der Unterlauf ab Waldkirch-Buchholz eine sehr stark bis vollständig veränderte Struktur (LUBW 2010). Das kanalisierte Flußbett ist im Unterlauf in regelmäßigen Abständen mit Sohlschwellen aus Granit und Buntsandstein verbaut und durch ein durchgehendes Doppeltrapez-Profil gesichert. Diese ursprünglich bis zur Mündung durchlaufende Struktur wurde zwischen 2015 und 2017 von Teningen bis Riegel im Zuge von Revitalisierungs-Maßnahmen verändert. Die Maßnahmen bestanden vorwiegend in einer Vorland-Umgestaltung und einer Rückverlegung der Dämme bei Teningen-Köndringen, sowie dem Einbau von Querbuhnen und Strömungslenkern zwischen der Autobahn A5 und Riegel (ALAND 2017).

3. Methoden

3.1 Kartierung

Die aquatische Vegetation wurde in 45 morphologisch und hydrologisch einheitlichen Abschnitten von 30 - 50 m Länge aufgenommen, angeordnet in Abständen von 50 m bis 4 km zwischen Quelle und Mündung (Abb. 1). Längere Probestrecken von ca. 100 m Länge wurden lediglich im mündungsnahen, von Makrophyten dominierten Unterlauf der Elz verwendet. Die Abschnitte liegen alle in der frei fließenden Elz; Ausleitungskanäle und Stauhaltungen sind nicht berücksichtigt. Zu Vergleichszwecken wurden zusätzlich 4 Abschnitte in größeren Nebenflüssen untersucht: die Yach kurz vor der Mündung, der offene unterste Abschnitt der WKA-Rohrleitung Ottensteg, sowie jeweils ein Abschnitt der Wilden Gutach im Oberlauf und kurz vor der Mündung.

Aufgenommen wurden alle Gefäßpflanzen und Moose unterhalb der Mittelwasser-Linie, zusätzlich Arten, die zwar meistens amphibisch wachsen, aber deren Verbreitung eng an Fließgewässer gebunden ist. Bei den Moosen handelt es sich bis auf *Thamnobryum alopecurum* um Arten, die in SAUER & AHRENS (2006) als Wassermoose eingestuft sind (*Schistidium rivulare*, *Racomitrium aciculare*, *Marchantia polymorpha*). Es ist bei den Häufigkeitsangaben zu beachten, daß alle submers vorgefundenen Moose auch oberhalb der Mittelwasser-Linie wachsen. Diese Vorkommen sind bei den Mengen- und Verbreitungsangaben nicht berücksichtigt. Die Häufigkeit bzw. Pflanzenmenge der Arten wurde nach der Methode von KOHLER & JANAUER (1995) mit einer 5-stufigen Skala geschätzt:

1 – sehr selten, 2 – selten, 3 – zerstreut, 4 – häufig, 5 – sehr häufig, massenhaft

Die Kartierung wurde zwischen April und Oktober 2020 durchgeführt, ergänzt durch wenige Aufnahmen aus den Jahren 2017 und 2021.

Um Ähnlichkeitsstrukturen im Datenbestand leichter zu erkennen, wurde der Datensatz mit Hilfe einer Cluster-Analyse ausgewertet. Verwendet wurde das Complete Linkage-Verfahren; eine Gewichtung der Häufigkeit erfolgte nach der Formel von Ochiai. Dieser Index ist die binäre Form des Kosinus-Ähnlichkeitsmaßes, der Wertebereich erstreckt sich von 0 bis 1. Die Analyse wurde mit dem Programm Vegedaz (KÜCHLER 2019) durchgeführt. Weggelassen wurde die Aufnahme 38, die fast völlig pflanzenleer war (Abb. 3).

Der Darstellung der zeitlichen Entwicklung der submersen Vegetation im Unterlauf der Elz dienen Aufnahmen des Autors aus den Jahren 2006 bis 2021, zum kleinen Teil publiziert in

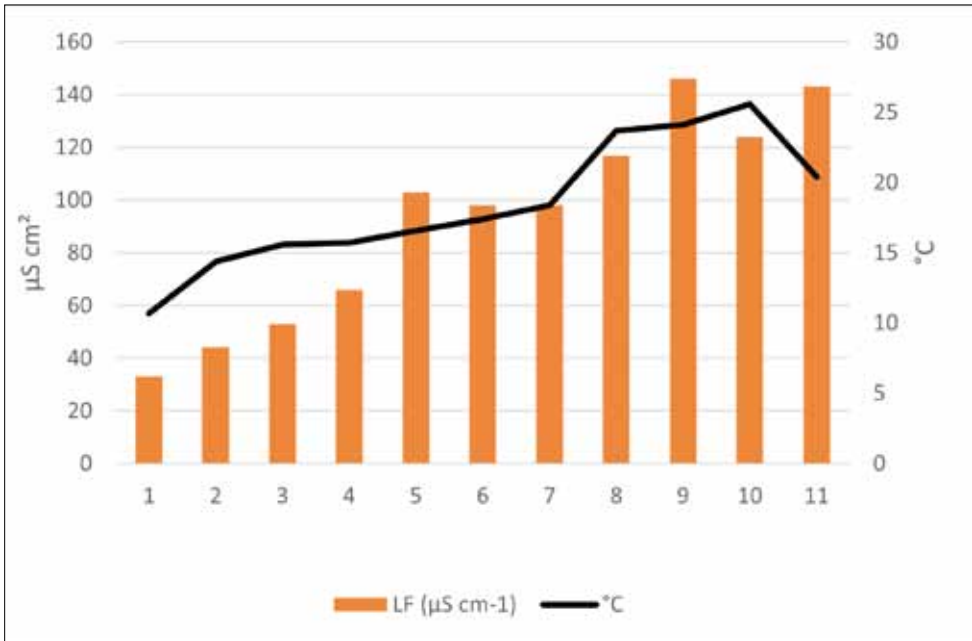


Abb. 2: Elektrische Leitfähigkeit ($\mu\text{S/cm}$) und Wassertemperatur ($^{\circ}\text{C}$) im Längsverlauf der Elz zwischen Rohrhardsberg (888 m NHN) und Mündung in den Leopoldskanal (177 m NHN). Die Messung erfolgte am 5.6.2019 zwischen 13:30 (Rohrhardsberg) und 16:15 (vor Mündung in Leopoldskanal).

BECKER et al. (2020), RIEDMÜLLER et al. (2019) und SCHÜTZ & KING (2019). Die Kartierung erfolgte in diesen Fällen nach der WRRL-Handlungsanweisung (SCHAUMBURG et al. 2012), das methodisch mit dem hier verwendeten Verfahren übereinstimmt, aber etwas längere Probestrecken (circa 100m) für die Aufnahme vorsieht.

Die Nomenklatur der Gefäßpflanzen folgt BUTTLER et al. (2018), die der Moose SAUER & AHRENS (2006). Eine Unterscheidung zwischen *Amblystegium fluviatile* und *A. tenax* wurde anhand von Blatt- und Wuchsform getroffen (SMITH 1978); morphologisch zweifelhafte Formen wurden *A. fluviatile* zugeordnet. Verwendet werden in Bezug auf die angetroffenen Arten folgende Begriffe: „Hydrophyt“ für Pflanzen, die untergetaucht oder mit Schwimmblättern im Wasser leben, „Helophyt“ für Pflanzen, deren Sprossbasis im Wasser steht, aber deren Sprosse über die Wasseroberfläche emporragen und „Haptophyten“ für Pflanzen ohne echte Wurzeln (Wassermoose), die mit Rhizoiden am Substrat verankert sind.

3.2 Chemismus

Kontinuierlich gemessen werden mehrere chemische Parameter in der Elz an zwei Stellen im Unterlauf durch die LUBW (2021): im oberen Unterlauf bei Vordersexau (CEL 505) und nahe der Mündung bei Riegel (CEL 704). Ergänzend wurden an mehreren Terminen und an verschiedenen Stellen pH-Wert, Leitfähigkeit und Wassertemperatur gemessen, die beiden letztgenannten Parameter auch am 5.6.2019 im Längsverlauf der Elz (Abb. 2). Für die Messungen wurden Geräte der Firma Greisinger verwendet.

4. Ergebnisse

4.1 Chemismus

Kalkgehalt und Leitfähigkeit in der Elz sind niedrig und entsprechen den Werten für ein silikatisches Gewässer (FORSCHUNGSGRUPPE FLIEßGEWÄSSER 1998, Abb. 2). Mittelwerte, Minima und Maxima (monatliche Stichproben der LUBW 2015 bis 2019) für die Leitfähigkeit liegen in Vordersexau bei 109 (67 – 157) $\mu\text{S cm}^{-1}$, nahe der Mündung in Riegel bei 156 (69 – 334) $\mu\text{S cm}^{-1}$. Der nur bei Riegel gemessene Calcium-Gehalt schwankt zwischen 7,1 und 37,8 mg/l, bei einem Mittelwert von 14,7 mg/l (LUBW 2020). Leitfähigkeit, pH-Wert und Wassertemperatur zeigen eine stetige Zunahme im Längsverlauf (Abb. 2). Im Oberlauf wurden zu verschiedenen Zeitpunkten Leitfähigkeits-Werte zwischen 30 und 50 gemessen, im Mittellauf nahmen die Werte bis auf circa 100 $\mu\text{S cm}^{-1}$ zu (SCHÜTZ & KING 2021). Eine signifikante Erhöhung der Leitfähigkeit-Werte wird bei Niedrigwasser-Abflüssen durch die Einleitung von Abwasser aus der Kläranlage „Untere Elz“ verursacht (RIEDMÜLLER et al. 2019).

Die pH-Werte liegen im Oberlauf nach eigenen Messungen im leicht sauren Bereich. Im April und November 2020, sowie Ende Februar 2021 gemessene Werte lagen im quellnahen Oberlauf stets zwischen 5,9 und 7. Messungen im Längsverlauf der Elz bei Niedrigwasser am 23.11.2020 zeigen einen leichten, aber zumindest bis Elzach kontinuierlichen Anstieg der pH-Werte von 6,0 nahe der Quelle auf 7,4 bei Elzach und 7,6 in Emmendingen. HÖFER & RIEDMÜLLER (2016) geben für die Elz Werte zwischen 7,1 und 7,8 an. Wesentlich höher sind die pH-Schwankungen im Unterlauf. Die an den LUBW-Meßstellen gemessenen Mittelwerte, Minima und Maxima (2015 bis 2019) der pH-Werte liegen nahe der Mündung (CEL704) bei 8,2 (7,2 – 9,6), die Werte in Vordersexau (CEL 505) weichen davon kaum ab. Im Unterlauf wurden bei Niedrigwasser im Sommer häufiger Werte über 9 gemessen, am 21.9.2020 erreichte der pH-Wert während einer extremen Niedrigwasser-Situation und starker Entwicklung fädiger Grünalgen nahe Emmendingen-Kollmarsreute sogar 10,2.

Allochthone trophische Belastungen der Elz werden v.a. durch die Kläranlage in Elzach und Teningen-Köndringen, in geringerem Maße durch die Kläranlage Winden verursacht (RIEDMÜLLER et al. 2019). Unterhalb dieser Kläranlage werden die von der FORSCHUNGSGRUPPE FLIEßGEWÄSSER (1998) für unbelastete silikatische Fließgewässer des Schwarzwaldes ermittelten Richtwerte bei wichtigen chemischen Parametern überschritten (Stickstoff 1,1 mg/l, ortho-Phosphat 0,046 mg/l). Nach RIEDMÜLLER et al. 2019) sinken die Konzentrationen recht bald wieder auf unkritische Werte. Stärker belastet durch Abwässer der Kläranlage Untere Elz ist der mündungsnaher Abschnitt der Elz, was bei länger anhaltenden Niedrigwasser-Phasen zu erhöhten Nährstoff-Konzentrationen führt.

4.2 Taxazahlen und Pflanzenmengen

In den 41 untersuchten Abschnitten der Elz wurden 57 Arten unterhalb der Mittelwasser-Linie nachgewiesen, darunter 21 Moose, 1 Schachtelhalm und 35 Gefäßpflanzen, von denen allerdings nur 9 als Hydrophyten zu bezeichnen sind. Bei den restlichen Arten handelt es sich um Helophyten und sonstige Arten nasser Standorte. Im Mittel kamen in einer Probestrecke 8,3 Arten vor, die Artenzahl schwankte zwischen 1 und 13. Nur in wenigen Fällen war die Zahl der Gefäßpflanzen größer als die Zahl der Moose (Tab. 1).

Die Vegetationsbedeckung der Sohle schwankte mit Werten zwischen 0,1 und 70% sehr stark, auch innerhalb der einzelnen Flußabschnitte. Im Oberlauf lag der Median der Deckungswerte bei 20%, im Mittellauf bei 4% und im Unterlauf bis zur A5 bei 1%. Abweichend von dieser Abfolge war der unterste Abschnitt zwischen A5 und Mündung, der aufgrund der starken Entwicklung submerser Gefäßpflanzen im Sommer eine Deckung von 50% und mehr erreichen kann (Tab. 2). Fast flächendeckend war der submerse Bewuchs im offenen untersten Abschnitt der WKA-Rohrleitung Ottensteg in Gutach (Tab. 1)

4.3 Flora

Moose: Der weitaus größte Teil der Elz wird ausschließlich oder überwiegend von Moosen besiedelt. Ausnahmen sind die kurze Fließstrecke zwischen Teningen und der Elz-Mündung und ein Abschnitt im Hochtal oberhalb des Vogte-Hofes, in denen Phanerogamen vorherrschen. Moosbestände haben ihre größte Ausdehnung im Oberlauf und dünnen im Mittellauf aus. Besiedelt werden v.a. große Blöcke von der Niedrigwasser- bis zur Hochwasserlinie, aber im Oberlauf auch häufig permanent submerse, kleinere Steine und Geröll. Im Mittellauf konzentriert sich die Besiedlung zunehmend auf schnell überflossene Blockrampen und Flußbausteine am Ufer. Im Unterlauf sind Moose fast nur an eingebrachten Sohlsschwellen und einzelnen lagestabilen Blöcken zu finden, unterhalb von Teningen ist die Elz fast völlig frei von Moosen.

Am weitesten verbreitet und in 33 Abschnitten submers vertreten war *Platyhypnidium riparioides*, gefolgt von *Amblystegium fluviatile* mit 30, *Chiloscyphus polyanthos* in 27 und *Brachythecium rivulare* mit 25 Vorkommen. Bis auf *C. polyanthos* ist bei diesen häufigen Moosen ist eine Konzentration auf bestimmte Flußabschnitte nicht zu erkennen, wohl aber bei einigen weiteren, weniger weit verbreiteten Moosen. Von diesen ist *Scapania undulata* auf den Oberlauf, *Chiloscyphus polyanthos* auf den Ober- und Mittellauf beschränkt. Weniger auffällig sind die Verbreitungsmuster bei *Fontinalis antipyretica*, das im Oberlauf selten ist und *Fontinalis squamosa*, das im Unterlauf zu fehlen scheint. Allerdings kommt *Fontinalis squamosa* wieder im Mühlbach nahe Emmendingen-Kollmarsreute vor, dessen Wasser oberhalb von Kollmarsreute aus dem Unterlauf der Elz abgezweigt wird. *Fontinalis antipyretica* wächst sogar noch in der Mühlbach-Mündung oberhalb Riegel, dringt von dort aber nicht in die Elz vor. Zu den seltenen Arten gehören *Hygrohypnum duriusculum*, das in meist sehr kleinen Beständen zwischen Oberprechtal und Emmendingen gefunden wurde, sowie *Racomitrium aciculare* und *Hygrohypnum ochraceum*, die nur in einigen Probestellen im Oberlauf vorkamen. Auf den obersten quellenahen Abschnitt beschränkt war das Lebermoos *Marsupella emarginata*. Bei weiteren, in Tab. 1 nur ein- oder wenige Male aufgeführten Moosen handelt es sich um Arten, die ihren Verbreitungsschwerpunkt oberhalb der Mittelwasser-Linie haben, z.B. *Brachythecium plumosum*, *Dichodontium pellucidum*, *Pellia epiphylla* und *Plagiochila porellioides*. Es ist davon auszugehen, daß insbesondere *B. plumosum* an vielen, weniger häufig überschwemmten Stellen keineswegs selten ist.

Gefäßpflanzen: Artenzahl und Menge der submersen Gefäßpflanzen (Hydrophyten) in der Elz sind gering, auch wenn Beobachtungen außerhalb der untersuchten Abschnitte berücksichtigt werden. Die einzigen Hydrophyten im Ober- und Mittellauf sind *Callitriche hamulata* und *Ranunculus peltatus*. Bis auf die Fließstrecke im Hochtal oberhalb der Elzfälle, die größere Bestände von *Callitriche hamulata* beherbergt, sind beide Arten in der Elz

nur vereinzelt oder in kleinen Gruppen vertreten. Häufiger sind Hydrophyten in einigen Stauhaltungen im Mittellauf. Hier finden sich hin und wieder auch Wasserhahnenfüße, die aufgrund ihrer Länge und Blattmorphologie dem *Ranunculus penicillatus*-Hybridkomplex zuzuordnen sind.

Erst unterhalb Teningen kommen weitere Hydrophyten hinzu. Zuerst vereinzelt, oberhalb der Autobahn A5 dann zunehmend häufiger, stellen sich *Ranunculus fluitans*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton crispus* und *Elodea nuttallii* ein. Letztere kommt als einzige dieser Arten in kleinen Beständen und nur in geschützter Lage auch noch oberhalb von Emmendingen in der Elz vor. Eine Massenentwicklung von *Ranunculus fluitans* und in geringerem Maße von *Myriophyllum spicatum* ist auf die kurze Strecke zwischen der A5 und der Mündung in den Leopoldskanal beschränkt. Hin und wieder und saisonal stark in ihrer Abundanz schwankend finden sich hier neben *Callitriche hamulata* auch *C. obtusangula* und *C. stagnalis*. In die Elz gelangen sie, wie auch weitere Hydrophyten, durch Eintrag aus einigen Zuflüssen (Feuerbach und Seitengräben), *Ranunculus peltatus* und *Elodea nuttallii* wahrscheinlich überwiegend durch Einschwemmung von Pflanzenteilen aus den Hydrophyten-reichen Bewässerungsgräben bei Waldkirch-Buchholz, *Potamogeton crispus* vermutlich aus dem in Teningen in die Elz mündenden Mühlbach, der in Emmendingen-Wasser abgezweigt wird und südwestlich der Elz verläuft.

Höher als die der Hydrophyten ist die Artenzahl der Helophyten. Vertreter dieser Gruppe finden wir v.a. im Oberlauf und im Unterlauf unterhalb Emmendingen, kaum aber im Mittellauf. Bis auf die weit verbreiteten Ufergräser *Agrostis stolonifera* und *Phalaris arundinacea* sind diesen beiden durch ca 600 m Höhenunterschied getrennten Fließstrecken aber nur wenige Arten gemeinsam. Nur im Hochtal wurden *Ranunculus flammula* und *Peplis portula* gefunden, *Caltha palustris* und *Cardamine amara* wachsen auch noch im Oberlauf unterhalb der Elzfälle im Flußbett. Im Unterlauf treten dagegen neben den kleineren amphibischen Arten *Myosotis scorpioides* und *Nasturtium officinale*, mit *Carex acuta*, *C. acutiformis*, *Sparganium erectum*, *Lythrum salicaria* und *Leersia oryzoides* hochwüchsige Helophyten auf. *Agrostis stolonifera* und *Phalaris arundinacea* kommen nicht mehr nur vereinzelt vor, sondern bilden zumindest streckenweise zusammenhängende Röhrichte, vorzugsweise auf in den Fluß abgerutschten Rasensoden aus dem Uferbereich.

4.4 Floristische Zonierung

Die Cluster-Analyse unterteilt die Probestellen bei einem Schwellenwert von 0,555 in 8 Gruppen (Abb. 3). Zusammenhängende, gut differenzierte Gruppen bilden die moos-dominierten Aufnahmen in der oberen Elz zwischen Quelle und Unterprechtal (Gruppe 5; 2 bis 16) und von Unterprechtal bis Emmendingen (Gruppe 8; 17 bis 34). Die drei Abschnitte in den großen Nebenflüssen Yach und Wilde Gutach fügen sich zwanglos in die Klasse 8 ein. Der dicht von Moosen besiedelte Zufluß Kanal Ottensteg in Gutach (OTT), der im Mittellauf im Bereich der Gruppe 8 liegt, wird der Gruppe 5 zugeschlagen (Abb. 3). Stärker aufgespalten ist die Fließstrecke zwischen Emmendingen und der Mündung (Klassen 4, 6 und 7, 35 bis 41), die überwiegend von Gefäßpflanzen besiedelt werden. Die sehr weit voneinander entfernten Abschnitte 1, 3 und 36 heben sich durch ihre stark abweichende Artenzusammensetzung von den restlichen Aufnahmen ihrer Höhenlage ab und werden als eigene Gruppen abgetrennt. Gemeinsam mit den Abschnitten im Unterlauf ist dem Abschnitt 3

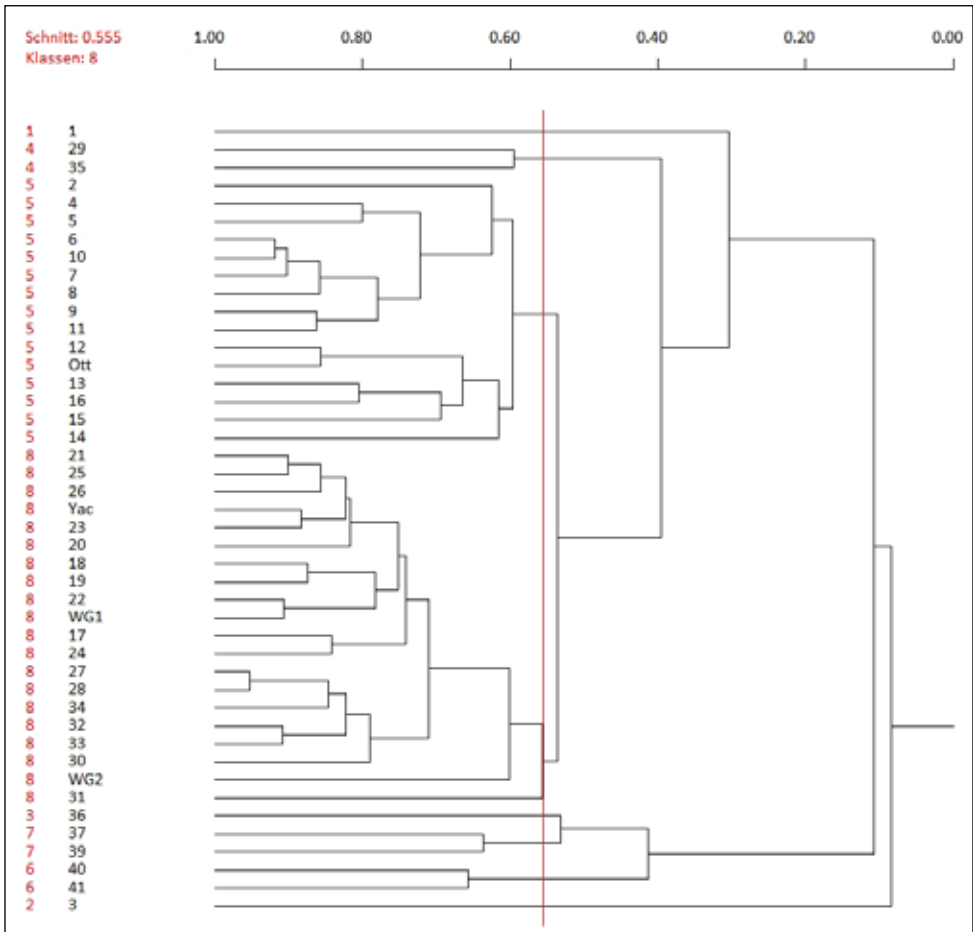


Abb. 3: Dendrogramm einer Cluster-Analyse von 41 Vegetationsaufnahmen in der Elz und 4 Aufnahmen in Nebenflüssen. Weggelassen wurde der fast völlig pflanzenleere Abschnitt 38 im Unterlauf. Ott = Kanal Ottensteg in Gutach, Yac = Yach in Elzach, WG1, WG = Wilde Gutach im Oberlauf (WG2) und nahe Mündung (WG1).

die Dominanz von Gefäßpflanzen (Abb. 12, 13, Tab. 1). Die kleine Gruppe 4, bestehend aus den Abschnitten 29 und 35, fällt durch das fast vollständige Fehlen von *Platyhypnidium riparioides* auf, die beiden untersten Abschnitte (40 und 41) sind durch die Dominanz von *Ranunculus fluitans* gekennzeichnet. Die Abfolge der Aufnahmen in Abb. 3 entspricht mit Ausnahme der Gruppe 4 ungefähr einer zunehmenden Entfernung von der Quelle. Ursachen der Abtrennung der Klassen 5 und 8 sind auf die Beschränkung einiger Moose und Sumpfpflanzen auf den Oberlauf der Elz (*Scapania undulata*, *Hygrohypnum ochraceum*, *Thamnobryum alopecurum*, *Caltha palustris*), dem vermehrten Auftreten von *Fontinalis antipyretica* im Mittel- und Unterlauf und wohl auch in einer Abnahme der Arthäufigkeiten mit zunehmender Entfernung zur Quelle zurückzuführen. Mit der hydromorphologisch



Abb. 4: Elz nahe der Quelle.



Abb. 5: Elz beim Vogte-Hof.



Abb. 6: Elz beim Korallenhaus mit dichtem submersem Bewuchs.



Abb. 7: Elz bei der Schleife mit *Fontinalis squamosa*.



Abb. 8: Elz in Unterprechtal mit *Ranunculus peltatus*.



Abb. 9: Elz in Gutach mit submersem *Fontinalis squamosa*-Bestand.



Abb 10: Elz in Waldkirch unterhalb der Adenauerbrücke.



Abb. 11: Elz in Teningen.



Abb. 12: *Ranunculus fluitans* in der Elz bei Riegel.



Abb. 13: *Potamogeton crispus* in der Elz bei Riegel.

definierten Grenzen von Ober-, Mittel- und Unterlauf durch SCHNEIDER (2000) stimmt sie nur begrenzt überein.

Etwas abweichend von der Einteilung durch die Cluster-Analyse läßt sich die Elz nach vorwiegend Präsenz-Absenz-Kriterien in fünf floristische Zonen untergliedern. Hierbei ist zu beachten, daß floristische Unterschiede zwischen den 4 oberen, von Moosen besiedelten Zonen gering sind im Vergleich mit der fünften, fast nur von Phanerogamen besiedelten Zone. Zone 1 und 2 entsprechen annähernd dem von SCHNEIDER (2000) hydromorphologisch definierten Oberlauf, Zone 3 dem Mittellauf, die Zonen 4 und 5 dem Unterlauf.

1. Für den obersten, im Hochtal zwischen Quelle und Elzfällen verlaufenden, ca. 5 km langen Abschnitt (Abb. 4 - 6) können *Callitriche hamulata*, *Scapania undulata*, *Hygrohypnum ochraceum* und *Marsupella emarginata* als typische Arten gelten. Zur Abgrenzung gegen die bei den Elz-Fällen einsetzenden Kerbtal-Fließstrecke kann vor allem *Hygrohypnum ochraceum* herangezogen werden, das auf diese oberste Zone beschränkt und dort nicht selten ist. Ih-

ren Verbreitungsschwerpunkt im Hochtal haben *Callitriche hamulata*, die nur hier gesellig und in größeren Beständen auftritt und *Scapania undulata*. Dabei ist die Artenzusammensetzung der 6 Probestellen recht unterschiedlich. Von allen anderen Aufnahmen heben sich die Aufnahmen 1 und 3 ab, die in der Cluster-Analyse jeweils als eigene Gruppen (1 und 2) erscheinen (Tab. 1). Abschnitt 3 charakterisiert eine ca. 1 km unterhalb der Quelle verlaufende, fast moosfreie Fließstrecke in einer versumpften Viehweide. Die überwiegend sandige Sohle wird von *Callitriche hamulata* und einigen Sumpfpflanzen besiedelt, die sonst in der Elz nicht vorkommen (*Ranunculus flammula*, *Peplis portula*) (Abb. 5, Tab. 1). Der oberste Abschnitt 1 zeichnet sich durch das Vorkommen von *Marsupella emarginata* und eine hohe Abundanz von *Brachythecium plumosum* aus.

2. Im folgenden steileren, oft schluchtartigen Abschnitt zwischen den Elz-Fällen und dem Elzknäe bei Oberprechtal treten *Platyhypnidium rivulare* und *Brachythecium rivulare* als Hauptbesiedler der zahlreichen großen Blöcke im Flußbett in den Vordergrund. Beide Arten kommen gleichermaßen submers als auch in der Spritzwasser-Zone vor. Auch die meist oberhalb der Mittelwasser-Linie wachsenden Moose *Thamnobryum alopecurum*, *Racomitrium aciculare* und *Marchantia polymorpha* haben hier auf den Blöcken am Ufer und im Fluß ihren Verbreitungsschwerpunkt. Als überwiegend submerse Art kommt *Fontinalis squamosa* neu hinzu (Abb. 7, 9). Zur Abgrenzung gegen die folgende Zone dient vor allem *Scapania undulata*, die nur bis Oberprechtal vorkommt. In der Cluster-Analyse werden alle Aufnahmen dieser Zone der Gruppe 5 zugerechnet (Tab. 1).

3. Die lange Fließstrecke im Sohlental zwischen Oberprechtal und Waldkirch (Abb. 10) bietet ein recht einheitliches Bild der aquatischen Vegetation (Tab. 1), was zu einer Zuordnung fast aller Aufnahmen zur Gruppe 8 in der Cluster-Analyse führt. Vegetationsstruktur und Artenzusammensetzung unterscheiden sich nicht sehr von derjenigen im Kerbtal oberhalb Oberprechtal. Einige Arten werden seltener und die submerse Besiedlung der Flußsohle geht insgesamt zurück. Die wenigen Funde von *Ranunculus peltatus* während dieser Untersuchung waren auf diesen Abschnitt beschränkt (Abb. 8). Helophyten und Amphiphyten sind bis auf gelegentliche Vorkommen von *Phalaris arundinacea* kaum vertreten, was mit den zumeist steilen, häufig beschatteten und mit Flußbausteinen gesicherten Ufern zu erklären ist. Zur Abgrenzung gegen die beiden Abschnitte im Unterlauf kann *Chiloscyphus polyanthos* dienen, das unterhalb Waldkirch ausfällt.

4. Der Übergang in den Unterlauf unterhalb Waldkirch tritt in der Cluster-Analyse nicht hervor und ist weniger am Wechsel der submersen Flora, als vielmehr an deren weiteren Verarmung und einem Wechsel der Besiedlungsstruktur zu erkennen. Denn besiedelt werden fast nur die ab Waldkirch-Buchholz in regelmäßigen Abständen eingebauten, meist flach überströmten, oft auch trocken liegenden Sohlschwellen aus Granitblöcken, aber kaum noch die dazwischen liegenden Bereiche. Das Arteninventar beschränkt sich fast ausschließlich auf *Amblystegium fluviatile*, *Platyhypnidium riparioides* und *Fontinalis antipyretica*. Sohlstruktur und Vegetation verändern sich bis Teningen kaum, bis auch diese Moose unterhalb von Teningen ausbleiben.

5. Der auffälligste Florenwechsel und der Übergang zu einer von Gefäßpflanzen dominierten submersen Vegetation ist ab Teningen, deutlich aber erst nahe der Mündung in den Leopoldskanal zu beobachten. Die Cluster-Analyse unterscheidet auf dieser kurzen Fließ-

Tab. 2: Entwicklung der aquatischen Vegetation in der Elz unterhalb der Mühlbach-Mündung bei Riegel zwischen 2006 und 2020. 1 – sehr selten, 2 – selten, 3 – zerstreut, 4 – häufig, 5 – sehr häufig, massenhaft.

Probenahme-Termin	2006 Juli	2010 Juli	2015 Juli	2015 Okt	2016 Okt	2017 Jun	2017 Sep	2018 Aug	2020 Aug
Hydrophyten									
<i>Callitriche obtusangula</i>				2	1			1	1
<i>Callitriche stagnalis</i>				2	2				
<i>Elodea nuttallii</i>							2	2	2
<i>Lemna minor</i>			2					2	2
<i>Lemna minuta</i>			3						
<i>Myriophyllum spicatum</i>	1	2		3	2	2	3	3	3
<i>Potamogeton berchtoldii</i>							1		
<i>Potamogeton crispus</i>							3	2	2
<i>Ranunculus fluitans</i>	3	5	5	4	3	3	5	5	5
<i>Ranunculus peltatus</i>	2	1	1	1					
<i>Spirodela polyrhiza</i>								1	1
Helophyten/Sonstige									
<i>Leersia oryzoides</i>								2	2
<i>Nasturtium officinale</i>				2	2			2	2
<i>Phalaris arundinacea</i>					2		2	4	3
<i>Persicaria hydropiper</i>							2	3	2
<i>Persicaria lapathifolia</i>								3	2
<i>Veronica beccabunga</i>			1	2			1		

Weitere Arten: *Agrostis stolonifera* (Okt 2016; 2, Sept 2017; 1), *Callitriche brutia* var. *hamulata* (Juli 2015; 2), *Glyceria fluitans* (Juli 2015; 2), *Myosotis scorpioides* (Juli 2015, 1), *Rorippa palustris* (Aug 2018; 1, Aug 2020; 1), *Veronica anagallis-aquatica* (Okt 2015; 2).

strecke 3 Gruppen, was mit der zunächst nur aus wenigen Helophyten, erst kurz vor der Mündung vorwiegend aus Hydrophyten bestehenden Flora zu erklären ist. Die moosfreie und vegetationsarme Fließstrecke bei Teningen wird durch die Aufnahmen 36 bis 38 repräsentiert. Zuerst vereinzelt, ca 200m oberhalb der A5 dann zunehmend häufiger, stellen sich dann die Hydrophyten *Elodea nuttallii*, *Potamogeton crispus* (Abb. 13), *Myriophyllum spicatum* und *Ranunculus fluitans* ein (Abb. 12, Tab. 1). Zu einer massenhaften Entwicklung von *Ranunculus fluitans* kommt es erst unterhalb der Autobahnbrücke der A5. Vereinzelt und zeitlich stark in ihrer Abundanz schwankend finden sich hier auch mehrere *Callitriche*-Arten (Tab. 2). Dieser von *Ranunculus fluitans* dominierte Abschnitt weist ein sehr geringes Gefälle auf und ist kaum 1 km lang.

4.5 Dynamik der aquatischen Vegetation im Unterlauf

Ältere Angaben zur aquatischen Flora und Vegetation der Elz sind selten. Ende der 1970er Jahre wurde die Verbreitung von Wasserpflanzen im Unterlauf der Elz von DÖRING (1979) kartiert, für die Zeit davor gibt es keine Angaben. Nach Döring war die submerse Vegetation der Elz in der gesamten von ihm untersuchten Fließstrecke zwischen Waldkirch-Buchholz und Riegel nicht nur sehr spärlich, sondern auch extrem artenarm. Außer geringen Beständen von *Callitriche* sp. und *Ranunculus penicillatus* (Verwechslung mit *R. peltatus*?) bei Sexau und Emmendingen nennt er keine weiteren submersen Arten. Der unterste, heute dicht besiedelte Abschnitt zwischen Teningen-Köndringen und Riegel war nach seinen Angaben offenbar ohne Makrophyten. Wann sich dieser Zustand geändert hat, ist nicht sicher, aber bei der ersten Untersuchung einer Probestellen zwischen A5 und Mündung durch den Autor im Jahr 2006 war dieser Abschnitt zum größten Teil von dichten Beständen des Flutenden Hahnenfußes (*Ranunculus fluitans*) bedeckt, begleitet von *Myriophyllum spicatum* und vereinzelt von *Ranunculus peltatus*. Bei zahlreichen Besuchen zwischen 2006 und 2015 wurde die artenarme, aber üppige Vegetation des untersten Elz-Abschnittes in gleicher Zusammensetzung angetroffen, im Sommer gelegentlich erweitert durch das vorübergehende Auftreten von *Lemna minor*, selten auch von *L. minuta* und *Spirodela polyrrhiza* (Tab. 2). Als dauerhafter erwies sich im Herbst 2015 die Ansiedlung einiger *Callitriche*-Arten (*Callitriche obtusangula*, *C. hamulata*, *C. stagnalis*) und mehrerer Helophyten (*Veronica beccabunga*, *V. anagallis-aquatica*, *Glyceria fluitans*) an einigen ufernahen Stellen. Die Ansiedlung erfolgte im Schutz abgerutschter Rasensoden und aus der Uferpflasterung herausgebrochenen Platten. Struktur und Zusammensetzung der submersen Vegetation änderten sich aber nachhaltig erst nach der Durchführung von Baumaßnahmen im Zuge der Elz-Renaturierung. Durch den Einbau von Buhnen entstanden strömungsberuhigte Zonen, in die einige Wasserpflanzen einwanderten, die vorher in der Elz nicht heimisch waren. Während *Elodea nuttallii* und *Potamogeton crispus* (Abb. 13) bis heute ein fester Bestandteil der submersen Flora dieser Fließstrecke sind, konnte sich *P. berchtholdii* nicht etablieren. Die Bestände von *Ranunculus fluitans* (Abb. 12) waren 2016 nach der Revitalisierung der Elz stark zurückgegangen, erholten sich bereits 2017 wieder und haben seit 2018, besonders aber im wasserreichen Sommer 2021 fast wieder ihre alte Ausdehnung erlangt.

Nach der Abflachung der Ufer und der teilweisen Entfernung der Uferpflasterung sind einige Helophyten vom ehemals erhöhten Ufer weiter in die Elz vorgedrungen und wurzeln nun auch unterhalb der Mittelwasser-Linie. Recht häufig sind *Phalaris arundinacea*, *Carex acuta* und *C. acutiformis*, die ihre ufernahen Wuchsorte mit einigen ebenfalls nach 2015

hinzugekommenen, aber unstet auftretenden dikotylen Gefäßpflanzen teilen. Neben den bereits oben genannten Arten sind dies v.a. *Myosotis scorpioides*, *Nasturtium officinale* und *Persicaria hydropiper*. Auf trocken gefallenem Sohlflächen kommen nach Niedrigwasser-Phasen im Sommer zudem vorübergehend zahlreiche annuelle Ruderalarten vor, auf die hier aber nicht näher eingegangen werden soll.

Unterschiede in der Artenzusammensetzung und v.a. der Häufigkeit einzelner Arten waren nicht nur zwischen den Jahren, sondern oft auch innerhalb eines Jahres zu beobachten. Dies betrifft nicht nur den jahreszeitlich bedingten (erwartbaren) Rückgang der submersen Arten im Winter, sondern auch dynamische Änderungen während der sommerlichen Vegetationsperiode. So nahm z. B. während einer langen Niedrigwasser-Periode im Spätsommer 2020 die Häufigkeit von *Myriophyllum spicatum* im untersten Elz-Abschnitt deutlich zu. Zur gleichen Zeit war die oberhalb angrenzende, noch im Frühsommer von *Ranunculus fluitans*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton crispus* besiedelte Fließstrecke zwischen Könndringen und der A5 fast pflanzenleer.

Für den Ober- und Mittellauf der Elz liegen nur sehr wenige ältere Angaben zur aquatischen Flora vor. Sie sind fast ausschließlich einer Arbeit von SCHWABE (1987) über bach- und flussbegleitende Vegetationskomplexe im Schwarzwald zu entnehmen. SCHWABE fand an wenigen der 12 von ihr untersuchten Abschnitte neben *Callitriche hamulata* und „echtem“ *Ranunculus peltatus* auch submerse Pflanzen, die dem *Ranunculus peltatus*-Hybridkomplex angehören. Weiterhin erwähnt sie *Fontinalis antipyretica* und *F. squamosa* für einige Abschnitte im Mittellauf. Zum Arteninventar der Elz muß außerdem noch ein weiterer Wasserhahnenfuß gerechnet werden, der von COOK (1966) bei „Prechtal“ gesammelt und als *Ranunculus penicillatus* ssp. *penicillatus* bestimmt wurde.

5. Diskussion

5.1 Floristisch-ökologische Zonierung

Aus Tab. 1 ist zu ersehen, daß sich mit wachsendem Abstand von der Quelle die Zusammensetzung und Struktur der aquatischen Vegetation in der Elz kontinuierlich ändert. Verbreitungsmuster von Arten und Pflanzengemeinschaften stehen in der Regel mit der Höhenlage, dem Gefälle und dem Chemismus des Wassers in Zusammenhang und wiederholen sich auf regionaler Ebene (SUREN & ORMEROD 1998). Welche Bedeutung einzelne Faktoren für die räumliche Verbreitung und Häufigkeit der Arten haben, bedarf allerdings einer genauen Analyse (HOLMES & WHITTON 1977). Es ist schon lange bekannt, daß sich die Flora von Karbonat- und Silikat-Fließgewässern erheblich unterscheidet (BUTCHER 1933, IVERSEN 1929). Auch Unterschiede im Gefälle mit den damit einhergehenden Änderungen der Sohlbeschaffenheit und des Abflussverhaltens führen zur Ausprägung unterschiedlicher aquatischer Pflanzengemeinschaften, was regional auch für die angrenzenden Landschaften der Schwäbischen Alb und Oberschwabens gezeigt werden konnte (SCHÜTZ 1992, 1995). In den Mittelgebirgen fällt besonders die Dominanz der Moose in steilen Oberläufen ins Auge, während die flachen Unterläufe von submersen Gefäßpflanzen beherrscht werden – eine Abfolge, die nicht nur in der Elz, sondern auch in anderen Fließgewässern der Mittelgebirge zu beobachten ist (HOLMES & WHITTON 1977, MONSCHAU-DUDENHAUSEN 1982, SCHÜTZ et al. 2014, SCHÜTZ 2018, WAHRENBURG et al. 1991). Eine Besiedlung durch sub-

merse Gefäßpflanzen bleibt in diesen steilen Bergbächen und -flüssen weitgehend durch die manchmal bis in den Unterlauf hinein starke und turbulente Strömung und die fehlende oder geringe Verfügbarkeit stabiler Sohlsubstrate zur Verankerung die Ausnahme. Wassermoose hingegen sind Haptophyten, die aufgrund ihrer Wuchsform und hohen Regenerationsfähigkeit nach Abrasion auf Blöcken und großen Steinen passende Siedlungsmöglichkeiten antreffen (GLIME 2020). Störungen, insbesondere durch Hochwasser, reduzieren zwar ihre Biomasse, beeinflussen aber nicht die floristische Zusammensetzung des Bewuchses (TREMP et al. 2012). Es ist daher nicht verwunderlich, wenn die floristische Untergliederung innerhalb gefällereicher Ober- und Mittelläufe weniger deutlich ausfällt als die Abgrenzung zu den Hydrophyten-dominierten Gesellschaften in den flacher werdenden Unterläufen.

Untersuchungen von STETZKA & BAUMANN (2002), LANG & MURPHY (2011), VANDERPOORTEN & KLEIN (1999), SCARLETT & O'HARE (2006), TESSLER et al. (2014), TREMP (1992) und TREMP et al. (2012) belegen eine enge Beziehung zwischen Ionenkonzentration, pH-Wert, Alkalinität und dem Vorkommen von Wassermoose. Aquatische Moose zeigen in Bergbächen mit ausgeprägtem pH-Gradienten eine auffallend deutliche zonale Gliederung (TREMP & KOHLER 1993, GLIME 2020, THIEBAUT et al. 1998, STETZKA & BAUMANN 2002). Von TREMP & KOHLER (1993) wurden die in Fließgewässern des Schwarzwaldes vorkommenden Moose hinsichtlich ihrer Säuretoleranz in Gruppen eingeteilt. Bis auf *Scapania undulata* und *Marsupella emarginata* wurden im Oberlauf der Elz keine Arten gefunden, die unter dauerhaft stark sauren Bedingungen vorkommen können. Das in beträchtlicher Menge bereits direkt unterhalb der Quelle wachsende *Hygrohypnum ochraceum*, wird zwar von LANG & MURPHY (2011) neben *Scapania undulata* als Indikator für oligotrophe, saure und basenarme Fließgewässer eingestuft, ist nach TESSLER et al. (2014) und TREMP & KOHLER (1993) aber eher ein Zeiger für schwach saure bis circumneutrale Bedingungen. Fassen wir diese Befunde zusammen, grenzt die Artenkombination im Hochtal eine Zone mit schwach saurem Milieu von einer noch im Kerbtal-Oberlauf einsetzenden basenreicheren, circumneutralen Zone ab. Einen durch niedrige pH-Werte bedingten Ausschluss weiterer Moose scheint es im Oberlauf der Elz nicht zu geben, da auch die stärker säureempfindlichen Arten *Chiloscyphus polyanthos* und *Fontinalis antipyretica* nicht weit unterhalb der Quelle auftreten, ebenso das für periodisch schwach saure bis neutrale Bedingungen typische *Brachythecium rivulare*. Für die Zusammensetzung der Moos-Gesellschaften im weiteren Verlauf der Elz ist zu bemerken, daß sich die pH-spezifischen Artengruppen einander im Längsverlauf nicht ablösen, sondern daß säuretolerante Arten (*Scapania undulata*) neben circumneutralen Arten weiterhin vorkommen. Dies bedeutet letztlich, daß die Wassermoose-Zonierung in erster Linie ein Ausdruck unterschiedlich breiter ökologischer Amplituden der beteiligten Arten ist (TREMP & KOHLER 1993). Ob umgekehrt ein dauerhaft neutraler bis alkalischer pH-Wert im Mittel- und Unterlauf der Elz säuretolerante Moosarten wie *Scapania undulata* per se ausschließt, ist nicht mit Sicherheit zu beantworten. Denkbar ist eine Verdrängung dieser meist konkurrenzschwachen Moose durch wuchskräftigere Arten wie *Platyhypnidium rivulare* und *Fontinalis antipyretica* von geeigneten Wuchsorten im submersen Bereich.

Als weiterer wichtiger, die Zusammensetzung der submersen Flora beeinflussender chemischer Parameter ist der als Leitfähigkeit gemessene Ionengehalt zu benennen, der in

unseren Mittelgebirgs-Fließgewässern v.a. durch den Calcium-Carbonatgehalt bestimmt wird (FORSCHUNGSGRUPPE FLIEßGEWÄSSER 1998). Für Wassermoose geben TREMP et al. (2012) eine zwischen Hart- und Weichwasserflora diskriminierende Übergangszone zwischen 200 und 300 $\mu\text{S cm}^{-1}$ an, der auch für submerse Gefäßpflanzen kalkarmer Gewässer anzunehmen ist. Unter den in der Elz bisher gefundenen Arten sind nach TREMP et al. (2012) *Scapania undulata*, *Hygrohypnum ochraceum*, *Brachythecium plumosum* und *Fontinalis squamosa* auf Gewässer mit einer Leitfähigkeit $< 200 \mu\text{S cm}^{-1}$ beschränkt. Da dieser (Mittel)Wert in der Elz nicht erreicht und nur im Unterlauf kurz vor der Mündung zeitweise überschritten wird (LUBW 2021), kann weder Leitfähigkeit noch Kalkgehalt in der Elz als differenzierender Faktor für die floristische Zonierung gelten.

Wenig von chemischen Faktoren als vielmehr von geeigneten Siedlungsmöglichkeiten abhängig ist die Verbreitung einiger Moose, die überwiegend oberhalb der Mittelwasser-Linie vorkommen. Durch den hohen Anteil lagestabiler Blöcke in der Elz und entlang ihrer Ufer werden vor allem *Brachythecium rivulare*, *B. plumosum*, *Schistidium apocarpum* und *S. rivulare* begünstigt. Im Unterlauf sind sie überall dort anzutreffen, wo durch Hochwässer die ursprünglich durchgängige Rasendecke zerstört und die darunter liegende Uferpflasterung freigelegt wurde. Hier wachsen auch, wenngleich weniger häufig, *Dichodontium pellucidum*, *Hygrohypnum luridum*, *Calliergonella cuspidata* und eine Reihe terrestrischer Moose.

Der Grad der Eutrophierung wird in einigen Arbeiten als primäre Ursache für die Zusammensetzung der aquatischen Vegetation einer bestimmten Fließgewässer-Zone angesehen, denen weitere Umweltfaktoren wie Licht, Strömung, Wasserhärte und Substratbeschaffenheit a priori untergeordnet sind (MONSCHAU-DUDENHAUSEN 1982, ANZEN-HENRICH 1995). Die sich daraus ergebende Zuordnung von Trophie-Zeigerwerten zu bestimmten Arten wurde für Schwarzwald-Fließgewässer bereits durch SCHWABE (1987) und generell von DEMARS & EDWARDS (2009) in Frage gestellt. Auch für die Elz lassen sich kaum Anhaltspunkte für diese Sichtweise finden. Lediglich die bei DÖRING (1979) fehlende Erwähnung der heutigen *Ranunculus fluitans*-Bestände bei Riegel kann als Hinweis auf eine in den 1970er Jahren noch existierende Makrophyten-Verödungszone aufgrund starker Abwasserbelastung gewertet werden. Diese Überlegung betrifft allerdings nur den untersten Abschnitt der Elz kurz vor der Mündung, dessen Abwasserbelastung durch die Einleitung von Klärwasser aus der großen Kläranlage bei Teningen zwar auch heute noch erheblich ist, aber nicht mehr das Ausmaß der 1970er Jahre erreicht (DÖRING 1979, LUBW 2021, RIEDMÜLLER et al. 2019). Ob Nährstoffeinträge durch diffuse oder punktuelle Einleitungen in der Elz oberhalb dieser Strecke entscheidenden Einfluß auf die Zusammensetzung der aquatischen Flora haben oder je hatten, ist ebenfalls zweifelhaft. Unwahrscheinlich ist eine Beeinflussung der Flora im Oberlauf, der nach Untersuchungen der Algenflora (SCHÜTZ & KING 2021) und des Makrozoobenthos (LUBW 2015b) kaum eutrophierungsbedingte Defizite erkennen lässt. Auch aus früheren Zeiten lassen sich für das kaum besiedelte, überwiegend bewaldete obere Elztal keine wesentlichen Belastungsquellen ausmachen.

Ebenso wie im Oberlauf fehlen auch im nur streckenweise trophisch leicht bis mäßig eutrophierten Mittellauf und im Unterlauf bis Teningen ausgesprochene Nährstoffzeiger unter den wenigen makrophytischen Besiedlern, auch wenn Diatomeen und Makrozoobenthos im Mittellauf unterhalb der Kläranlage Elzach und Oberwinden stoffliche Belastungen an-

zeigen (RIEDMÜLLER et al. 2019). Einzige Ausnahme ist der unterste Elz-Abschnitt, wo sich eine artenarme eutraphente Pflanzengemeinschaft eingestellt hat. Die Tatsache, daß diese nicht mehr aus den haptophytischen Moosen, sondern ausschließlich aus im Sediment wurzelnden Gefäßpflanzen besteht, weist jedoch auf Faktoren hin, denen in der Elz ein weit größerer Einfluß auf Artenzusammensetzung und Vegetationsstruktur der submersen Vegetation zuzuschreiben ist als der Eutrophierung: Geschiebefracht, Sohlstabilität und Sedimentationsgeschehen. Die Gewässersohlen der Schwarzwaldtäler werden wegen schwacher Deckschichtbildung und fehlender Verklammerung des Materials bei größeren Hochwässern nahezu vollständig umgelagert (FORSCHUNGSGRUPPE FLIEßGEWÄSSER 1998). Aus diesen Gründen sind bis in den Unterlauf hinein die in der Elz und noch mehr in der benachbarten Dreisam oft extremen Hochwässer der wesentliche Faktor, der eine Besiedlung der Sohle durch Makrophyten erschwert oder ganz verhindert. Dem entsprechend waren die Deckungsgrade im Mittel- und Unterlauf der submersen Vegetation in der Elz und auch in der Dreisam mit Werten zwischen ca. 1 und 5 % gering (Tab. 1). Fließstrecken ohne Geschiebe, wie die Leeseite der eingebauten Schwellen im Unterlauf oder der mit einer betonierten Sohle versehene, schnell fließende Elz-Zulauf Kanal Ottensteg in Gutach sind dagegen meist dicht von Moosen besiedelt. Schutz vor Abrasion bieten Habitate im Fluß selbst, die nicht beweglich sind. So konnten sich nahe der Mündung dieses Kanals, in einem etwas tieferen Teilbereich der Probestelle in Gutach, ebenfalls dichte submerse Wassermoos-Bestände (*Fontinalis squamosa*) zwischen lagestabilen submersen Blöcken entwickeln (Abb. 9), nicht jedoch in der angrenzenden flach überströmten, mit überwiegend faustgroßen Geröllen bedeckten Fließstrecke, die bei höheren Wasserständen regelmäßig umgelagert werden.

DÖRING (1979) nennt Ende der 1970er Jahre als wesentlichen Grund für die spärliche Besiedlung der Elz zwischen Waldkirch-Buchholz und Riegel durch Wasserpflanzen neben der damals starken Belastung mit Abwässern auch die Geschiebefracht. Für eine der Trophie übergeordnete Bedeutung der Substrateigenschaften im Unterlauf spricht, daß sich seitdem, trotz einer deutlich gesunkenen stofflichen Belastung, wenig an der Besiedlungsdichte der Makrophyten geändert hat, abgesehen von einer vorübergehenden Zunahme von *Ranunculus peltatus* zwischen 2007 und 2009 (SCHÜTZ 2020). Auch spricht für die damals schon starke Massenentwicklung von *Ranunculus fluitans* im nicht weniger stark belasteten Unterlauf der Dreisam gegen die frühere Existenz einer Makrophyten-Verödungszone im untersten Elz-Abschnitt. Das Fehlen von Moosen in den relativ stabilen Zonen zwischen den besiedelten Sohlenschwellen im Unterlauf scheint aber auch mit der starken Sedimentation feinpunktulärer Schwebstoffe während längeren Niedrigwasser-Phasen in Zusammenhang zu stehen. PHILIPPI (2000) zufolge führt dies häufig zum Absterben von Wassermoosen. Ein weiterer Grund ist die Konkurrenz durch fädige Grünalgen, welche in der unteren Elz bei Niedrigwasser nicht selten die Sohle im Sommer oder Herbst über längere Zeit vollständig bedecken können (SCHÜTZ & KING 2021).

Vergleich mit anderen Fließgewässern der Region

Das Arteninventar der Elz entspricht weitgehend dem vieler anderer Fließgewässer nicht nur des Schwarzwaldes, sondern auch dem anderer Mittelgebirgs-Fließgewässer über saurem Ausgangsgestein (WAHRENBURG et al. PHILIPPI 1956, 1987, GLIME 2000, LANG & MURPHY 2011). In der Elz kommen alle 7 der in den Gewässersteckbriefen der WRRL (POTTGIESSER 2018)

für saure, silikatische Fließgewässer aufgeführten charakteristischen Wassermoose vor, ebenso die wesentlichen Moos-Gesellschaften des Urgebirges, insbesondere das *Scapanio-Chiloscyphetum* und das *Oxyrrhynchietum rusciformis* (PHILIPPI 1956, SCHUBERT 2008). Zu fehlen scheinen mit *Blindia acuta*, *Jungermannia* spp. und *Hyocomium armoricum* einige Wassermoose, die in Gewässern des Feldbergmassivs bzw. des Schluchsee-Einzugsgebietes (PHILIPPI 1956, AG.L.N 2016) und, bis auf *Blindia acuta*, in schwach gepufferten Gewässern im Buntsandstein des Nordschwarzwaldes vorkommen (TREMP & KOHLER 1993). Kalkzeiger unter den Wassermooseen fehlen ebenfalls; selbst das in einigen Fließgewässern des Schwarzwaldes nicht seltene (AHRENS 2000, AG.L.N 2016), nach TREMP & KOHLER (1993) eine neutrale Reaktion anzeigende Kleinmoos *Fissidens crassipes* wurde nur einmal und in geringer Menge im Mittellauf unterhalb Elzach gefunden (Abschn. 18). In diesem Abschnitt war auch der einzige Fundort des eutrophierungstoleranten Mooses *Leptodictyum riparium*, das seine Hauptverbreitung in Tieflagen hat, ebenso wie die Arten der Gattung *Cinclidotus*, die erst knapp unterhalb der Elz-Mündung im Leopoldskanal mit einer Art (*C. fontinaloides*) vertreten ist.

Auch die in der Elz am weitesten verbreiteten Hydrophyten *Ranunculus peltatus* und *Callitriche hamulata* sind typische Arten kalkarmer Bäche und Flüsse, die regelmäßig in den Bächen und Flüssen des Schwarzwaldes vorkommen (MONSCHAU-DUDENHAUSEN 1982, SCHWABE 1987, SCHÜTZ 1992). Ebenso regelmäßig löst *Ranunculus fluitans* diese beiden Arten als Bestandsbildner beim Eintritt der Fließgewässer in die Rheinebene ab. Damit einher geht eine Ablösung der von Moosen dominierten Bestände durch Hydrophyten und schließlich durch Helophyten (MONSCHAU-DUDENHAUSEN 1982, SCHÜTZ 2017).

Weniger gut vergleichen lassen sich longitudinale Verbreitungsmuster innerhalb moosdominierter Fließgewässer-Abschnitte, da Untersuchungen zur floristisch-ökologischen Zonierung auf eine Aufnahme der Moosflora verzichtet haben (MONSCHAU-DUDENHAUSEN 1982) oder nicht das ganze Gewässer von der Quelle bis zur Mündung untersucht wurde. Bis zu einem gewissen Grad verwendbar für Vergleiche sind neben eigenen Vegetationsaufnahmen auch Aufnahmen für das WRRL-Monitoring in Schwarzwald-Fließgewässern. Das Messnetz ist mit 2 bis 5 Probestellen an einem Fließgewässer für Vergleiche recht weitmaschig, dazu weitgehend auf die Mittel- und Unterläufe konzentriert (LUBW 2015a, SCHÜTZ 2017). Trotz dieser Einschränkungen zeichnen sich für mehrere rechtsrheinische Zuflüsse ähnliche Verbreitungsmuster und eine vergleichbare Längszonierung wie in der Elz ab. So treten in den Oberläufen von Kinzig, Glotter, Acher, Wilder Gutach und Gutach regelmäßig *Chiloscyphus polyanthos*, häufig *Thamnobryum alopecurum* und gelegentlich *Hygrohypnum ochraceum* auf, jedoch kaum noch in den Mittel- und nicht mehr in den Unterläufen. *Scapania undulata* ist in den WRRL-Aufnahmen selten anzutreffen, da das Meßnetz der LUBW die Vorkommen des weitgehend auf die quellnahen Oberläufe beschränkten Lebermooses nur ungenügend erfasst. Nach eingehenden Untersuchungen zahlreicher Fließgewässer im Einzugsgebiet des Schluchsees ist *Scapania undulata* dort das häufigste Wassermoose (AG.L.N 2016), während es STINGL (1991) in seinem zwischen 200 und 1000 m hoch gelegenen Untersuchungsgebiet ausschließlich für zwei hochgelegene, quellnahe Zuläufe der oberen Dreisam angibt. In der Elz liegt der unterste Fundort bei ca. 470 m NHN. Nach PHILIPPI (1956) ist die Gesellschaft des Chiloscypho-Scapanietum im Schwarzwald weit verbreitet; in den Tälern steigt sie bis 400 m herab, *Scapania undulata* fällt in dieser Höhenlage

aus, *Chiloscyphus polyanthus* kommt dagegen noch vereinzelt bis in die Rheinebene vor. SCHMIDT (1993) zufolge hat das Scapanietum undulatae seinen Schwerpunkt in den Oberläufen kleinerer, mineralarmer Bäche über saurem Silikatgestein. Abgelöst wird die *Scapania undulata*-Gesellschaft schon im Oberlauf der Elz weitgehend von *Platyhypnidium riparioides*-dominierten Beständen, die dem Oxyrrhynchietum rusciformis Gams ex v. Hübschmann 1953 zugerechnet werden können. Die Gesellschaft ist in schnell fließenden Bächen über Silikatgestein von der Niedrigwasserlinie bis zur Spritzwasserzone weit verbreitet und in turbulent fließenden Abschnitten oft üppig entwickelt (PHILIPPI 1987, SCHUBERT 2008).

In den Mittel- und Unterläufen der Schwarzwald-Fließgewässer wird die Artenvielfalt der Wassermoose regelmäßig geringer. Anzutreffen sind, wie in der unteren Elz, meist nur noch *Platyhypnidium riparioides*, *Amblystegium fluviatile* und *Fontinalis antipyretica*; *Fissidens crassipes* kommt gelegentlich hinzu. Gemeinsamkeiten, aber auch auffällige Unterschiede seien an einigen der Elz nahen und ebenfalls floristisch gut untersuchten Fließgewässern demonstriert. Artenärmer als die Elz ist die Dreisam, die wie die Elz bei Riegel in den Leopoldskanal fließt. Meinen in den Jahren 2017 und 2018 durchgeführten Untersuchungen zufolge (SCHÜTZ nicht publ.), waren in den 100 m langen Probestrecken oft nur 3 Arten vertreten, darunter nur selten Gefäßpflanzen. Es handelte sich meistens um Kombinationen der auch in der Elz häufigen Moose *Platyhypnidium riparioides*, *Amblystegium fluviatile*, *Fontinalis antipyretica*, *Brachythecium rivulare* und *Chiloscyphus polyanthus*. In der Dreisam in und unterhalb Freiburg finden sich kaum noch Moose und nur selten Gefäßpflanzen. Wie in der Elz setzt ein Besatz durch Hydrophyten erst im Unterlauf unterhalb eines Gefälleknicks ein, der sich bei Neuershausen befindet (LANGE 2007). Die Besiedlung durch *Ranunculus fluitans* ist im Sommer anfangs sehr spärlich und auf die Uferzone beschränkt, dann ab Eichstetten zunehmend dichter und ab Bahlingen flächendeckend. Nahe der Mündung treten in geringer Menge *Myriophyllum spicatum* und *Butomus umbellatus* hinzu. STINGL (1991) nennt für die Dreisam kaum weitere Wassermoose als die bereits oben erwähnten, darunter das in der Elz ebenfalls seltene *Hygrohypnum duriusculum*. Dieses unscheinbare Moos dringt in beiden Flüssen weit in die Ebene vor, fällt aber zwischen anderen Wassermooseen kaum auf. Reicher an Moosen sind die steilen Zuflüsse, in denen zu den bereits für die Dreisam erwähnten Arten einige weitere hinzukommen. Nicht von Stingl erwähnt wird *Hygrohypnum ochraceum*, das in den Bächen des Feldberggebiets nicht selten ist.

Keine erkennbaren floristischen Unterschiede zur mittleren Elz lassen die wenigen Vegetationsaufnahmen ihrer beiden größten Nebenflüsse Yach und Wilde Gutach erkennen. Ob in den beiden Nebenflüssen eine ähnliche Zonierung wie in der Elz zwischen Quelle und dem Beginn des Unterlaufs ausgebildet ist, darf als wahrscheinlich gelten, ist aber nicht belegbar.

Der nördliche Nachbarfluss der Elz ist die Schutter, deren Lauf unterhalb von Lahr von dichten Makrophytenbeständen besiedelt wird und völlig frei von Moosen ist (SCHÜTZ et al. 2014). Vier weitere untersuchte Fließstrecken liegen im Mittellauf zwischen 182 und 283 m NHN. Der Übergang zu einer reinen Hydrophyten-Vegetation findet bei Lahr auf ca. 170 m NHN statt, oberhalb Lahr wird der Fluß fast nur von Moosen besiedelt. Häufigste Art ist hier aber nicht *Platyhypnidium riparioides* wie in der Elz, sondern *Amblystegium fluviatile*, der

an allen Aufnahmen dominant war. Auch kam an 3 der 4 Fließstrecken *Fissidens crassipes* in größeren Mengen vor. Artenzusammensetzung und Dominanzverhältnisse im Mittellauf deuten auf circumneutrale und günstigere klimatische Bedingungen hin, angezeigt durch das wärmeliebende *Fissidens crassipes* und wohl auch durch die hohe Abundanz von *Amblystegium fluviatile*, das in der Elz und nach STINGL (1991) im Dreisam-Einzugsgebiet erst unterhalb circa 300 m häufig wird. Abweichend von Elz und Dreisam wird der langsam fließende, häufig schlammtrübe Unterlauf der Schutter nicht vom rheophilen *Ranunculus fluitans*, sondern von einer potamal geprägten Pflanzengemeinschaft aus *Potamogeton nodosus*, *Sparganium emersum* und *Nuphar lutea* besiedelt.

Obwohl das Arteninventar der beiden nach Osten abfließenden Donau-Quellflüsse Breg und Brigach dem der Elz ähnlich ist, gibt es doch erhebliche Unterschiede in den Verbreitungsmustern. Diese Unterschiede lassen sich sicher nicht primär mit Unterschieden im Wasserchemismus erklären, da sowohl Ober- und Mittellauf von Brigach und Breg als auch die Elz durch saure Gesteine des Grundgebirges, vorwiegend Gneise und Granite (Breg) fließen. Der auffälligste Unterschied zur Elz ist sicher die weite Verbreitung des meist submers wachsenden *Leptodyctium riparium* in Breg und Brigach (SCHMIDT et al. 2018). Das belastungstolerante Moos, das in der Elz nur einmal und in geringer Menge gefunden wurde, tritt in der Breg schon bald unterhalb der Quelle auf und in der Brigach im Oberlauf, was an zumindest leicht erhöhte Nährstoffeinträge bereits in den Oberläufen denken lässt. Ähnlich wie im Oberlauf der Elz ist *Scapania undulata* auf die sauren Oberläufe beschränkt, dagegen kommt *Hygrohypnum ochraceum* nur selten im Ober- und Mittellauf der Breg vor. *Chiloscyphus polyanthos*, das den Ober- und Mittellauf der Elz besiedelt, ist ebenfalls nur in der Breg zu finden und dort selten. Von BACKHAUS (1967) wird es nur für eine Probestelle im Oberlauf der Breg angegeben, in der Kartierung von 2004 durch SCHMIDT et al. (2018) erscheint dieses Moos nicht, kommt aber nach eigenen Untersuchungen an mehreren Stellen der Breg, aber nicht in der Brigach vor. Weit weniger häufig als in der Elz ist auch das strömungstolerante Moos *Platyhypnidium riparioides*. Dagegen ist *Callitriche hamulata* in Brigach und Breg häufiger und weiter verbreitet, auch setzt eine Dominanz der Hydrophyten bereits in den Mittelläufen ein. Verbreitungsmuster, Häufigkeit und eine von den Verhältnissen in der Elz abweichende floristische Zonierung legen eine insgesamt wohl geringere hydromorphologische Belastung der aquatischen Vegetation durch Strömung, Sedimenttransport und -umlagerung nahe. Im Vergleich zur Elz sind die Gefälle von Breg mit 8,25 und Brigach 5,76 % deutlich geringer, die Ausdehnung von Fließstrecken mit feinerem, für eine Besiedlung durch Hydrophyten besser geeignete Sohlmaterial größer (BACKHAUS & SANDER 1967).

5.2 Vegetationsdynamik

Hydrophyten sind in der Elz nur in einigen flach geneigten Abschnitten des quellnahen Muldentals und in einem kurzen Abschnitt vor der Mündung vorherrschend. Im Gegensatz zu der restlichen Fließstrecke herrschen hier offenbar Bedingungen, die eine dauerhafte Ansiedlung von Gefäßpflanzen erlauben. Nach FRANKLIN et al. (2008) ist in erster Linie das Abflußgeschehen von fundamentaler Bedeutung für die Verbreitung der Makrophyten in einem Fließgewässer. Die Makrophytendichte ist am geringsten in Gewässern mit stark schwankenden Abflußmengen und am höchsten in Gewässern mit geringen Abflußschwankungen und langen Niedrigwasser-Phasen (RÜS et al. 2008). Wirksam sind insbesondere Strömungsgeschwindigkeiten >1 m/s, die zu einer Schädigung bei Gefäßpflanzen

durch Sandabrieb und schließlich zu einer erosionsbedingten Entwurzelung führen. Abgesehen von den wenigen Abschnitten mit stabilen Makrophytenbeständen im quellnahen Hochtal und kurz vor der Mündung ist für die restliche Elz von einer hohen Vegetationsdynamik auszugehen, da auch submers und amphibisch wachsende Moosrasen der vernichtenden Wirkung starker Abflüsse ausgesetzt sind. Entsprechende Beobachtungen liegen für die Elz oberhalb Sexau allerdings kaum vor.

Eine beachtliche Populationsdynamik wurde bei *Ranunculus peltatus* beobachtet. Die im Unterlauf der Elz nur vereinzelt oder in kleinen Gruppen vorkommende Art erlebte zwischen 2007 und 2009 zwischen Sexau und Buchholz eine starke Zunahme, gefolgt von einer ebenso schnellen Abnahme (SCHÜTZ 2020). Ähnliche starke Populationsschwankungen zeigte die häufig einjährige Art in derselben Fließstrecke 20 Jahre früher. 1985 bildete sie dort Massenbestände, im darauf folgenden Jahr war sie nicht mehr aufzufinden (SCHWABE 1987). Dies deutet ebenfalls darauf hin, daß die Populationen der wenigen Hydrophyten in der Elz von Zone 2 bis Zone 4 eine räumlich und zeitlich hohe Variabilität aufweisen.

Stabil in seiner Zusammensetzung und kaum Schwankungen hinsichtlich der Pflanzenmenge unterworfen zeigt sich dagegen der seit 2006 beobachtete submerse Makrophytenbestand im untersten Abschnitt 41 (Tab. 2). Veränderungen verursachte nur die Umgestaltung der Fließstrecke zwischen 2015 und 2017, die zu einer Abnahme der Pflanzenmenge und einer Zuwanderung einiger bisher dort nicht heimischer Hydrophyten führte (SCHÜTZ 2020). Davon abgesehen ist die Vegetationsdynamik hier sehr gering, was auf eine relativ lagestabile Sohle schließen lässt. Dies gilt auch für das quellnahe Muldental, wo Hochwässer noch nicht die zerstörende Kraft wie im Mittel- und Unterlauf erreichen.

Danksagung

Für die Bestimmung kritischer Wasser- und vor allem Ufermoose bedanke ich mich ganz herzlich bei Matthias Ahrens.

Literatur

- AG.L.N. - BÜRO FÜR LANDSCHAFTSPLANUNG UND NATURSCHUTZMANAGEMENT (2016): Wasserrechtsverfahren Oberstufe Häusern: Fachbeitrag Moose - Moosvegetation der Fließgewässer. Auftraggeber: Schluchseewerk. https://rp.baden-wuerttemberg.de/rpf/Abt5/Ref51/HaeusernDIX/D.IX_LBP%20Text.pdf
- AHRENS, M. (2000): Fissidentaceae. S. 99-128 in: NEBEL, M., PHILIPPI, G. (Hrsg.): Die Moose Baden-Württembergs, Bd. 1. Ulmer, Stuttgart.
- ALAND - INGENIEURE UND ÖKOLOGEN FÜR WASSER UND UMWELT (2017): Konzept für ein maßnahmenbegleitendes Monitoring zur Erfolgskontrolle an der Elz. Schlussbericht für die LUBW (Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg).
- ANZEN-HENRICH, C. (1995): Die submersen Makrophyten des Schwarzwaldflusses Alb. Diplomarbeit Univ. Hohenheim.
- BACKHAUS, D. (1967): Die Makrophytenbesiedlung der obersten Donau und ihrer Quellflüsse. Arch. Hydrobiol./Suppl. Donauforschung 30: 306-320.
- BACKHAUS, D. & SANDER, U. (1967): Zur Chemie der Donauquellflüsse Breg und Brigach und des obersten Donauabschnittes bis zur Versickerung bei Immendingen. Arch. Hydrobiol. Suppl. Donauforschung 30: 228 – 305.

- BECKER et al. (2020): Maßnahmenbegleitendes Monitoring zur Erfolgskontrolle an der Elz. Untersuchungsprogramm 2018/2019. Abschlussbericht für das Regierungspräsidium Freiburg.
- BUTCHER, R. W. (1933): Studies on the ecology of rivers. I. On the distribution of macrophyte vegetation in the rivers of Britain. *J. Ecol.* 21: 58-91.
- BUTTNER, K. P., DEMUTH, S. & BREUNIG, T. (2018): Florenliste von Baden-Württemberg 2018. Liste der in Baden-Württemberg etablierten oder in Etablierung begriffenen Farn- und Samenpflanzen. Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (Hrsg.), 25 S. https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/documents/10184/232616/Florenlis-te_BW_alle_2019.pdf, aufgerufen am 1.9.2019
- COOK, C. D. K. (1966): A monographic study of *Ranunculus subgenus Batrachium* (DC) A. Gray. *Mitt. Bot. Staatssamml. München* 6: 47-237.
- DEMARS, B. O. L. & EDWARDS, A.C. (2009): Distribution of aquatic macrophytes in contrasting river systems: a critique of compositional-based assessment of water quality. *Sci. Total Environ.* 407: 975-990.
- DÖRING, W. (1979): Verbreitung und Indikatorwert makrophytischer Wasserpflanzen in der Freiburger Bucht. Diplomarbeit, Univ. Freiburg.
- FORSCHUNGSGRUPPE FLIEßGEWÄSSER - BOSTELMANN, R., BRAUKMANN U., BRIEM, E., DREHWALD U., FLEISCHHACKER, T., HUMBORG, G., KÜBLER, P., NADOLNY I. & SCHEURLIN, K. (1993): Fließgewässertypologie: Ergebnisse Interdisziplinärer Studien an naturnahen Fließgewässern und Auen in Baden-Württemberg Mit Schwerpunkt Buntsandstein - Odenwald Und Oberrheinebene. Ecomed, Landsberg, 226 S.
- FORSCHUNGSGRUPPE FLIEßGEWÄSSER (1998): Regionale Bachtypen in Baden-Württemberg. Arbeitsweisen und exemplarische Ergebnisse an Keuper- und Gneisbächen, *Handbuch Wasser* 2, Bd. 41, Karlsruhe, 269 S.
- FRANKLIN, P., DUNBAR, M. & WHITEHEAD, P. (2008): Flow controls on lowland river macrophytes: A review. *Sci. Total Environ.* 400: 369-378.
- GLIME, J. M. (2020): Stream Factors Affecting Bryophyte Physiology and Growth. Chapt. 2-2. In: GLIME, J. M.: Bryophyte Ecology 2-2-1, Vol. 4. Habitats and Roles. Ebook <http://digitalcommons.mtu.edu/bryophyte-ecology/>. Aufgerufen 25.05.2021
- HOLMES, N.T.H. & WHITTON, B.A. (1977): Macrophytic vegetation of the River Swale, Yorkshire. *Freshwater Biol.* 7: 545-558.
- IVERSEN, J. (1929): Studien über die pH-Verhältnisse dänischer Gewässer und ihren Einfluß auf die Hydrophyten-Vegetation. *Bot. Tidsskrift* 40: 277-331.
- KOHLER, A. & JANAUER, G. A. (1995): Zur Methodik der Untersuchung von aquatischen Makrophyten in Fließgewässern. In: STEINBERG, C., B., H., KLAPPER, H. (Hrsg.) *Handbuch angewandte Limnologie*. Ecomed-Verlag, VIII-1.1.3: 1-22.
- KRAUSE, W. (1971): Die makrophytische Wasservegetation der südlichen Oberrheinaue - Die Äschenregion. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 37(4): 387-465
- KÜCHLER, M. (2019): Vegedaz - Programm für die Erfassung und Auswertung von Vegetationsdaten. Version 9.22. <https://www.wsl.ch/de/services-und-produkte/software-websites-und-apps/veg-daz.html>, aufgerufen am 15.1.2019
- LANG, P. & MURPHY, K. J. (2011): Environmental drivers, life strategies and bioindicator capacity of bryophyte communities in high-latitude headwater streams. *Hydrobiologia* 679: 1-17.
- LANGE, J. (2007): Die Dreisam. Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. RegioWasser e.V. (Hrsg.), Freiburg, Lavori, 248 S.
- LUBW - LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (2010): Gewässerstrukturtaktierung Baden-Württemberg – Feinverfahren. *Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie* 112, 61 S.
- LUBW (2015a): Überwachungsergebnisse Makrophyten und Phytobenthos 2012. Biologisches Monitoring der Fließgewässer gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie, 35 S. [https://www.lubw.baden-wuert-](https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/documents/10184/232616/Überwachungsergebnisse_Makrophyten_und_Phytobenthos_2012.pdf)

temberg.de/documents/10184/521490/oekologie_wasserpflanzen_bericht_ueberwachungsergebnisse_makrophyten_und_phytobenthos_2012.pdf/3f2f86ab-c8e7-4ab0-acc7-7f29a8ce40d7

LUBW (2015b): Überwachungsergebnisse Makrozoobenthos 2012-2013; „Ergebnistabelle“; Format xls. <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/72552/>

LUBW (2016): Informationssystem für Abfluss-Kennwerte in Baden-Württemberg. Aktualisierung 2016. <http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/14020/>

LUBW (2021): Jahresdatenkatalog. Daten der Chemie-Messstellen. Online-Datenbank der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (Karlsruhe). https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/api/processingChain?ssid=7cfa6331-9f02-47a5-9f3a-d938eac7ee6b&selector=gewaesserguetedaten.meros%3Ameros_z_fisgequa_datenkatalog.sel., aufgerufen am 25.1.2021.

MAYER, B., TREMP, H. & KOHLER, A. (1994): Verwendung von Wassermoosen als Versauerungsindikatoren im Gebiet der Recht- und Rotmurg (Nordschwarzwald). In: BÖCKER, R., A. KOHLER (Hrsg.). Feuchtgebiete - Gefährdung, Schutz, Renaturierung. Hohenheimer Umwelttagung 26: 209-212.

MONSCHAU-DUDENHAUSEN, K. (1982): Wasserpflanzen als Belastungsindikatoren in Fließgewässern. Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 28, 115 S.

PHILIPPI, G. (1956): Einige Moosgesellschaften des Südschwarzwaldes und der angrenzenden Rheinebene. Beitr. Naturk. Forsch. Südwestdeutshl. 15/2: 91-124.

PHILIPPI, G. (1978): Veränderungen der Wasser- und Uferflora im badischen Oberrheingebiet. Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad. Württ. 11: 99-134.

PHILIPPI, G. (1987): Die Wassermoosvegetation im östlichen Odenwald und südlichen Spessart. *Carolinea* 45: 89-98.

PHILIPPI, G. (2000): Wassermoose. S. 32-34 in: NEBEL, M., PHILIPPI, G. (Hrsg.): Die Moose Baden-Württembergs Bd. 1, Ulmer, Stuttgart.

SUREN, A.M. & ORMEROD, S.J. (1998): Aquatic bryophytes in Himalayan streams: testing a distribution model in a highly heterogeneous environment. *Freshwater Biol.* 40: 697-716.

POTTGIESSER, T. & SOMMERHÄUSER, M. (2008): Beschreibung und Bewertung der deutschen Fließgewässertypen. Umweltbüro Essen im Auftrag des Umweltbundesamtes und der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser. Steckbriefe und Begleittext. http://gewaesser-bewertung.de/index.php?article_id=78

RIEDMÜLLER, U., HÖFER, R., FUCHS, U., SCHÜTZ, W., LIEB, W., BENESCH, A., OSCHWALD, L., HOFFMANN, M. (2019): Modelluntersuchung im Dreisam-Elz-Gebiet. Abschlussbericht für das Regierungspräsidium Freiburg. Referat 54,3. Berichtsteil 1: Monitoring und Ergebnisse.

RIIS, T., SUREN, A. M., CLAUSEN, B. & SAND-JENSEN, K. (2008): Vegetation and flow regime in lowland streams. *Freshwater Biol.* 53: 1531-1543.

REGIERUNGSPRÄSIDIUM (RP) FREIBURG (2015): Begleitdokumentation zum BG Oberrhein (Baden-Württemberg). Teilbearbeitungsgebiet 31 - Elz-Dreisam. Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG).

SAUER, M. & AHRENS, M. (2006): Rote Liste und Artenverzeichnis der Moose Baden-Württembergs. *Naturschutz-Praxis – Artenschutz* 10, Karlsruhe, 142 S.

SCARLETT, P. & O'HARE, M. (2006): Community structure of in-stream bryophytes in English and Welsh rivers. *Hydrobiologia* 553:143-152.

SCHAUMBURG, J., SCHRANZ, C., STELZER, D., VOGEL, A. & GUTOWSKI, A. (2012): Verfahrensanleitung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos. Arbeitsmaterialien des Bayerischen Landesamtes für Umwelt.

SCHMIDT, C. (1993): Die Wassermoosvegetation im Bergland Westfalens. *Abh. Westf. Mus. Naturk.* 55(4): 1-51 + 6 Falttabellen.

- SCHMIDT, B., JANAUER, G. A., BARTA V. & SCHMIDT-MUMM, U. (2018): Breg and Brigach, head-streams of the River Danube: biodiversity and historical comparison. p. 58-80 in: JANAUER, G. A., KVĚT, J., GERM, M., EXLER, N., GABERŠČIK, A. (Eds.): *Macrophytes of the River Danube Basin*, Academia, Praha.
- SCHNEIDER, R. (2000): *Landschafts- und Umweltgeschichte im Einzugsgebiet der Elz*. Dissertation, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Br. 178 S.
- SCHUBERT, R. (2008): Die Moosgesellschaften des Nationalparks Harz. *Mitteilungen zur floristischen Kartierung in Sachsen-Anhalt*, Sonderheft 5. 80 S.
- SCHÜTZ, W. (1992): *Ökologie, Struktur und Verbreitung der Fließwasserflora Oberschwabens und der Schwäbischen Alb*. Dissertationes Botanicae 192: 195. S, Cramer, Berlin, Stuttgart
- SCHÜTZ, W. (1995): Vegetation of running waters in south-west Germany - pristine conditions and human impact. *Acta Botanica Gallica* 142: 571-584.
- SCHÜTZ, W. (2017): *Aquatische Makrophyten im Kontext der WRRL*. Aquamak-Tagung Leipzig, Tagungsband: 55-62.
- SCHÜTZ, W. (2020): Botanische Beobachtungen auf den Elzdämmen bei Emmendingen. *Ber. Bot. Arbeitsgem. Südwestdeutschland* 9: 67-75.
- SCHÜTZ, W., WUCHTER, K., RÖHL, M. & REIDL, K. (2014): Wasserpflanzen des (Kinzig)-Schutter-Unditz-Fließgewässer-Systems in der Oberrheinebene. *Carolinea* 72: 41-62.
- SCHÜTZ, W., VEIT, U. & KOHLER, A. (2008): The aquatic vegetation of the Upper Danube river – past and present. *Archiv für Hydrobiologie* 166: 167-191.
- SCHÜTZ, W., TREMP, H., VEIT, U. & KOHLER, A. (2018): Distribution and habitats of aquatic macrophytes in the Upper Danube (Baden-Württemberg, Germany). p. 81-101 in: JANAUER, G. A., KVĚT, J., GERM, M., EXLER, N., GABERŠČIK, A. (Eds.): *Macrophytes of the River Danube Basin*, Academia, Praha.
- SCHÜTZ, W. & KING, L. (2019): Maßnahmenbegleitendes Monitoring zur Erfolgskontrolle an der Elz – Modul Makrophyten und Phytobenthos (MuP). Bericht für das Büro HYDRA (2020): Untersuchungsprogramm 2018/2019, im Auftrag des Regierungspräsidiums Freiburg.
- SCHÜTZ, W. & KING, L. (2021): Die benthische Algenflora der Elz (Schwarzwald). *Mitt. Bad. Landesver. f. Naturkunde Naturschutz* 23: 83-124.
- SCHWABE A. (1987): *Fluß- und bachbegleitende Pflanzengesellschaften und Vegetationskomplexe im Schwarzwald*. Dissertationes Botanicae 102, 400 S., Cramer, Berlin, Stuttgart.
- SMITH, A. J. E. (1978): *The Moss Flora of Britain and Ireland*. Cambridge University Press, Cambridge.
- STETZKA, K. M. & BAUMANN, M. (2002): Wassermoose als Versauerungs- und Eutrophierungs-indikatoren. *Untersuchungen aus dem Erzgebirge. Herzogia* 15: 277-296.
- STINGL, A. (1991): Die Wasser- und Ufermoose der Freiburger Dreisam und ihrer Zuflüsse (1985-1988). *Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz N. F.* 15/2: 303-329.
- TESSLER, M., TRUHN, K. M., BLISS-MOREAU, M. & WEHR, J. D. (2014): Diversity and distribution of stream bryophytes: does pH matter? *Freshwater Science* 33/3: 778-787. <https://doi.org/10.1086/676996>, aufgerufen am 02.04.2021.
- THIEBAUT, G., VANDERPOORTEN, A., GUEROLD, F., BOUDOT, J.-P. & MULLER, S. (1998): Bryological patterns and streamwater acidification in the Vosges Mountains (N.E. France): An analysis tool for the survey of acidification processes. *Chemosphere* 36/6: 1275-1289.
- TREMP, H. (1992): Einsatz submerser Bryophyten als Bioindikatoren in versauerten Fließgewässern des Schwarzwaldes. In: KOHLER, A., ARNDT, U. (Hrsg.) *Bioindikatoren für Umweltbelastungen*. Hohenheimer Umwelttagung 24: 143-157.
- TREMP, H., KAMPMANN D. & SCHULZ, R. (2012): Factors shaping submerged bryophyte communities: a conceptual model for small headwater streams in Germany. *Limnologia* 42/3: 242-250.
- TREMP, H. & KOHLER, A. (1993): Wassermoose als Versauerungsindikatoren. *Veröff. Projekt Ange-*

wandte Ökologie 6, 126 S.

VANDERPOORTEN, A. & KLEIN, J.-P. (1999): A comparative study of the hydrophyte flora from the Alpine Rhine to the Middle Rhine. Application to the conservation of the Upper Rhine aquatic ecosystems. *Biol. Conserv.* 87: 163-172.

WAHRENBURG, P., VAN DE WEYER, K. & WIEGLEB, G. (1991): Die Makrophytenvegetation im Einzugsgebiet der Rur II. Zur Zonierung von Makrophyten im Fließgewässersystem der Rur. *Decheniana* 144: 4-21.

Alle Fotos stammen vom Verfasser.

[illegible]

[illegible]

Fluss												Nebenflüsse			
Elz															
Abschnitt	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	Yac	WG1	WG2	Ott
NHN [m]	221	216	214	202	197	187	185	181	181	180	177	346	469	283	283
Deckung [%]	1	3	3	2	2	1	2	0.1	3	10	70	15	5	1	95
Artenzahl [n]	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Cluster-Gruppe	8	8	8	8	4	3	7	-	7	6	6	8	8	8	5
Floristische Zone	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	.	.	.	.
Indikative Arten															
<i>Marsupella emarginata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Brachythecium plumosum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.
<i>Peplis portula</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus flammula</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Callitriche hamulata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Glyceria fluitans</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	.
<i>Hygrohypnum ochraceum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Racomitrium aciculare</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Scapania undulata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Caltha palustris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Marchantia polymorpha</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Cardamine amara</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Thamnobryum alopecurum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	2	3
<i>Chiloscyphus polyanthos</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2	.	.
<i>Fontinalis squamosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5
<i>Amblystegium fluviatile</i>	1	3	3	2	2	1	.	.	.	.	.	4	3	3	2
<i>Platyhypnidium riparioides</i>	2	3	3	2	1	.	.	.	.	.	.	3	3	2	5
<i>Fontinalis antipyretica</i>	.	3	3	1	.	.	.	.	.	.	.	2	2	.	.
<i>Elodea nuttallii</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	2	.	.	.	.
<i>Lemna minor</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.
<i>Myriophyllum spicatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.
<i>Potamogeton crispus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.
<i>Ranunculus fluitans</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	2	3	5	.	.	.	.
<i>Leersia oryzoides</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	2	.	.	.	.
Sonstige															
<i>Brachythecium rivulare</i>	.	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	1	.
<i>Agrostis stolonifera</i>	1	.	.	1	2	.	2	.	2	2	.	.	1	.	.
<i>Phalaris arundinacea</i>	.	2	1	2	2	3	2	.	2	3	3	.	.	.	.
<i>Schistidium apocarpum</i>	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	3	.
<i>Schistidium rivulare</i>	.	2	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	3	2	2
<i>Hygrohypnum duriusculum</i>	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Ranunculus peltatus</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galium palustre</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Fissidens crassipes</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sparganium erectum</i>	.	.	.	.	.	2	2	.	2	.	.	.	.	.	.
<i>Persicaria hydropiper</i>	.	.	.	.	2	.	1	.	.	2	2	.	.	.	.
<i>Myosotis scorpioides</i>	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.

Weitere Arten: *Dichodontium pellucidum* (19;1), *Eurynchium praelongum* (9;1), *Leptodictyum riparium* (9;1), *Pellia epiphylla* (1;2, 23;1), *Callitriche obtusangula* (41;1), *Carex acutiformis* (37;1), *Equisetum arvense* (30;2), *Iris pseudacorus* (37;1), *Lythrum salicaria* (40;1), *Nasturtium officinale* (41;2), *Persicaria lapathifolia* (41;2), *Rorippa palustris* (40;2), *Scirpus silvaticus* (39;1), *Solanum dulcamara* (37;2), *Spirodela polyrrhiza* (41;1)

Mitt. Bad. Landesverein Naturkunde u. Naturschutz	Bd.25	2023	DOI: 10.6094/BLNN/Mitt/25.05	Seiten 113-147	Freiburg/Breisgau Februar 2023
--	-------	------	------------------------------	----------------	-----------------------------------

Flora und Vegetation der Flaumeichen-Mischwälder (*Quercetum pubescenti-petraeae*) im Kaiserstuhl, SW-Deutschland

VON ALBERT REIF¹ UND KATHARINA TRUÉ¹



Flaumeichen am Pfaffenlochberg bei Achkarren. 25.12.2022. © Albert Reif

Zusammenfassung

Die Arbeit beschreibt den aktuellen Zustand der Flaumeichen-Wälder des Kaiserstuhls und diskutiert deren Entwicklungstendenzen. Untersucht wurden 24 entwickelte Bestände mit geschlossenem Kronendach und unter Vermeidung von Störstellen und Randeffekten. Dort wurden 55 Vegetationsaufnahmen erhoben, anschließend wurden sie klassifiziert und ordiniert.

¹ Prof. Dr. Dr. h.c. Albert Reif, Katharina Trué, Universität Freiburg, Fakultät für Umwelt und natürliche Ressourcen, Professur für Standorts- und Vegetationskunde, Tennenbacher Str. 4, D-79106 Freiburg. E-Mail: albert.reif@waldbau.uni-freiburg.de, katharina.true@web.de

Die Flaumeichen-Wälder können in vier Ausbildungen unterteilt werden: (1) Ausbildung mit Knoblauchsrauke (*Alliaria petiolata*) und weiteren Nitrophyten im Unterwuchs; (2) Ausbildung mit Kriechender Rose (*Rosa arvensis*); (3) Ausbildung mit Mehlsbeere (*Sorbus aria* agg.); (4) Ausbildung mit Binkelkraut (*Mercurialis perennis*).

Die historische wie aktuelle Licht- und Nährstoffversorgung wurde durch Berechnung der Ellenberg-Zeigerwerte ermittelt und mit historischen Untersuchungen verglichen. Es zeigt sich, dass die Bestände insgesamt gesehen dunkler und reicher an stickstoffzeigenden Arten geworden sind. Eutrophierung durch Stickstoffeintrag, Aufgabe der traditionellen Waldnutzungen und die somit fortschreitende Sukzession führen zur Veränderung von Struktur und Artenzusammensetzung. Dies weist darauf hin, dass abschnittsweise starke Auflichtungen der Bestände mit Entzug von Biomasse und dadurch Nährstoffen für den Schutz der submediterranen Unterwuchsarten wie auch die Naturverjüngung der Eichen zielführende Pflegemaßnahmen sind.

Schlüsselworte

Quercus pubescens, submediterran, Eutrophierung, Pflege

Abstract

The thesis describes the current state of the downy oak (*Quercus pubescens*) forests of the Kaiserstuhl region, Southwest Germany, and discusses their development tendencies. 24 developed stands with a closed canopy and avoiding canopy and edge effects were examined. 55 vegetation photographs were taken there, after which they were classified and ordinated.

The downy oak forests can be divided into four forms: (1) form with garlic mustard (*Alliaria petiolata*) with nitrophytes in the undergrowth; (2) form with creeping rose (*Rosa arvensis*); (3) form with whitebeam (*Sorbus aria* agg.); (4) form with ringelwort (*Mercurialis perennis*).

The information about the current light and nutrient supply was obtained by calculating the Ellenberg indicator values, and compared with historical studies. It could be shown that the populations in general have become darker and richer in nitrogen-indicating plant species. Eutrophication through nitrogen input, the termination of traditional forest uses and the resulting succession lead to changes in stand structure and species composition. This indicates that opening the stands in sections and combined with the removal of biomass and its nutrients appear to be efficient maintenance measures for the protection of the sub-Mediterranean undergrowth species as well as the natural regeneration of the oaks.

Key words

Quercus pubescens, Submediterranean, eutrophication, management

Einleitung

Die Flaumeiche (*Quercus pubescens* WILLD.) ist eine Baumart submediterran verbreiteter Eichen-Mischwälder (Quercetalia pubescenti-petraeae). In Deutschland kommen derartige Eichen-Mischwälder kleinflächig und inselartig auf warm-trockenen („xerothermen“) Sonderstandorten mit kalk- oder basenhaltigem Gestein vor, eingebettet in die zonale Vegetation der Buchenwälder (HÄRDLE et al. 2004).

Flaumeichen-Mischwälder sind geprägt durch sommerliche Trockenheit und dadurch bedingt weitgehendes Fehlen der Buche (*Fagus sylvatica*), zugleich Winterkälte mit Frösten und an diese angepasst durch Laubfall. Auf derartigen Extremstandorten, die nahe der Trockengrenze von Wäldern liegen (SAYER 2000), konnten die Baumarten der xerothermen Eichen-Mischwälder nacheiszeitlich nicht von der Buche verdrängt werden und sind daher als „Relikte“ eines in der postglazialen Wärmezeit weiter verbreiteten Vegetationstyps anzusehen (OBERDORFER 1992, ELLENBERG & LEUSCHNER 2010).

Aufgrund der Trockenheit der Standorte sind Flaumeichenwälder schwachwüchsig. Die oft nur 5-10 m hohen Bäume bilden lichte Wälder mit gut entwickelten und artenreichen Kraut- und Strauchschichten. Zu der Artenausstattung zählen Trockenheit und Halbschatten ertragende Wärmezeiger. Vielfach finden sich Saumarten im floristischen Grundstock (SUCK et al. 2014). In Wärmegebieten sind xerotherme Eichen-Mischwälder auch anthropogen auf noch buchenfähigen Standorten durch Nieder- oder Mittelwaldbewirtschaftung entstanden (SUCK et al. 2014), da Eichen durch den Menschen früher stark gefördert wurden und sich besser als Buchen aus Stockausschlag regenerieren können.

Auch wenn die Artenausstattung im Kaiserstuhl im Vergleich zu den Verbreitungszentren im südlichen und südöstlichen Südeuropa artenärmer ist, so zählen Flaumeichenwälder zu den artenreichsten Waldgesellschaften Mitteleuropas (HÄRDTLE et al. 2004). Unter der lichten Baumschicht oder im lichtreicheren Rand konnten sich mediterrane, submediterrane und zum Teil aus dem Südosten Europas stammende Arten halten (ELLENBERG & LEUSCHNER 2010).

Entsprechend des jeweiligen Großklimas lassen sich zwei Gruppen von xerothermen Eichen-Mischwäldern unterscheiden, nämlich ein Verband der west-submediterranen Flaumeichen-Wälder (*Quercion pubescenti-petraeae*) und der (ost-)mitteleuropäischen, subkontinental getönten xerothermen Eichenwälder (*Potentillo albae-Quercion petraeae*) (OBERDORFER 1992).

Die subkontinentale Gruppe strahlt bis in die stärker winterkalten, jedoch sommertrockenen Extremstandorte Deutschland ein, beispielsweise im Grabfeldgau Nordbayerns und in Mitteldeutschland. Sie hat ihren Verbreitungsschwerpunkt im östlichen Südeuropa (Balkanländer, Donauniederung und Ukraine). Dort bilden sie Eichen-Steppenwälder zwischen den sommergrünen Laubwäldern Mitteleuropas (*Querco-Fagetea*) und den kontinentalen Steppenlandschaften des südöstlichen Europa. Die submediterrane Gruppe bildet zonale Schlusswaldgesellschaften in der montanen Höhenstufe der mediterranen und submediterranen Zone, so in Südfrankreich, im Südalpenraum, im Apennin und an der Adriaküste (OBERDORFER 1992, HÄRDTLE et al. 2004).

Innerhalb der xerothermen Eichen-Mischwälder der (west-)submediterranen Ausprägung (*Quercion pubescenti-petraeae*) ist der mitteleuropäische Flaumeichen-Mischwald (*Quercetum pubescenti-petraeae*) die wichtigste Assoziation in Deutschland und damit auch im Kaiserstuhl (WILMANN 2009). Auf der Roten Liste der Pflanzengesellschaften Deutschlands ist er als „gefährdet“ eingestuft (RENNWALD 2000). Aufgrund des kleinflächigen Vorkommens und des geringen Zuwachses besitzt die Flaumeiche keine forstwirtschaftliche Bedeutung (SAYER 2000). Hinsichtlich des Klimawandels könnte sich das in Zukunft ändern.

Die Modellierung von ILLÉS & MÓRICZ (2022) sieht für diese Baumart das Potential voraus, sich in den nächsten Jahrzehnten stärker auszubreiten und ihr Areal in Richtung Norden zu verschieben.

Die Wälder des Kaiserstuhls und speziell die seltenen Flaumeichen-Mischwälder wurden vielfach vegetationskundlich untersucht (SLEUMER 1933, V. ROCHOW 1948, MÜLLER 1962, WILMANNS 1977, SCHUNICHT 1980, DIENST 1982, WILMANNS & BOGENRIEDER 1995). Nach der Aufgabe der Bewirtschaftung konnte eine Abnahme der mittleren Artenzahl und der lichtliebenden Saumarten beobachtet werden, einhergehend mit lokaler Zunahme von Nährstoffzeigern (MÜLLER 1962; WILMANNS & BOGENRIEDER 1995).

Die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführte Vegetationserfassung beschreibt den aktuellen Zustand dieser Wälder und diskutiert ihre Entwicklungstendenzen. Einbezogen wurden entwickelte Bestände mit geschlossenem Kronendach und unter Vermeidung von Störstellen und Randeffekten. Die Vegetationsdaten wurden klassifiziert und ordiniert. Die historische wie aktuelle Licht- und Nährstoffversorgung wurde durch Berechnung der Zeigerwerte ermittelt (ELLENBERG & LEUSCHNER 2010) und mit historischen Untersuchungen verglichen. Der Vergleich von Strukturdaten, Artenzahlen und Zeigerwerte erlaubt Rückschlüsse auf die Entwicklungen der letzten Jahrzehnte (vgl. auch LELLI et al. 2020, WÖRZ & THIV 2015).

Der Kaiserstuhl

Der Kaiserstuhl einschließlich des Limbergs im Nordwesten ist ein kleines Mittelgebirge vulkanischen Ursprungs im Süd-Westen Baden-Württembergs. Er erhebt sich aus der Mitte der südlichen Oberrheinebene (ca. 200 m NHN) um etwa 350 Meter (WILMANNS et al. 1989). Der Kaiserstuhl liegt somit in der kollinen und submontanen Höhenstufe. In der Nord-Süd-Ausdehnung misst der Kaiserstuhl eine Länge von 15,8 km und in der Ost-West-Ausdehnung 12,5 km. Die Gesamtfläche beträgt 92,5 km² (GROSCHOPF et al. 2009).

Bedingt durch die spezielle geographische Lage des Kaiserstuhls herrscht hier sommerwarmes und wintermildes Klima. Der Regenschatten der Vogesen übt sich stärker im Westen des Kaiserstuhls aus. Gegen Osten und mit zunehmender Nähe zum Schwarzwald nehmen auch die Niederschläge wieder zu. Die mittleren jährlichen Niederschläge liegen im westlichen Bereich bei etwa 600 mm (Regenschatten der Vogesen), am Ostrand bei 800 mm (GROSCHOPF et al. 2009). Zu den geringen Niederschlägen kommen Warmlufteinbrüche aus Süd-Südwest durch die Burgundische Pforte zwischen den Vogesen und dem Schweizer Jura (WILMANNS et al. 1989). Im Winter, wenn es durch den Kaltluftabfluss der Mittelgebirge häufig zu Temperaturinversionen kommt, ragt der Kaiserstuhl aus der mit Nebel gefüllten Rheinebene heraus. Diese Faktoren sind Grund dafür, dass die Vegetationsperiode (Tage mit >5 °C) bei durchschnittlich 250 Tagen (Angabe für Oberbergen) liegt, zumindest vor Zeiten der Klimaänderung, und hier ein submediterranges Klima vorherrscht (GROSCHOPF et al. 2009). Dieses Klima ist besonders geeignet für Landwirtschaft und speziell den Weinbau, welcher seit Jahrhunderten für den Kaiserstuhl prägend ist.

Der Kaiserstuhl stellt die abgetragenen Überbleibsel vulkanischer Tätigkeit von vor 18-13 Millionen Jahren dar (WIMMENAUER 1977). Neben vulkanischen Laven und Tuffen besteht der

Kaiserstuhl aus Sedimentgesteinen, die den Ost-Kaiserstuhl aufbauen. Ein Kranz der mäßig sauren, doch aufgrund einer Vielzahl von Mineralien nährstoffreichen Ergussgesteine Tephrit und Essexit erstreckt sich von Norden über den Westen bis in den Süden (Abb. 1). Das Zentrum des Kaiserstuhls besteht aus dem magmatischen Karbonatgestein Karbonatit.

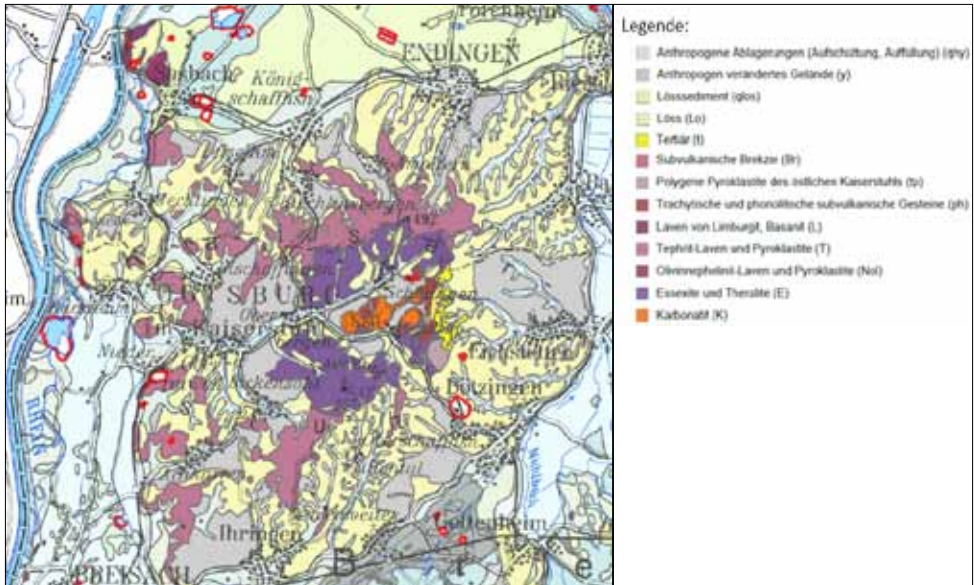


Abb. 1: Geologische Einheiten am Kaiserstuhl. Quelle: LGRB (2017a).

Die Verwitterung des Vulkangesteins und damit die Bodenbildung und Freisetzung von Nährstoffen schreitet bei den geringen Niederschlägen nur langsam voran. Grundlage für die Landwirtschaft in der Region stellt eine bis zu 60 m dicke Lössschicht dar. Nacheiszeitlich wurde dieses äolische Sediment aufgeweht, es hüllt den Kaiserstuhl heute bis zu 80 % ein und dominiert daher sein Erscheinungsbild. Nur an wenigen Stellen, beispielsweise am Schlossberg in Achkarren oder am Limberg in Sasbach, tritt das vulkanische Gestein an die Oberfläche (RP FREIBURG 2004, GROSCOPF et al. 2009). Bezüglich der Böden bildeten sich Pararendzina aus Löss und Sandlöss; Pararendzina und Braunerde-Pararendzina aus Vulkanverwitterung; Rigosol aus Fließerden, Löss und verschiedenen Festgesteinen; Braunerde, Pelosol-Braunerde und Pseudogley-Braunerde aus Fließerden; sowie Kolluvium (GROSCOPF et al. 2009; LGRB 2017b).

Die Landschaft des Kaiserstuhls setzt sich aus einem Mosaik von Rebanlagen, Obstplantagen, Wäldern, lokal Grünland und Äckern zusammen. Der größte Teil der Landschaft ist durch Rebterrassen und deren Böschungen geprägt. Bis zu einer Höhe von etwa 400 m ü. NHN sind sie auf den meisten Hängen zu finden. Wo sie noch erhalten sind, verbinden Hohlwege und -gassen aus Löss die verschiedenen Landschaftsmosaik (GROSCOPF et al. 2009, RP FREIBURG 2004). Wälder finden sich in erster Linie auf dem nach Westen geöffneten hufeisenförmigen Rücken und den Hügeln und Kuppen im Westen des Kaiserstuhls.

Wälder im Kaiserstuhl

Durch das diverse Kleinklima und die lokal verschiedenen Böden, sowie bedingt durch frühere und heutige Nutzung, sind die Wälder des Kaiserstuhls reich an Baumarten und Waldstrukturen. Die Besitzstruktur setzt sich zusammen aus etwa 50 % Körperschafts- und Staatswald sowie 50% kleinparzelliertem Privatwald (GROSCHOPF et al. 2009). Auf Grund dieser Zersplitterung war und ist teilweise bis heute eine systematische Waldbewirtschaftung nicht möglich, was eine hohe Diversität von sehr verschiedenen Bewirtschaftungsformen, Baumartenzusammensetzungen und Waldstrukturen zur Folge hat (vgl. WILMANN 2009).

Insgesamt nimmt die Holzbodenfläche am Kaiserstuhl ca. 2000 ha ein. Die vorkommenden Waldbestände setzen sich zu 90 % aus Laubbaumarten und zu 10 % aus Nadelbaumarten zusammen. Letztere stammen fast ausschließlich aus Aufforstungen. Die vorherrschenden Waldgesellschaften am Kaiserstuhl sind verschiedene Buchenwälder (Carici-, Galio-odora-ti-, Luzulo-Fagetum), Eichen-Hainbuchenwälder (v.a. Galio-Carpinetum) und kleinflächig die submediterran geprägten Flaumeichen-Mischwälder.

Nutzungsgeschichte der Wälder des Kaiserstuhl

Die Nutzungsgeschichte der Wälder im Kaiserstuhl kann nur verstanden werden im Kontext mit der Geschichte der Nutzung der gesamten Landschaft. Die kleinbäuerlich geprägte gemischte Landwirtschaft diente vor allem der Selbstversorgung. Äcker, Streuobst und Gärten, Wiesen in den Talbereichen und Hängen, Tierhaltung (Kühe, daneben Pferde, Ziegen, Schweine), dazu Weinbau waren integrierte Bestandteile eines jeden Bauernhofes. Aufgrund der Realteilung waren die Betriebe an der unteren Grenze der Überlebensfähigkeit. In dieser „Armutsregion“ war der Nutzungsdruck auf die Landschaft enorm (MÜLLER 1933). Vor allem die Grenzertragsflächen an steilen, steinigten Hängen litten unter Übernutzung und Nährstoffentzug, ohne dass Mist als Kompensationsdüngung dort ausgebracht werden konnte, denn dieser wurde für die Gärten und Äcker benötigt.

Obwohl die Angaben zur Grünlandnutzung fast ausschließlich späte Mahd zwischen Juli und September dokumentieren (VON ROCHOW 1951), wird zumindest vor der Stallhaltung der Tiere, also vor dem 19. Jahrhundert, und vermutlich auch danach Beweidung ebenfalls eine gewisse Rolle gespielt haben: „Vielfach werden ... Bergwiesen, wie z.B. die Schelinger Matten, auch als Weiden benutzt“ (MÜLLER in LAIS et al. 1933). Dies ist insbesondere für steile, felsig-steinige Hang- und Kuppenlagen anzunehmen, auf denen Magerrasen, stark devastierte Stockausschlagwälder und deren Auflichtungsphasen nach Holznutzung eine kümmerliche Weide geboten haben mögen. Auf zumindest lokale Be- und Überweidung weist das reliktsche Vorkommen des Wacholders (*Juniperus communis*) an verschiedenen Stellen im Offenland (u.a. nahe Vogelsangpass, Südwestrand der Hochfläche am Badberg, Böschung im Gewann „Pfaffenhölzle“ am Bitzenberg, Waldrand am Steilhang unterhalb NSG „Oberes Barzental“ nördlich Schelingen) wie auch heute noch im Flaumeichenwald östlich Kiechlinsbergen (vgl. Vegetationstabelle I im Anhang: Tab. I/31) hin. Für frühere lokale Weidenutzung spricht auch die bei SLEUMER (1933) erwähnte historische Gewinnung von „Rasenflächen“ durch Zurückdrängen von Gehölzen wie Schlehe, Liguster und Wolligem Schneeball durch Abholzen und Einsatz von Feuer. Unterbleiben diese Eingriffe, entwickelt sich hieraus Flaumeichenwald, wie etwa am Bitzenberg bei Achkarren (SLEUMER 1933).

Eine flächendeckende historische Dokumentation der Bewirtschaftung der Wälder am Kaiserstuhl ist nicht existent. Dies liegt an den kleinstrukturierten Besitzverhältnissen sowie der Grenzlandsituation zwischen (Vorder-)Österreich und Frankreich: Viele forstliche Dokumente sind den Kriegswirren zum Opfer gefallen. Forsteinrichtungswerke bestehen für einen Teil der Gemeinden, allerdings erst seit Mitte des 19. Jahrhunderts (WILMANN 2009).

Aus den Forsteinrichtungswerken kann entnommen werden, dass die Hauptfunktion der Wälder bis um die Jahrhundertwende (19./20. Jhdt.) die Lieferung von Brennholz und von Laubstreu darstellte. Nach Möglichkeit wurde auch Bauholz gewonnen, indem beim Kahlhieb einzelne gut gewachsene Bäume als Oberstand belassen wurden, darunter auch Flaumeichen (so am Limberg, SLEUMER 1933). Eine weitere Nutzung war die Gewinnung von Rebstecken. Im Kaiserstuhl wurden daher viele Wälder bis in die 1920er Jahre, lokal sogar bis in die 1950er Jahre als Mittel- oder Niederwälder bewirtschaftet, der Umtrieb erfolgte alle 12-15 Jahre (SLEUMER 1933) bzw. 10 bis 25 Jahre (WILMANN & BOGENRIEDER 1995). An manchen Stellen wurden Eichen-Schälwälder, v.a. mit Traubeneiche, zur Gerbindengewinnung angelegt (WILMANN 2009).

Niederwaldwirtschaft fördert die gut stockausschlagfähigen Arten Hasel (*Corylus avellana*), Hainbuche (*Carpinus betulus*), Linde (*Tilia spec.*), Feldulme (*Ulmus minor*), Feldahorn (*Acer campestre*), Eiche (*Quercus spec.*) und die Els- und Mehlbeere (*Sorbus torminalis*, *S. aria*). Weniger stockausschlagfähig ist die Rot-Buche (*Fagus sylvatica*), sie wurde durch diese Bewirtschaftung zurückgedrängt (WILMANN 1977, 2009). Die jahrhundertelange Niederwaldbewirtschaftung lässt sich auch heute noch anhand von durchgewachsenen Stockausschlägen belegen, beispielsweise in Flaumeichen-Wäldern in den NSG Bitzenberg und Büchsenberg (Abb. 2).

Im 19. Jahrhundert versuchte man auch im Kaiserstuhl, eine geregeltere Forstwirtschaft einzuführen.



Abb. 2: Überalterter Stockausschlag der Flaumeiche im NSG Büchsenberg. Der Bereich des vor Jahrzehnten abgesägten früheren Zentralstammes ist durch Holzzersetzung ausgehöhlt, es bildete sich eine wassergefüllte „Phytohelme“. 25.12.2022. © Albert Reif

- Zwischen 1850 und 1880 wurden nach Kahlhieben großflächig Wald-Kiefern (*Pinus sylvestris*) gepflanzt (WILMANNS 2009), die sich jedoch schnell als ungeeignet herausstellten (SLEUMER 1933). Ursache waren (Nass-)Schnee- und Eisbruch. Dadurch sind Kiefern auch heute noch immer in den wieder ausgetriebenen, heute durchwachsenden Niederwäldern „reliktisch“ anzutreffen (vgl. Tab. I/Aufnahme 1, 32, 33). Die heißen Trockensommer der letzten Jahre führten vor allem bei der Wald-Kiefer zu Ausfällen, eine Ursache sind die im Vergleich zu Eichen hohen Atmungsverluste der Kiefer bei hohen Temperaturen (UNGERSON & SCHERDIN 1968). Daher ist die Wald-Kiefer zwar als trockenheits-, nicht jedoch sehr hitzetolerant einzustufen.
- Andere Bestände wurden nach Kahlhieb mit Robinie (*Robinia pseudacacia*) bepflanzt (reliktische Vorkommen vgl. Vegetationstabelle I/1, im Anhang).

In manchen Teilen des Kaiserstuhls hielten sich diese Bewirtschaftungsformen der Nieder- und Mittelwaldbewirtschaftung ungewöhnlich lange, nämlich bis nach dem zweiten Weltkrieg (WILMANNS & BOGENRIEDER 1995). Erst danach wurde die Bewirtschaftung von der heute üblichen Betriebsform des Hochwaldes abgelöst. Seither wachsen die ehemals licht gehaltenen Wälder aus den Stockausschlägen zu immer dichter schließenden Beständen heran, und der ehemals üppige lichtliebende Unterwuchs wird „ausgedunkelt“ (WILMANNS 2009).

Die Flaumeiche

Die Flaumeiche (*Quercus pubescens* WILLD.) ist ein sommergrüner, meist krummwüchsiger Baum oder Strauch. Sie kann bis zu 25 m hoch und an die 500 Jahre alt werden (ELSÄSSER et al. 2003, SCHÜTT et al. 1992, SEBALD et al. 1990). Oft erreicht sie nur eine Höhe von 5-10 m. Die geringe Höhe und der krüppelige Wuchs einhergehend mit feinen Jahrringen sind Zeichen geringer Produktivität. Diese ist vor allen Dingen auf die Trockenheit der Standorte zurückzuführen (HÄRDITL et al. 2004). Auf mesophytischen Standorten in Mitteleuropa hat die Flaumeiche das Potenzial auch geradschaftige und hochwüchsige Bestände zu bilden, welche Bauholzqualität erreichen (MAYER 1984). Die Güte des Holzes der Flaumeiche ähnelt dem der Traubeneiche, das Flaumeichenholz ist jedoch etwas schwerer, dauerhafter und weniger elastisch (SCHWARZ 1937, SCHÜTT et al. 1992).

Die Flaumeiche ähnelt auch in weiteren Merkmalen der Traubeneiche (*Quercus petraea* (Matt.) LIEBL.), mit der sie eng verwandt ist (SCHÜTT et al. 1992). Flaum- und Traubeneiche können untereinander Hybriden bilden. Da sie sich immer wieder kreuzen können (Genintrogression) sind die beiden Elternarten mit unterschiedlichen Gewichtungen an den Zwischenformen beteiligt (MÜLLER 1999, SALVINI et al. 2009). Genetisch besteht zwischen mitteleuropäischer Flaum- und Traubeneiche daher ein mehr oder weniger fließender Übergang. Aufgrund der Vielzahl an Zwischenformen, die im Kontaktbereich der beiden Arten existieren, ist eine klassische taxonomische Zuordnung der Arten kaum möglich (ENDTMANN 2008). Eine Zusammenfassung des mitteleuropäischen-Formschwarms als *Quercus pubescens* sensu lato (s.l. = im weiteren Sinne) oder als *Quercus pubescens*-Gruppe ist daher gängig.

Optisch kennzeichnend für die Flaumeiche ist eine dichte flaumig-filzige Behaarung an jungen Trieben und deren Blättern, die im Spätsommer jedoch mehr oder weniger verkahlen (SCHÜTT et al. 1992). Da viele morphologische Merkmale zur Unterscheidung der mit-

teleuropäischen Eichenarten Flaumeiche, Traubeneiche und Stieleiche (*Quercus robur*) und der Hybriden nicht eindeutig oder nur graduell ausgebildet sind, hat Aas (1998) einen vereinfachten Bestimmungsschlüssel anhand der Blatt- und Sprossbehaarung erstellt (Abb. 3). Sind weder auf der Blattober- noch auf der Blattunterseite Haare zu finden, handelt es sich um die Stieleiche. Um Flaumeiche, Traubeneiche und Flaumeichen-Hybriden differenzieren zu können, ist die Unterscheidung von sogenannten Stern- und Büschelhaaren elementar. Beides sind Nichtdrüsenhaare mit zwei oder mehr Armen. Entscheidend ist die Länge der Haare und ob sie von der Blattepidermis abstehen oder nicht. Büschelhaare stehen deutlich von der Epidermis ab und sind im Schnitt doppelt so lang wie die Sternhaare (Aas 1998). Büschelhaare an einem Individuum weisen auf eine genetische Beteiligung von *Quercus pubescens* hin. Nur wenn zusätzlich keine Sternhaare zu finden sind, handelt es sich um *Quercus pubescens* sensu stricto (s.s., im engeren Sinne), die „reine Form“ der Flaumeiche. Weist die Blattunterseite neben den Büschelhaaren zusätzlich auch Sternhaare auf, handelt es sich um eine Flaumeichen-Zwischenform (*Quercus pubescens* x *Quercus petraea*).

Das Flaumeichenholz gilt wegen der feinen Jahrringe in der Bearbeitung und Handhabung als „ruhig“ und sehr widerstandsfähig. Das Kernholz der Flaumeiche fand daher regional auch Verwendung als Holzgewinde für Obst- und Weinpressen (EBI 2013). In Ländern mit größeren Flaumeichen-Vorkommen wird die Flaumeiche heute noch zur Produktion von Weinfässern (Frankreich, Elsass), aber auch als bedeutende Wirtsart für die Herstellung von Trüffeln (z.B. Italien) verwendet (ELSÄSSER et al. 2003).

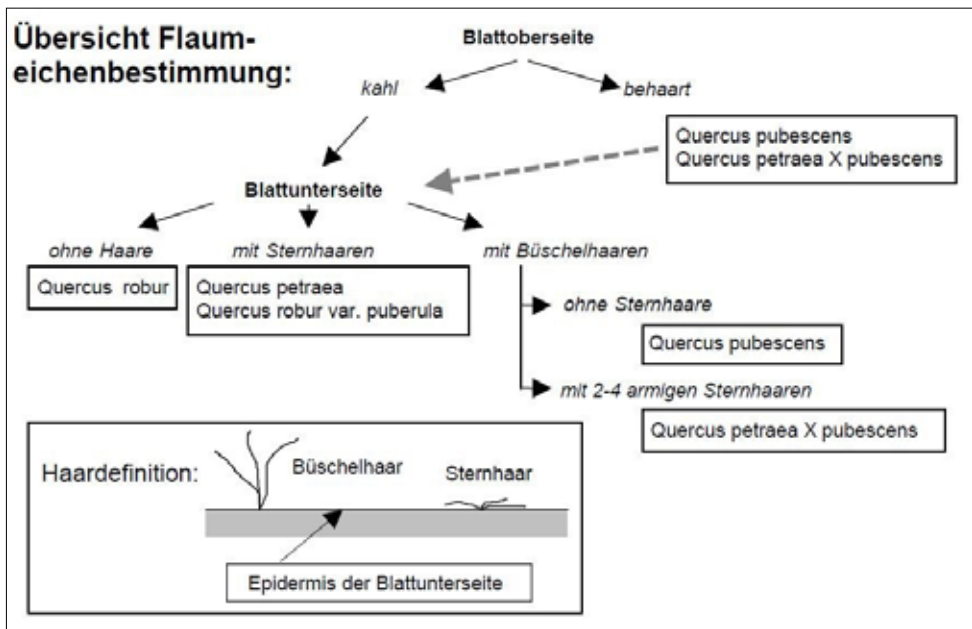


Abb. 3: Schlüssel zur morphologischen Bestimmung der drei mitteleuropäischen Eichenarten Stiel-Eiche (*Quercus robur*), Trauben-Eiche (*Q. petraea*), Flaum-Eiche (*Q. pubescens*) und ihrer Hybriden nach Aas (1998).



Abb. 4: Verbreitungsareal der Flaum-Eiche (*Quercus pubescens* s.l.) mit geschlossenem Areal sowie isolierten bzw. disjunkten Vorposten. Quelle: PASTA et al. 2016 in CAUDULLO et al. 2017.

Die Flaumeiche ist eine vorwiegend mediterran-submediterrane Art (CAUDULLO et al. 2017, HÄRDLE et al. 2004, PASTA et al. 2016). Ihr Verbreitungsgebiet erstreckt sich vom südlichen West- und Mitteleuropa über Südeuropa bis nach Kaukasien und Kleinasien (Abb. 4). In Mitteleuropa erreicht die Flaumeiche ihre nördliche Arealgrenze (SUCK et al. 2014), mit Beständen am Hochrhein (Dinkelberg, Klettgau), in der Schwäbischen Alb und dem Neckarland sowie am südlichen Oberrhein (Elsass, Kaiserstuhl) (BREUNIG & DEMUTH 1999, KÄTZEL et al. 2014).

Flaumeichenwald am Kaiserstuhl

Flaumeichenwälder finden sich am Kaiserstuhl vorzugsweise auf flachgründigen, steinigen Oberhängen und Kuppenlagen in Südwestexposition (Abb. 6). Alle Bestände weisen noch niederwaldartige Strukturen auf, wurden aber meistens seit Jahrzehnten nicht mehr als solche genutzt. Viele von diesen sind zu dichten Beständen „durchgewachsen“, manche befinden sich nach Vereinzelung ihrer Stockausschläge („nur der beste Stamm bleibt stehen“) auf dem Weg zum Hochwald (Abb. 5).

Da diese wärmebegünstigten Standorte von Flaumeichen-Mischwäldern ideale Lagen für den Weinbau darstellen, wurden Bestände dieser Waldgesellschaft oftmals für die Anlage von Weinterrassen gerodet. Vielerorts findet man heute daher nur noch Reste davon als schmale Streifen („Traufwald“) am Oberhang von Weinbergen oder Steinbrüchen (OBERDORFER 1992) (Abb. 7, 8).

WILMANN und BOGENRIEDER (1995) schätzen die Gesamtfläche der Vorkommen dieser Waldgesellschaft am Kaiserstuhl, inklusive der weniger gut entwickelten Bestände im Übergangsbereich, auf 10 - 15 ha.



Abb. 5: Flaumeichenwald bei Sponeck - Burkheim. Die Waldstruktur ist geprägt durch die Überführung zum Hochwald. Dennoch ist die Herkunft der einzelnen Stämme aus einem gehauenen Stock noch an der Stammbasis sichtbar. 9.4.2007. Foto: A. Reif

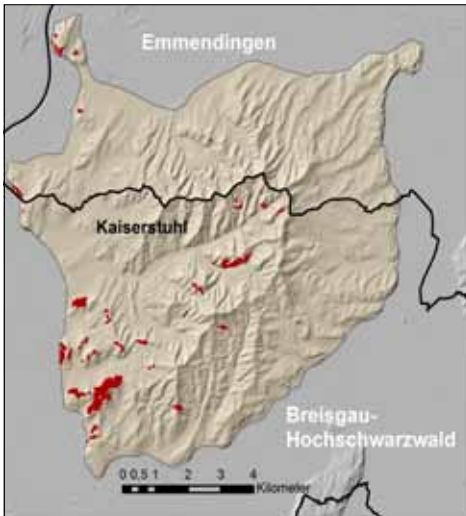


Abb. 6: Waldbiotope mit Flaumeiche am Kaiserstuhl



Abb. 7: Letzter Rest des Flaumeichenwaldes am Limberg bei Sasbach. Der größte Bereich wurde durch Steinbruchbetrieb zerstört. 8.9.2007. Foto: A. Reif



Abb. 8: Auf den flachgründigen Böden oberhalb des Steinbruchs am Büchsenberg erreicht die Flaumeiche die Trockengrenze des Waldes und bildet niedrige Buschwälder. Die Geologie besteht aus rötlichen Tephrit-Tuffbrekzien und grauen Tephrit-Lavaströmen (WIMMENAUER in GROSCHOPF et al. 2009). Links oben steht Löss an. 10.2.2020. Foto: A. Reif

Die lichtesten und artenreichsten Flaumeichen-Bestände kommen auf den trockensten Böden vor, sie sind als Naturschutzgebiete geschützt. Im Kaiserstuhl wurden zwischen 1955 und 1983 die Naturschutzgebiete Büchsenberg, Bitzenberg, Schneckenberg und Limberg ausgewiesen (RP FREIBURG 2004, LUBW 2017). Neben dem Naturschutz dienen diese der Naherholung und Bildungszwecken (Lehrpfade Limberg und Büchsenberg). Der Bestand am Limberg war vor seiner weitgehenden Zerstörung der naturschutzfachlich hervorragendste, doch fiel er bis auf einen kleinen Rest dem Weinbau zum Opfer (GROSCHOPF et al. 2009, KÄTZEL et al. 2014) (Abb. 7).

Seit der Nutzungsaufgabe der Niederwaldbewirtschaftung am Kaiserstuhl werden die Flaumeichen-Mischwälder weitestgehend nicht mehr bewirtschaftet. Durch das kleinflächige Vorkommen und die geringe Produktivität der meist krummwüchsigen Bestände war eine forstliche Nutzung ökonomisch nicht mehr attraktiv (GLATZER & SCHRAMM 2010). So wurde der Flaumeichenwald am „Büchsenberg“ in den 1930er Jahren letztmalig traditionell auf Stock gesetzt, auf den Kahlflächen entwickelte sich damals „ein Meer aus Diptam“ (*Dictamnus albus*)“ (OBERDORFER 1990, pers. Mitt.). Danach unterlagen die Bestände der Sukzession und damit zunehmenden Beschattung des Unterwuchses.

Zur Erhaltung des Charakters der Naturschutzgebiete werden seit Beginn des 21. Jahrhunderts mittel- oder niederwaldartige Pflegemaßnahmen kleinflächig durchgeführt (Abb. 9). Ziele sind die Förderung lichter Saumstrukturen mit besonderen Zielarten (z.B. Diptam,



Abb. 9: Flaumeichenwald im NSG Büchsenberg. Der frühere Niederwald wurde in den 1930-er Jahren letztmalig auf Stock gesetzt. In den Jahrzehnten danach wurde der Bestand dichter, licht- und wärmeliebende Arten verschwanden, Bingelkraut (*Mercurialis perennis*) dominierte. Durch Pflegemaßnahmen wurden von jedem Stock der bestgewachsene Stamm belassen, die übrigen entfernt. Dadurch entstand eine mittelwaldartige Struktur. – Büchsenberg, 16.1.2011. Foto: A. Reif.



Abb. 10: Von der Auflichtung des durchgewachsenen Niederwaldes profitierten Arten wie Diptam und Blauroter Steinsame. Büchsenberg, 9.5.2015. Foto: A. Reif.

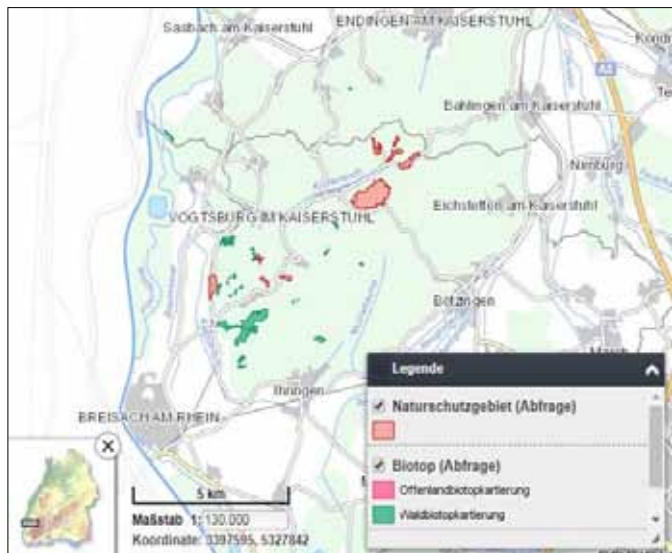
Blauroter Steinsame; Abb. 10); die Schaffung strukturreicher Wälder durch Förderung aller Waldnutzungsphasen mit ihrem Nebeneinander einzelner Waldschläge; die Erhaltung von durch historische Nutzung geprägten Lebensräumen; Erhaltung seltener Baumarten und von Habitatbäumen (TREIBER 2013). Derartige Eingriffe sind jedoch aufgrund der zersplitterten Eigentumsverhältnisse nur in wenigen Gebieten durchführbar.

Die Eichen treiben nach dem Hieb aus dem Stock wieder mehrstämmig aus, verjüngen sich jedoch im Waldbestand nicht durch Jungpflanzen aus Samen. Dies zeigt sich z.B. an den Entwicklungen nach einer sog. „Mittelwaldstellung“ im NSG Büchsenberg (Abb. 9). Ausbleibende Naturverjüngung führt mittelfristig zu einer Überalterung der Bestände bzw. langsamen Abnahme der Eichenanteile. Eine Verjüngung der Flaumeiche aus Samen ist nur an Waldrändern in mantel- und saumartigen Strukturen erfolgreich (vgl. REIF & GÄRTNER 2007), so zu sehen im NSG „Bitzenberg“, oder auch auf Böschungen von Rebterrassen.

Lage der Untersuchungsbestände

Größere Vorkommen der Flaumeiche befinden sich vor allem im trocken-warmen West- und Zentralkaiserstuhl, dort auf den süd- und südwestexponierten Hängen, auf Rücken oder Kuppen. Dort fehlt auf den vulkanischen Grundgesteinen die Lössüberlagerung, die Böden vermögen aufgrund des Steingehalts und der Flachgründigkeit kaum Wasser zu speichern (WILMANN & BOGENRIEDER 1995).

GebietemitflächigenFlau-
meichenwald-Vorkom-
men wurden anhand der
Biotopbeschreibungen
der Naturschutzgebiete
und den Erhebungsbögen
der Waldbiotopkartierung
(WBK) identifiziert (Abb.
11). Diese konzentrieren
sich auf den südwestli-
chen und den zentralen
Kaiserstuhl. Drei Gebie-
te aus dem nördlichen
Kaiserstuhl liegen auf
den Gemarkungen von
Sasbach, Jechtingen und
Kiechlingsbergen.



In diesen Schutzgebieten
bzw. Biotopen wurden
die Probeflächen dieser

Abb. 11: Lage der Naturschutzgebiete und Biotope im Bereich des Kaiserstuhls.

Untersuchung ausgewählt (Tab. 1). Von diesen Waldbeständen lagen zehn in Naturschutzgebieten und vierzehn in Waldbiotopen. Die ausgewählten Bestände waren in den letzten Jahrzehnten nicht forstwirtschaftlich beeinflusst worden und hatten größere Bereiche mit geschlossenem Kronendach. Dort wurden die Probeflächen für die Erfassung der Vegetation angelegt.

Tab. 1: Liste der 24 untersuchten Schutzgebiete bzw. Biotope mit Anzahl und Bezeichnung der insgesamt 55 Probepunkte.

Schutzgebiets- nummer/ Biotopnummer	Gebiete	Anzahl Probe- punkte	Bezeichnung der Probepunkte	Gemeinde und Gemarkung	Land- kreis
NSG 3.049	Büchsenberg	4	Büchsenberg 1 - 4	Vogtsburg, Oberrotweil	BHS
NSG 3.076	Badberg	2	Badberg 1 + 2	Vogtsburg, Oberbergen	BHS
NSG 3.096	Ohrberg	1	Ohrberg 1	Vogtsburg, Schelingen	BHS
NSG 3.103	Schneckenberg	4	Schneckenberg 1 - 4	Vogtsburg, Achkarren	BHS
NSG 3.104	Scheibenbuck- Blutenbuck	3	Schb-Blutenb. 1 - 3	Vogtsburg, Schelingen	BHS
NSG 3.125	Bitzenberg	3	Bitzenberg 1 - 3	Vogtsburg, Bickensohl	BHS
NSG 3.148	Dachslöcher Buck	2	Dachslöcher Buck 1 + 2	Vogtsburg, Schelingen	BHS
NSG 3.152	Ebnet	2	Ebnet 1 + 2	Vogtsburg, Oberrotweil	BHS
278113163021	Flaumeichenwald NW Sasbach, NSG	2	Limberg 1 + 2	Sasbach	EM
279113153114	NSG "Steinbruch Niederrotweil"	2	Steinbruch Niederrotweil 1 + 2	Vogtsburg, Niederrotweil	BHS
279123153196	Eichenwald SW Totenkopf	1	Totenkopf 1	Ihringen	BHS
279113153142	Pflanzenstandort am Blanken-hornberg	1	Blankenhornsb. 1	Ihringen	BHS
279113153138	Wald mit seltenen Pflanzen SO Achkarren	2	Brentebuck 1 + 2	Ihringen	BHS
279113154525	Seltene Tierarten in strukturr. Wäldern (1)	4	Seltene Tiere I + II, II + III	Ihringen	BHS
279113153139	Wald mit seltenen Pflanzen am Hochbuck	1	Hochbuck 1	Ihringen	BHS
279113153132	Wald mit seltenen Pflanzen SO Oberbergen	2	Seltene Pflanzen Oberbergen 1 + 2	Vogtsburg, Oberbergen	BHS
279113153135	ND "Dachsbuck" Altholz O Bickensohl	1	Dachsbuck 1	Vogtsburg, Bickensohl	BHS
279113153119	Wald S Niederrotweil	2	Wald S Niederrotweil 1 + 2	Vogtsburg, Niederrotweil	BHS
279113153120	Pflanzenstandort NW Achkarren	3	Pflanzenstandort 1 - 3	Vogtsburg, Achkarren	BHS
279113153124	Flaumeiche-nwald W Achkarren	3	Schloßberg A - C	Vogtsburg, Achkarren	BHS
279113153126	Wald mit seltenen Pflanzen S Vogtsburg	4	Seltene Pflanzen 1., 2., 3.1 + 3.2	Vogtsburg, Achkarren	BHS
279113154518	Artenvorkommen am Schloßberg W Achkarren	2	Schloßberg 2.1 + 2.2	Vogtsburg, Achkarren	BHS
278123162479	Eichenwald O Kiechlings-bergen	1	Kiechlings-bergen 1	Endingen, Kiechlingsberge n	EM
278113162500	Steinsamen-Eichen- Wald S Burg Sponeck	3	Sponeck 1 - 3	Sasbach, Jechtingen	EM

Methodik

Datenerhebung

In den 24 ausgewählten Waldbeständen wurde per GPS-Gerät Falk LUX 32 jeweils der Mittelpunkt eingemessen und dokumentiert. Von diesem Mittelpunkt aus wurden die Probestflächen eingemessen, die Eckpunkte markiert. Die Probestflächenwahl und das Aufnahme-design auf den Probestflächen mussten folgenden Kriterien genügen (vgl. DIERSCHKE 1994):

- 1) Homogenität: Die Probestfläche muss physiognomisch-strukturell, floristisch und standörtlich möglichst gleichartig (homogen) sein.
- 2) Zentrität: Die Mitte der Aufnahmefläche liegt im Zentrum des jeweiligen Bestandes. Dieses Kriterium wurde gewählt, da die Flaumeichen-Vorkommen nur kleinflächig und eingebettet in Fagitalia-Wälder oder angrenzend an Weinberge vorkommen.
- 3) Randeffekte und kleinstrukturelle Sonderstandorte wurden ausgeschlossen, indem drei Meter Mindestabstand zu Wegen, Waldrändern, Störstellen eingehalten wurde.
- 4) Flächengröße von 100 m², Form quadratisch oder rechteckig.

In Ausnahmefällen konnten einzelne Kriterien, wie etwa Lage oder Größe der Probestfläche, nicht eingehalten werden. An den Probestpunkten Steinbruch Niederrotweil 1 und 2 und Büchsenberg 4 wurden daher kleinere Probestflächen angelegt, um auch die dort vorkommenden Flaumeichen-Bestände einbeziehen zu können. Das Kriterium Homogenität wurde bei allen Probestflächen eingehalten, indem je nach Topographie eine angepasste Probestflächenform festgelegt wurde.

Mit dieser Vorgehensweise wurde eine möglichst vollständige, repräsentative Zustandsaufnahme der „größeren“ Flaumeichen-Bestände am Kaiserstuhl ermöglicht. Die Feldarbeit fand beginnend von der zweiten Maihälfte bis Anfang Juli 2017 statt.

Jede Probestfläche wurde durch Meereshöhe, Exposition und Hangneigung sowie das Grundgestein (LGRB 2017a, b) standörtlich charakterisiert. Bezüglich der Flora wurde die Artenzusammensetzung aller Kormophyten und Bryophyten auf Mineralboden erfasst. Arten im Umfeld der Probestfläche wurden nicht ergänzend einbezogen.

Zur Aufnahme der Gefäßpflanzen wurde die in Anlehnung an VAN DER MAAREL (1979) modifizierte Skala verwendet. Diese Skala kombiniert den Deckungsgrad mit der Häufigkeit der Individuen einer jeden Art.

Zur Aufnahme der Vegetation erfolgte eine Unterteilung in Kraut-, Strauch- und Baumschicht. Kriterien zur Einteilung waren vor allem die Wuchshöhe der vorkommenden Pflanzenindividuen sowie ihrer Lebensformen. Individuen <1 m wurden zur Krautschicht, Individuen zwischen 1 und 5 m Höhe zur Strauchschicht, und Individuen >5 m Höhe zur Baumschicht gezählt.

Für jede der drei Schichten wurde die Gesamtdeckung geschätzt. Von Arten, die in allen Schichten auftreten (z.B. *Hedera helix* oder Baumarten), wurde das Vorkommen in jeder Schicht aufgenommen. Aufgrund von Überlagerungen unterschiedlicher Pflanzenteile von verschiedenen Arten übersteigt die Summe der einzelnen Deckungsgrade (Deckung

der einzelnen Arten) häufig 100 % (TREMP 2005). Der Deckungsgrad ist ein leicht erfassbarer Wert, der Hinweise auf Wüchsigkeit, Konkurrenzkraft und bestandsbildende Bedeutung einer Art gibt.

Die Bestimmung der Eichenarten erfolgte anhand von makroskopischen Merkmalen nach AAS (1998) (vgl. Abb. 3). Da eine klare Differenzierung anhand der Morphologie schwierig ist, wurde die Flaum-Eiche mit ihren Hybriden als *Quercus pubescens* sensu lato in die Analyse einbezogen. Die Gefäßpflanzen wurden nach JÄGER (2017) benannt, die Moose nach LÜTH (2013). Einzig *Porella laevigata* (Schrad.) Pfeiff. folgt der Bezeichnung nach FRAHM & FREY (1992).

Datenanalyse: Klassifikation und Ordination

Für eine Klassifikation und Ordination wurde die floristische Unähnlichkeit der Probestellen durch das Verschiedenheitsmaß des Bray-Curtis-Koeffizienten verwendet (BRAY & CURTIS 1957).

Zur Berechnung der floristischen Unähnlichkeiten (Distanzen) wurden die Daten der nach von VAN DER MAAREL (1979) modifizierten Braun-Blanquet-Skala in eine ordinale Skala von 1 bis 9 transformiert. Diese Transformation führt bei der Distanzberechnung zu ökologisch zufriedenstellenden Ergebnissen, da sie die hochdeckenden Arten in ihrer Gewichtung reduziert und die selten vorkommenden Arten angemessen aufwertet (VAN DER MAAREL 1979). Einbezogen wurden die Arten der Baum-, Strauch- und Krautschicht, jede Art wurde jedoch aus Gründen der Repräsentanz nur einmal mit dem jeweils höchsten Deckungswert aus einer Schicht verwendet.

Als Cluster-Algorithmus wurde die Ward-Methode gewählt (WARD Jr 1963). Die Anzahl der Gruppen wurde unter Anwendung der Multi-Response Permutation Procedure (MRPP) und für die Arten die Ergebnisse der Indicator Species Analysis (ISA) ermittelt (MCCUNE & GRACE 2002).

Für die Ordination wurde die nicht-metrische Multidimensionale Skalierung (NMDS) verwendet (MCCUNE & GRACE 2002).

In die numerischen Analysen wurden die Bryophyten nicht einbezogen, sie wurden jedoch in die Liste der vorkommenden Arten bzw. die Vegetationstabelle ergänzend eingetragen (Tab. I, im Anhang).

Die Analysen und die Anfertigung der Grafiken wurden in RStudio mittels der Pakete vegan (OKSANEN et al. 2017), cluster (MAECHLER et al. 2017), tidyr (WICKHAM & HENRY 2017), dplyr (WICKHAM & HENRY 2017), labdsv (ROBERTS 2016), indicpecies (DE CACERES & JANSEN) und colourlovers (LEEPER 2016) durchgeführt.

Für jede Probestelle wurde der qualitative (mZqual) als auch der quantitative mittlere Zeigerwert (mZquant) berechnet (ELLENBERG & LEUSCHNER 2010).

Historischer Vergleich

Für den historischen Vergleich wurden Strukturdaten des eigenen Datensatzes mit den Auswertungen von Zeigerwerten von historischen Daten von V. ROCHOW (1951), MÜLLER (1962) und WILMANNS & BOGENRIEDER (1995) verglichen. Diese enthalten die durchschnittli-

chen Deckungsprozente der Baum-, Strauch- und Krautschicht als Strukturinformation, die durchschnittliche Artenzahl und Stetigkeitswerte der Arten. Sofern die Schichten in zwei Baumschichten unterteilt waren, wurde nur der jeweils höhere Wert berücksichtigt.

Weiterhin wurden die Ellenberg-Zeigerwerte in ihrer zeitlichen Veränderung verglichen. Es wurden jeweils drei Zeigerartengruppen (1-3, 4-7 und 8-9) des Licht(L)- und Stickstoff(N)-Wertes gebildet, innerhalb dieser Gruppen wurde die durchschnittliche Stetigkeit der Arten berechnet und durch die Anzahl der Arten jeder Gruppe geteilt. Dadurch wurde der Wert der Veränderung als Verschiebungen zwischen den Anteilen der drei Zeigerartengruppen fassbar. Zur Zeigerwertberechnung wurden jeweils die Arten der Kraut- und Strauchschicht verwendet. Kam eine Art in beiden Schichten vor, wurde sie nur einmal mit dem jeweils höheren Wert verwendet.

Die Schwierigkeit der Vergleichbarkeit beruht vor allem darin, dass die historischen Aufnahmen nicht bestimmten Lokalitäten zugeordnet werden konnten und bei den Kriterien für die Auswahl der Probeflächen in älteren Untersuchungen ein anderes Aufnahmedesign zugrunde lag. Ein Vergleich der Ergebnisse ist daher mit Vorbehalt zu interpretieren.

Ergebnisse

In den Flaumeichenwäldern (*Quercetum pubescenti-petraeae*) des Kaiserstuhls dominiert die Flaumeiche (inkl. Hybriden) die Baumschicht. Weniger häufige, weniger stark das Bestandesbild prägende Baumarten sind Elsbeere (*Sorbus torminalis*), Feld-Ahorn (*Acer campestre*), Vogelkirsche (*Prunus avium*) und Feld-Ulme (*Ulmus campestris*). Der Efeu (*Hedera*



Abb. 12: Die submediterran verbreitete Strauch-Kronwicke (*Hippocrepis emerus*; bis vor kurzem *Coronilla emerus*) findet sich häufig in den Flaumeichenwäldern des Kaiserstuhls. Sponeck – Burkheim, Waldbiotop 278113162500, 20.4.2008. Foto: A. Reif.

helix) ist höchstet, bedeckt den Boden teilweise mit hohen Deckungen und erreicht häufig die Baumschicht. Die häufigste Strauchart im Unterwuchs ist der Liguster (*Ligustrum vulgare*), wesentlich geringere Stetigkeiten besitzen Hartriegel (*Cornus sanguinea*), Heckenkirsche (*Lonicera xylosteum*), Pfaffenhütchen (*Euonymus europaeus*), Schlehe (*Prunus spinosa*), Strauch-Kronwicke (*Hippocrepis emerus*; Abb. 12), Kreuzdorn (*Rhamnus cathartica*) und weitere Arten. In der Bodenflora sind Maiglöckchen (*Convallaria majalis*), Vielblütige Weißwurz (*Polygonatum multiflorum*) und Wald-Veilchen (*Viola reichenbachiana*) häufig.

Die numerische Analyse ergab vier floristisch differenzierte Ausbildungen des Quercetum pubescenti-petraeae (Abb. 13).

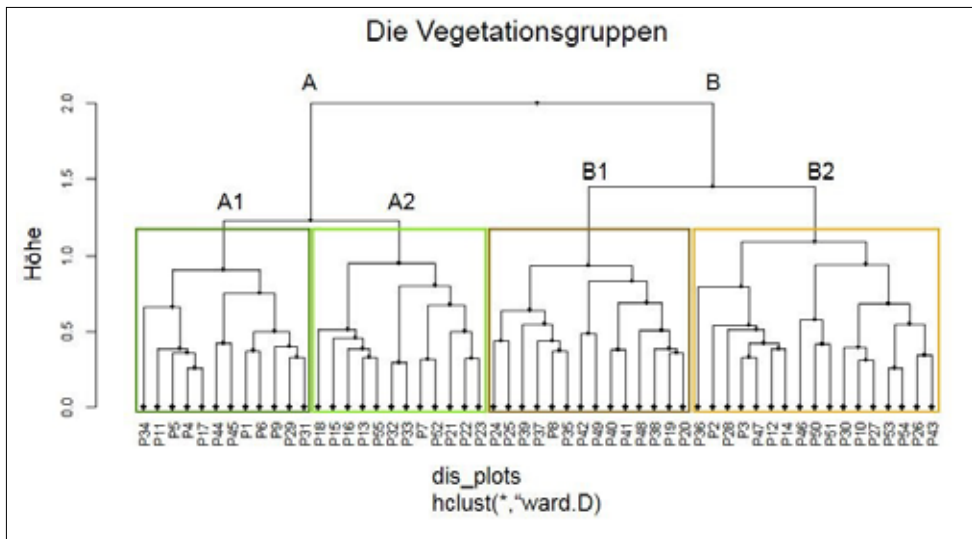


Abb. 13: Numerische Klassifikation der Vegetation der Flaumeichenwälder des Kaiserstuhls. Auf der x-Achse als Distanzmaß sind die 55 Probenpunkte (vergl. Tab. 1) aufgeführt.

Insgesamt lassen sich 4 Ausbildungen unterscheiden (Tab. I; Abb. 13):

- (1) In der Ausbildung mit Knoblauchsrauke (*Alliaria petiolata*) dominieren vor allem Nitrophyten im Unterwuchs, darunter neben der namensgebenden Knoblauchs-Rauke (Abb. 13), Efeublättriger Ehrenpreis (*Veronica hederifolia* ssp. *lucorum*) und Hohlzahn (*Galeopsis tetrahit*) (Tab. I/1-12). Stachel-Segge (*Carex muricata* agg.) und Klebkraut (*Galium aparine*) haben hier ihren Schwerpunkt.
- (2) Die Ausbildung mit Kriechender Rose (*Rosa arvensis*) (Tab. I/13-24) kann in eine Aufnahmegruppe mit Hainbuche (*Carpinus betulus*), den mesophilen Waldbodenarten Wald-Segge (*Carex sylvatica*) und Buschwindröschen (*Anemone nemorosa*) (Tab. I/13-17) sowie eine Aufnahmegruppe mit wärme- und lichtliebende Unterwuchs- und Saumarten wie Doldige Wucherblume (*Tanacetum corymbosum*), Wald-Labkraut (*Galium sylvaticum*), Wald-Erdbeere (*Fragaria vesca*), Berg-Segge (*Carex montana*) und Schwarzwerdende Platterbse (*Lathyrus niger*) (Tab. I/18-24) weiter unterteilt werden.

- (3) In der Ausbildung mit Mehlbeere (*Sorbus aria* agg.) (Tab. I/25-38) sind neben der Mehlbeere tendenziell mesophile Arten enthalten, darunter Gehölze wie Hasel (*Corylus avellana*), Waldnuß (*Juglans regia*) und in 2 Aufnahmen Rot-Buche, im Unterwuchs Behaartes Veilchen (*Viola hirta*) und Nickendes Perlgras (*Melica nutans*). Hartriegel (*Cornus sanguinea*), Heckenkirsche (*Lonicera xylosteum*), Waldrebe (*Clematis vitalba*) und Schlehe (*Prunus spinosa*) sind nicht häufig, haben jedoch in dieser Ausbildung ihren Schwerpunkt.
- (4) Ausbildung mit Bingelkraut (*Mercurialis perennis*) (Tab. I/39-55). Hier besitzt die Esche (*Fraxinus excelsior*) ihren Schwerpunkt.

Einige Arten sind für zwei Ausbildungen differenzierend, so für (1) und (2) Zweigriffliger Weißdorn (*Crataegus laevigata*); für (2) und (3) Wolliger Schneeball (*Viburnum lantana*) und Weiß-Segge (*Carex alba*); für (3) und (4) Eingriffliger Weißdorn (*Crataegus monogyna*), Esche (*Fraxinus excelsior*) und Winter-Linde (*Tilia cordata*) (vgl. Tab. I).



Abb. 14: In den Flaumeichen-Wäldern des Kaiserstuhls prägen stickstoffzeigende Arten halbschattiger Säume wie die Knoblauchsrauke (*Alliaria petiolata*) – hier fruktifizierend – an vielen Stellen den Unterwuchs. – Büchsenberg, 11.7.2017. Foto: A. Reif.

Veränderungen der Waldstruktur und Vegetation

Um die Veränderungen der Flaumeichenwälder in den letzten Jahrzehnten analysieren zu können, müssen historische, methodisch vergleichbar erhobene Daten vorliegen. Aussagen zu früheren Zuständen der Flaumeichenwälder des Kaiserstuhls finden sich insbesondere in den Studien durch von V. ROCHOW 1942-44 (V. ROCHOW 1951), MÜLLER (1962) sowie WILMANN & BOGENRIEDER (1985-86). Allerdings leidet die Vergleichbarkeit durch (1) die oft unklare Dokumentation der Methoden, (2) die inhaltlich sehr unterschiedliche Methodik

(Auswahl der Bestände, Auswahl und Größe der Probeflächen, Abgrenzung der Probeflächen; Definition der Bestandesschichten) sowie (3) durch die Heterogenität der Ergebnispräsentation, beispielsweise wurden durch von Rochow (1942-44) lediglich Stetigkeitstabellen publiziert. Dennoch sei der Versuch gewagt, Tendenzen der Veränderung aufzuzeigen.

Die Tendenzen der Veränderungen der Waldstruktur können durch Veränderungen der Deckungsgrade der jeweils erhobenen Baum-, Strauch- und Krautschicht angedeutet werden (Tab. 2). Insgesamt gesehen scheinen die Deckungsgrade im Vergleich zu den historischen Aufnahmen zugenommen zu haben. Dies bedeutet, dass die Bestände dunkler und dichter geworden sind.

Tab. 2: Vergleich der erhobenen Strukturdaten der vier vorliegenden Bearbeitungen der Flaumeichenwälder des Kaiserstuhls, in Anlehnung an WILMANNS und BOGENRIEDER (1995), ergänzt durch die Daten aus TRUE (2017).

	v. Rochow (1942-44)	Müller (1961)	Wilmanns und Bogenrieder (1971, 85-86)	Trué (2017)
Deckung [%]	66	78	64	82
Baumschicht	(7 Aufn.)	(25 Aufn.)	(16 Aufn.)	(55 Aufn.)
Deckung[%]	71	22	31	54
Strauchschicht	(7 Aufn.)	(25 Aufn.)	(19 Aufn.)	(55 Aufn.)
Deckung [%]	76	51	52	68
Krautschicht	(8 Aufn.)	(25 Aufn.)	(22 Aufn.)	(55 Aufn.)
mittlere Artenzahl (ohne Kryptogamen)	38,6	25,6	33,7	22,4
	(9 Aufn.)	(25 Aufn.)	(23 Aufn.)	(55 Aufn.)

Im Vergleich zu den Artenzahlen bei V. ROCHOW (1942-44) sowie WILMANNS & BOGENRIEDER (1995) zeigt sich eine starke Abnahme der Gefäßpflanzenarten. Im Vergleich mit den Artenzahlen bei MÜLLER (1962) liegen die in dieser Studie ermittelten Werte jedoch nur geringfügig darunter. Erklärung hierfür könnte sein, dass (1) die Probeflächen bei v. Rochow (1942-44) sowie WILMANNS & BOGENRIEDER (1995) größer waren; oder (2) die Probeflächen so gewählt wurden, dass sie möglichst viele als repräsentativ erachtete Arten enthielten, was eine Tendenz zu höheren Artenzahlen zur Folge hatte.

Dies legt nahe, dass MÜLLER (1962) einen ähnlichen Inventuransatz wie in dieser Studie hatte, also vor allem möglichst die waldartigen Bestände erfassen wollte. Dies würde auch die höhere Deckung der Baumschicht bei MÜLLER (1961) wie in dieser Studie im Vergleich zu den Arbeiten von V. ROCHOW (1942-44) sowie WILMANNS & BOGENRIEDER (1995) erklären. Dies würde bedeuten, dass die Kernbereiche der Flaumeichenwälder bereits vor 60 Jahren eine ähnlich stark deckende Baumschicht mit einer ähnlich (wenig) diversen Bodenflora hatten.

Hinweise zu Veränderungen der Flaumeichenwälder bezüglich der Artenzusammensetzungen geben Auswertungen der Licht- und der Stickstoff-Zeigerwerte nach ELLENBERG & LEUSCHNER (2010) (Abb. 15, 16). Verglichen wurden die Vorkommen von jeweils 3 Gruppen von Pflanzenarten (Gruppe mit den L-Zeigerwerten 1-3: Tiefschattenpflanzen bis Schattenpflanzen; Gruppe 4-6: Halbschattenpflanzen; Gruppe 7-9: Halblicht- bis Volllichtpflanzen),

dies zu den verschiedenen Zeitpunkten bzw. Autoren auf der Basis der Stetigkeitsvergleiche als der gemeinsamen Schnittmenge an Daten.

Die Häufigkeiten von Tiefschattenpflanzen bis Schattenpflanzen (1-3) unterscheiden sich zwischen den 4 Studien kaum (Abb. 15). Halblicht- und Lichtpflanzen sind bei v. Rochow

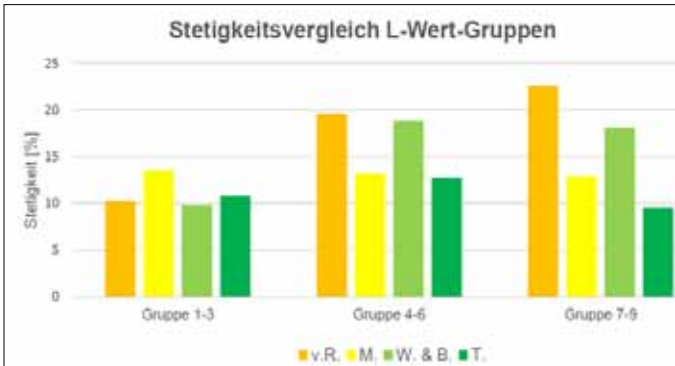


Abb. 15: Vergleich der drei Licht-Zeigerwert-Klassen zwischen den Autoren V. ROCHOW (1951), MÜLLER (1962) sowie WILMANNS & BOGENRIEDER (1995) und den eigenen Aufnahmen (2017).

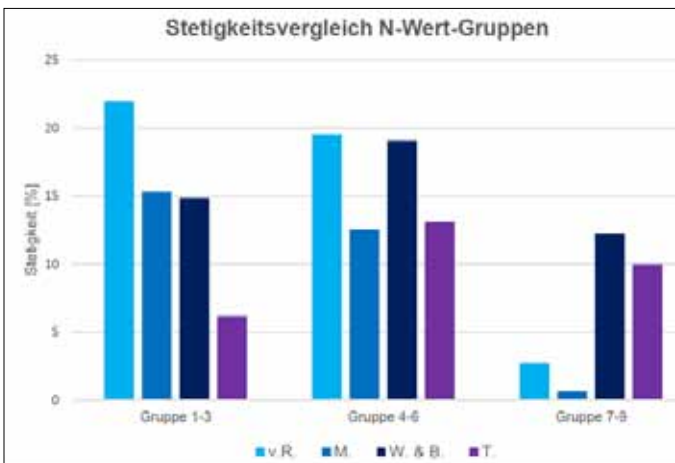


Abb. 16: Vergleich der drei Stickstoffwert-Klassen zwischen den Autoren V. ROCHOW (1951; v.R.), MÜLLER (1962; M) sowie WILMANNS & BOGENRIEDER (1995; W & B) und den eigenen Aufnahmen (2017; T).

und bei WILMANNS & BOGENRIEDER (1995) häufiger, verglichen mit den Befunden von MÜLLER (1962) und dieser Studie bzw. TRUEÉ (2017). Dies stützt die Befunde aus dem Strukturvergleich der Deckungen der Baumschicht, dass nämlich die Flaumeichenwälder bereits vor 60 Jahren ein dichtes Kronendach hatten, jedoch in der Zwischenzeit noch dunkler geworden sind.

Weitere Hinweise auf Veränderungen ergeben sich bei Betrachtung der Veränderungen der Stickstoffzeigerwerte (Abb. 16). Auch hier wurden die zeitlichen Trends von drei Gruppen von Arten gegeneinander verglichen (Gruppe mit den N-Zeigerwerten 1-3: stickstoffärmste bis stickstoffarme Standorte anzeigende Arten; Gruppe 4-6: mäßig stickstoffreiche Standorte anzeigende Arten; Gruppe 7-9: stickstoffreiche bis übermäßig stickstoffreiche Standorte anzeigende Arten).

Die größten Unterschiede bestehen in der starken Zunahme von Stickstoffzeigern (Gruppe 7-9) seit den 1970er - 1980er Jahren (Zeitpunkt der Datenaufnahme) (WILMANN & BOGENRIEDER 1995; TRUÉ 2017). Diese fehlten in den beiden ersten Zeitperioden fast vollständig.

Auch floristisch dokumentieren die aktuellen Vegetationsaufnahmen eine Zunahme nährstoffzeigender Arten. Allerdings sind deren mittlere Stetigkeitsprozente in den aktuellen Untersuchungen etwas niedriger als bei WILMANN & BOGENRIEDER (1995). Möglicherweise hängt dies mit einem Rückgang der Stickstoffeinträge seit dieser Zeit zusammen (UMWELTBUNDESAMT 2021).

Diskussion

Die wärmeliebenden Eichen-Mischwälder gelten mit als die artenreichsten Waldökosysteme Europas (GLATZER & SCHRAMM 2010). Günstige Lichtverhältnisse ermöglichen eine gut ausgebildete Strauch- und Krautschicht. Allerdings muss diese Aussage bei Betrachtung der Kernbereiche der Flaumeichenwälder, also unter Ausschluss der von Seitenlicht beeinflussten Mantel- und Saumbereiche, zumindest für den Kaiserstuhl stark relativiert werden (Abb. 17). In den aktuellen Vegetationsaufnahmen finden sich submediterrane Flaumeichenwaldarten mit nur niedriger Stetigkeit und Deckungsgraden, darunter Strauch-Kronwicke (*Hippocrepis emerus*), Salomonsiegel (*Polygonatum odoratum*) oder Diptam (*Dictamnus albus*). Auch in den Aufnahmen von MÜLLER (1962) sind die Zahlen der Gefäßpflanzenarten ähnlich niedrig. Allerdings zeichnet sich in den letzten Jahrzehnten ein starker Wandel der Artenzusammensetzung ab: Seit Ende der 1970er Jahre wurde eine starke und bislang unerklärte Ausbreitung von Stickstoffzeigern wie Knoblauchsrauke (*Alliaria petiolata*) im



Abb. 17: Durchgewachsener Flaumeichenwald am Hochbuck bei Achkarren-Bickensohl. Die Stockausschläge sind überaltert und machen sich gegenseitig Konkurrenz. Der Unterwuchs ist relativ artenarm und von Stickstoffzeigern geprägt. Nach Absterben einzelner Eichen-Individuen, etwa durch Windwurf, ist eine erfolgreiche Naturverjüngung aus Samen nicht anzutreffen. 2.2.2008. Foto: A. Reif.

Unterwuchs der Wälder und insbesondere der lichten Wälder auf exponierten Standorten ab (WILMANNS & BOGENRIEDER 1995; WILMANNS et al. 1986). Diese Eutrophierung scheint inzwischen etwas abgeklungen zu sein (WILMANNS 2009). Dennoch ist auch der heutige Zustand der Flaumeichenwälder durch einen hohen Anteil an Stickstoffzeigern geprägt.

Neben der Eutrophierung trägt die fortschreitende Sukzession zur Veränderung von Struktur und Artenzusammensetzung der Flaumeichenwälder bei. Derartige Phänomene sind auch für submediterrane Eichenwälder Italiens dokumentiert (LELLI et al. 2020). Die historischen Nutzungen, also Brennholzgewinnung durch Stockhieb und vermutlich temporäre Beweidung, haben im Kaiserstuhl spätestens in den 1950er Jahren ihr Ende gefunden. Die Wälder wurden dichter, im Unterwuchs macht sich eine relativ stark deckende Strauchschicht breit. All diese Faktoren führen dazu, dass die Flaumeiche auf keiner einzigen Probestfläche als samenbürtige verholzte Jungpflanze gefunden wurde. Allerdings verjüngt sich die Flaumeiche spontan an Waldrändern, auf Böschungen von Rebbergen und in „versau-menden“ Magerrasen (vgl. REIF & GÄRTNER 2007). Hieraus kann für die Pflege von Flaumeichenwäldern abgeleitet werden, dass abschnittsweise starke Auflichtungen der Bestände sowie Entfernung der Biomasse und dadurch von Nährstoffen für die Naturverjüngung der Eichen essentiell sind.

Literatur

- AAS, G. (1998): Morphologische und ökologische Variation mitteleuropäischer *Quercus*-Arten: Ein Beitrag zum Verständnis der Biodiversität. IHW-Verlag, Echingen: 221 S.
- BRAY, J. R. & CURTIS, J. T. (1957): An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. Ecological monographs 27(4):325-349
- BREUNIG, T. & DEMUTH S. (1999): Rote Liste der Farn- und Samenpflanzen Baden-Württemberg. Webseite: <http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/29039/> (Stand: 12.10.17)
- CAUDULLO, G., WELK., E. & SAN-MIGUEL AYANZ, J. (2017): Chronological maps for the main European woody species. Elsevier, 12:662-666. Webseite: doi.org/10.1016/j.dib.2017.05.007 (Stand: 20.09.17)
- DE CACERES, M. & JANSEN, F. (2016): indicpecies: Relationship Between Species and Group of Sites. R package version: 1.7.6
- DIERSCHEKE, H. (1994): Pflanzensoziologie: Grundlagen und Methoden. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart: 683 S.
- DIENST, M. (1982): Trockenwälder und ihre Kontaktgesellschaften in der Vorbergzone zwischen Basel und Emmendingen. Diplomarbeit, Fak. f. Biologie, Albert-Ludwigs-Universität.
- EBI, A. (2013): Flaumeichenwälder oder der letzte Wald vor der Steppenbildung. Eine Baumart im Grenzbereich von Trockenheit in flachgründigen, steilen Hangpartien. Zürcher Wald 3/2013: 24-26.
- ELLENBERG, H. & LEUSCHNER, C. (2010): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen – in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart: 1095 S.
- ELLENBERG, H., WEBER H.E., DÜLL, R., WIRTH, V. & WERNER, W. (2001): Indicator values of plants in Central Europe. Erich Goltze Verlag, Göttingen: 262 S.
- ELSÄSSER, A., MENTH, D. & RIOS, E. (2003): Gehölzportrait Dendrologie. Flaumeiche. Wädenswil. Webseite: <http://www.gehoelze.ch/flaumeiche.pdf> (Stand: 31.10.17)
- ENDTMANN, K.J. (2008): Natur- und Landschaftsschutz im Gebiet um Bielinek und Lubiechów Górny. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 37:42-74
- FRAHM, J. P. & FREY, W. (1992): Moosflora. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart: 528 S.
- GLATZER, K. & SCHRAMM, E. (2010): Klimabezogener Umbau der Eichenwälder mit mediterranen

Eichen – Eine vorläufige Wirkungs- und Folgenabschätzung. Biodiversität und Klima Forschungszentrum. Knowledge Flow Paper Nr. 5: 1-14

GROSCHOFF, R., HOFFRICHTER, O., KOBEL-LAMPARSKI, A., MEINEKE, J.-U., SEITZ, B.-J., STAUB, F., VILLINGER, E., WILMANN, O. & WIMMENAUER, W. (2009): Der Kaiserstuhl – Einzigartige Löss- und Vulkanlandschaft am Oberrhein. Jan Thorbecke Verlag, Ostfildern: 387 S.

HÄRDTLE, W., EWALD, J. & HÖLZEL, N. (2004): Wälder des Tieflandes und der Mittelgebirge. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart: 252 S.

ILLÈS, G. & MÓRICZ, N. (2022): Climate envelope analyses suggests significant rearrangements in the distribution ranges of Central European tree species. - *Annals of Forest Science* 79: 35. <https://doi.org/10.1186/s13595-022-01154-8>.

JÄGER, E.J. (2017): Rothmaler - Exkursionsflora von Deutschland. Gefäßpflanzen: Grundband. 924 S., Springer Spektrum, Berlin – Heidelberg.

KÄTZEL, R., KAMP T., HÖLTKE A. M., BECKER F., RIEDERER H. J. & SCHRÖDER J. (2014): Die Vorkommen der Flaum-Eiche und ihrer Hybriden nördlich der Alpen. *Applied Agricultural and Forestry Research*, 64: 73-84.

LAIS, R., LITZELMANN, E., MÜLLER, K., PFAFFENSTIEL, M., SCHREPPER, H., SIEBERT, K., SLEUMER, H. & STROHM, K. (Hrsg) (1933): Der Kaiserstuhl. Eine Naturgeschichte des Vulkangebirges am Oberrhein. Badischer Landesverein f. Naturkunde u. Naturschutz, Freiburg. 517 S. LGRB (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau) (2017a): GK50 Geologische Einheiten. http://maps.lgrb-bw.de/?view=lgrb_geola_bod_ke. Zugriff 11.08.2017.

LGRB (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau) (2017b): BK50 Bodenkundliche Einheiten. http://maps.lgrb-bw.de/?view=lgrb_geola_bod_ke. Zugriff 11.08.2017.

LEEPER, T.J. (2016): colourlovers: R Client for the COLOURlovers API. R package version: 0.2.2

LELLI, CH., NASCIBENE, J., ALBERTI, D., AGOSTINI, N., ZOCCOLA, A., PIOVESAN, N. & CHIARUCCI, A. (2020): Long-term changes in Italian mountain forests detected by resurvey of historical vegetation data. – *J. Veg. Sci.* 2021; 32:e12939. <https://doi.org/10.1111/jvs.12939>.

LÜTH, M. (2013): Bildatlas der Moose Deutschlands.

MAECHLER, M., ROUSSEEUW, P., STRUYF, A., HUBERT, M., HORNIK, K., STUDER, M., ROUDIER, P., GONZALEZ, P. (2017): cluster: „Finding Groups in Data“: Cluster Analysis Extended Rousseeuw et al. R package version: 2.0.6

MAYER, H. (1984): Wälder Europas. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart: 691 S.

MCCUNE, B. & GRACE, J. B. (2002): Analysis of ecological communities. MJM Software Design, Gleneden Beach, Oregon.

MÜLLER, B. (1999): Variation und Hybridisierung von *Quercus pubescens*. Dissertation 138 S., ETH Zürich. <file:///D:/Downloads/eth-22996-02.pdf>

MÜLLER, K. (1933): Landwirtschaft, Weinbau, Obstbau, Forstwirtschaft. – S. 465-517 in: LAIS R., LITZELMANN E., MÜLLER K., PFAFFENSTIEL M., SCHREPPER H., SIEBERT K., SLEUMER H., STROHM K. (Hrsg): Der Kaiserstuhl. Eine Naturgeschichte des Vulkangebirges am Oberrhein. Badischer Landesverein f. Naturkunde u. Naturschutz, Freiburg. 517 S.

MÜLLER TH. (1962): Die Saumgesellschaften der Klasse Trifolio-Geranietea sanguinei. – *Mitt. Flor.-Soz. Arb.-Gem. N.F.* 9: 25-140.

OBERDORFER, E. (1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften – Wälder und Gebüsche (Teil IV: A. Text, B. Tabellen). Gustav Fischer Verlag, Jena: 282 S. OKSANEN, J., BLANCHET, F.G., FRIENDLY, M., KINDT, R., LEGENDRE, P., MCGLINN, D., MINCHIN P.R., O'HARA, R.B., SIMPSON, G. L., SOLYMOS P., STEVENS, M.H.H., SZOEC, E., WAGNER, H. (2017): vegan: Community Ecology Package. R package version 2.4-4

PASTA S., DE RIGO, D. & CAUDILLO, G. (2016): *Quercus pubescens* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. - S. 156-157 in: SAN MIGUEL AYANZ, J., DE RIGO, D., CAUDILLO, G., HOUSTON DURRANT, T., MAURI, A. (Eds.) (2016): European Atlas of Forest Tree Species. Publ. Off. EU, Luxembourg, pp. e01aa69+

- REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG (HRSG.) (2004): Die Naturschutzgebiete im Regierungsbezirk Freiburg. Jan Thorbecke Verlag, Ostfildern: 679 S.
- REIF, A. & GÄRTNER, S. (2007): Die natürliche Verjüngung der laubabwerfenden Eichenarten Stieleiche (*Quercus robur* L.) und Traubeneiche (*Quercus petraea* Liebl.) -eine Literaturstudie mit besonderer Berücksichtigung der Waldweide. Waldökologie online (5), 79–116.
- RENNWALD, E. (2000): Verzeichnis und Rote Liste der Pflanzengesellschaften Deutschlands. Bundesamt für Naturschutz. Bonn. BfN-Skripten 348:
- ROBERTS, D.W. (2016): labdsv: Ordination and Multivariate Analysis for Ecology. R package version 1.8-0
- SALVINI, D., BRUSCHI, P., FINESCHI, S., GROSSONI, P., KJÆR, E. D. & VENDRAMIN, G. G. (2009): Natural hybridisation between *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. and *Quercus pubescens* Willd. within an Italian stand revealed by microsatellite fingerprinting. - Plant Biology 11(2009) 758–765. doi:10.1111/j.1438-8677.2008.00158.x
- SAYER, U. (2000): Die Ökologie der Flaumeiche (*Quercus pubescens* Willd.) und ihrer Hybriden auf Kalkstandorten an ihrer nördlichen Arealgrenze – Untersuchungen zu Boden, Klima und Vegetation. Dissertationes Botanicae 340. Berlin, Stuttgart.
- SCHWARZ, O. (1937): Monographie der Eichen Europas und des Mittelmeergebietes. (Textband). Repertorium specierum nov. Regni vegetabilis, Sonderbeilage D, 200 S., Berlin-Dahlem.
- SEBALD O., SEYBOLD, S. & PHILLIP, G. (1990): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. Band 1: Allgemeiner Teil. Spezieller Teil (Pteridophyta, Spermatophyta). Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart: 613 S.
- SCHUNICHT, K.-H. (1980): Pflanzensoziologische Untersuchungen an den Wäldern des Kaiserstuhls. Staatsexamensarbeit, Fakultät f. Biologie, Albert-Ludwigs-Universität.
- SCHÜTT, P., SCHUCK, H. J. & STIMM, B. (1992): Lexikon der Baum- und Straucharten - Das Standardwerk der Forstbotanik. Wileyvch Verlag, Weinheim: 581 S.
- SLEUMER, H. (1933): Die Pflanzenwelt des Kaiserstuhls. – S. 158-268 in: LAIS, R., LITZELMANN, E., MÜLLER, K., PFAFFENSTIEL, M., SCHREPFER, H., SIEBERT, K., SLEUMER, H. & STROHM, K. (Hrsg): Der Kaiserstuhl. Eine Naturgeschichte des Vulkangebirges am Oberrhein. Badischer Landesverein f. Naturkunde u. Naturschutz, Freiburg. 517 S.
- SUCK, R., BUSHART, M., HOFMANN, G. & SCHRÖDER, L. (2014): Karte der Potentiellen Natürlichen Vegetation Deutschlands - Band I Grundeinheiten. Bundesamt für Naturschutz. Bonn. Schriftenreihe für Vegetationskunde 35: 800 S.
- TREIBER, R. (2013): Auswirkung der mittelwaldartigen Nutzung der Flaumeichenwälder des NSG Büchsenberg (Stadt Vogtsburg, Oberrotweil). Unveröffentl. Gutachten.
- TREMP, H. (2005): Aufnahme und Analyse vegetationsökologischer Daten. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart: 141 S.
- TRUÉ, K. (2017): Flora und Vegetation der Flaumeichen-Mischwälder (*Quercetum pubescenti-petraeae*) im Kaiserstuhl. Masterarbeit, 50 S., Fak. f. Umwelt u. Nat. Ress., Univ. Freiburg.
- UNGERSON, J. & SCHERDIN, G. (1968): Jahresgang von Photosynthese und Atmung unter natürlichen Bedingungen bei *Pinus silvestris* L. an ihrer Nordgrenze in der Subarktis. – Flora 157: 391-434.
- UMWELTBUNDESAMT (2021): Stickstoff – Element mit Wirkung. Ein integrierter Zielwert setzt einen neuen Rahmen. Hintergrund Mai 2021: 30 S. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021_hgp_stickstoff-element_mit_wirkung_bf.pdf
- VAN DER MAAREL, E. (1979): Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. Plant ecology, 39(2):97-114.
- VON ROCHOW, M. (1951): Die Pflanzengesellschaften des Kaiserstuhls. Gustav Fischer Verlag, Jena: 140 S.
- WARD JR., J. H. (1963): Hierarchical grouping to optimize an objective function. Journal of the American Statistical Association 58: 236-244.

- WICKHAM, H. & HENRY, L. (2017): tidy: Easily Tidy Data with 'spread()' and 'gather()' Functions. R package version 0.7.2
- WICKHAM, H., HENRY, L. & MÜLLER, K. (2017): dplyr: A Grammar of Data Manipulation. R package version: 0.7.4
- WILMANN, O. (1977): Vegetation. - S. 80-215 in: Landesanstalt f. Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg): Der Kaiserstuhl. Gesteine und Pflanzenwelt.
- WILMANN, O., BOGENRIEDER, A. & MÜLLER, W.H. (1986): Der Nachweis spontaner, teils autogener, teils immissionsbedingter Änderungen von Eichen-Hainbuchen-Wäldern. Eine Fallstudie im Kaiserstuhl/Baden. – Natur und Landschaft 61:415-422.
- WILMANN, O., WIMMENAUER, W., FUCHS, G., RASBACH, H. & RASBACH, K. (1989): Der Kaiserstuhl – Gesteine und Pflanzenwelt. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart: 244 S.
- WILMANN, O. & BOGENRIEDER, A. (1995): Die Entwicklung von Flaumeichenwäldern im Kaiserstuhl im Laufe des letzten halben Jahrhunderts. Forstarchiv, 66(4): 167-174.
- WILMANN, O. (1998): Ökologische Pflanzensoziologie. Eine Einführung in die Vegetation Mitteleuropas. Quelle und Meyer Verlag, Wiesbaden: 405 S.
- WILMANN, O. (2009): Die Lebensräume und ihre Vegetation. – S. 131-240 in: GROSCOPF, R., HOFFRICHTER, O., KOBEL-LAMPARSKI, A., MEINEKE, J.-U., SEITZ, B.-J., STAUB, F., VILLINGER, E., WILMANN, O. & WIMMENAUER, W. (Hrsg.): Der Kaiserstuhl – Einzigartige Löss- und Vulkanlandschaft am Oberrhein. Jan Thorbecke Verlag, Ostfildern.
- WIMMENAUER, W. (1977): Gesteine und Minerale. - S. 37-79 in: Landesanstalt f. Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg): Der Kaiserstuhl. Gesteine und Pflanzenwelt.
- WIMMENAUER, W. (2009): Magmatische Gesteine und ihre Minerale. - S. 96-130 in: GROSCOPF, R. et al. (2009): Der Kaiserstuhl – Einzigartige Löss- und Vulkanlandschaft am Oberrhein. Jan Thorbecke Verlag, Ostfildern.
- WÖRZ, A. & THIV, M. (2015): The temporal dynamics of a regional flora – The effects of global and local impacts. - Flora 217: 99-108.

Internetquellen:

- BREUNIG, T., & DEMUTH S. (1999): Rote Liste der Farn- und Samenpflanzen Baden-Württemberg. Webseite: <http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/29039/> Zugriff 12.10.2017
- LUBW (2017): Landesanstalt für Umwelt, Messung und Naturschutz Baden-Württemberg; Daten und Kartendienst. <http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/41531/>, Zugriff 23.04.2017

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
-----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Mercurialis perennis-Artengruppe (D4)

[illegible]Crataegus laevigata-Artengruppe (D1 + D2)

Crataegus laevigata agg. S	A	A	3	M	3	.	.	B	B	.	.	r	A	.	1	.	1	1	1	+	.	1	+
----------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Carex alba-Artengruppe (D2 + D3)

[illegible]

Rubus fruticosus-Artengruppe (D1 + D2 + D3)

[illegible]

Crataegus monogyna-Artengruppe (D1 + D3 + D4)

Crataegus monogyna Aggr. B

Carpinus betulus-Artengruppe (D2 + D3 + D4)

Carpinus betulus B A 3 B

Arten der Baumschicht

Quercus pubescens s.l. B	B	5	3	4	4	4	4	4	3	4	5	5	3	4	3	4	5	4	5	4	3	5	5
--------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Fortsetzung Tab. I

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Robinia pseudoacacia K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.
Quercus petraea B	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Quercus petraea S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Kletterpflanzen																							
Hedera helix B	1	A	B	.	.	.	1	.	.	A	.	.	.	A	.	.	.	.	.	+	.	.	.
Hedera helix S	1	A	.	r	.	1	1	+	A	+	r	r	.	A	.	.	.	.	.	.	1	A	.
Hedera helix K	3	M	1	A	A	+	M	M	M	5	4	B	.	M	3	M	1	M	M	M	1	M	M
Clematis vitalba B	1	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Clematis vitalba S	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Clematis vitalba K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Strauchschicht																							
Ligustrum vulgare S	.	.	A	B	1	.	.	.	B	1	M	1	A	.	B	4	.	+	.	1	1	1	.
Ligustrum vulgare K	A	+	A	4	B	.	.	1	A	A	A	3	4	r	B	3	1	A	A	A	A	M	A
Lonicera xylosteum S	.	.	.	.	.	.	r	.	M	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	.
Lonicera xylosteum K	.	r	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	r	.	r	.	+	.	r	1	1	.	.
Cornus sanguinea S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	A	.	.
Cornus sanguinea K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	r	.	1	.	.
Acer platanoides S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Acer platanoides K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	r	M	r	+	r	r	r	+	.	.
Euonymus europaeus S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Euonymus europaeus K	.	.	.	+	.	+	.	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+	r	r	.
Prunus spinosa S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	A	.
Prunus spinosa K	.	r	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+	+	r	.	A	.
Hippocrepis emerus S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hippocrepis emerus K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.
Berberis vulgaris S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Berberis vulgaris K	1	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rhamnus cathartica S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rhamnus cathartica K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	r	.
Sambucus nigra S	.	.	.	B	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
Sambucus nigra K	r	.	.	r	.	.	.	.	r	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.
Rosa canina agg. S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rosa canina agg. K	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Juniperus communis S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Juniperus communis K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Malus sylvestris S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	A	.	.
Krautschicht																							
Convallaria majalis	A1	1	+	.	1	1	1	1	r	.	B	1	A	.	M	+	1	M	M	1	1	.	.
Polygonatum multiflorum	+	+	M	A	+	+	.	.	.	+	r	+	.	r	1	.	.	.	.	.	.	1	.
Viola reichenbachiana	.	.	.	.	.	.	.	1	M	.	+	+	r	r	M	+	1	.	r	r	1	.	.
Brachypodium pinnatum	3	.	.	.	.	B	r	.	+	.	.	.	.	.	.	1	+	B	.	.	.	1	M
Carex flacca	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	A	.	1	.	.	1	B	.	.	.	.
Brachypodium sylvaticum	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	r	.	+	+	.	.
Geum urbanum	+	.	.	.	.	.	.	r	+	.	+	.	.	.	r	.	.	.	.	r	r	.	.
Primula veris	.	.	.	.	.	r	+	.	r	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	+	r	.	.
Polygonatum odoratum	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	r	1	.	.	.	.	.	.	r	r	+	.	+
Euphorbia amygdaloides	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	r	r	.	+	.	.	.
Poa nemoralis	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	A	M	.	.	.	.	.	.	.	+	.	M	.
Carex digitata	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.
Dryopteris filix-mas	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.
Inula conyza	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Vincetoxicum hirundinaria	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
Dactylis polygama	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.

Laufende Numme

[illegible]

Mitt. Bad. Landesverein Naturkunde u. Naturschutz	Bd.25	2023	DOI: 10.6094/BLNN/Mitt/25.06	Seiten 149-162	Freiburg/Breisgau Februar 2023
--	-------	------	------------------------------	----------------	-----------------------------------

Syntope Vorkommen von Steinkrebs *Austropotamobius torrentium* (Schränk, 1803) und Bachmuschel *Unio crassus* (Philipsson, 1788) in Baden-Württemberg

MICHAEL PFEIFFER *

Im Gedenken an Prof. Dr. Gerhard Bauer

Zusammenfassung

Der Steinkrebs (*Austropotamobius torrentium* Schrank, 1803) und die Bachmuschel (*Unio crassus* Philipsson, 1788) gehören zu den ökologisch und naturschutzfachlich bedeutsamsten Wirbellosen in den Fließgewässern Süddeutschlands. Der Rückgang der beiden einst weit verbreiteten Arten begann in Baden-Württemberg mit dem Ausbau und der Verschmutzung der Fließgewässer während der Industrialisierung im 19. Jahrhundert. Der Verlust ganzer Populationen hält bis heute an. Beiden Arten wurden in Zeiten zunehmender Anforderungen im Arten- und Biotopschutz bestimmte, als „ursprünglich“ angesehene Habitate und Naturräume zugeordnet. Restbestände wurden so zu Referenzbeständen. Die Zusammenführung historischer und aktueller Verbreitungsdaten zeigt, dass die Bachmuschel und der Steinkrebs nicht nur zum ursprünglichen Inventar der meisten Fließgewässer des Landes gehörten, sondern dass sich die Lebensräume der beiden Arten sehr häufig überschneiden. Sekundär wurden von Menschenhand geschaffene Gewässer wie Mühlkanäle und Wiesengräben von den beiden Arten besiedelt.

Für Baden-Württemberg wurden in dieser Studie 17 gemeinsame Restvorkommen recherchiert. Fünf davon stehen bereits kurz vor dem Erlöschen, sieben sind stark gefährdet. Bei vier Vorkommen ist die Situation zwar unbekannt, doch es gibt keinen Grund für eine optimistische Prognose. An über 60 Standorten ist mindestens eine Art in den letzten Jahren oder Jahrzehnten erloschen. Ursächlich ist derzeit in den meisten Fällen die Einwanderung des invasiven Signalkrebsses (*Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852) in den gemeinsamen Lebensraum. Weitere Gefährdungsursachen, deren negative Auswirkungen durch die Klimakrise noch verstärkt werden, sind Gewässerverschmutzung, Sedimenteinträge, Fraß durch invasive Säugetiere sowie unangepasste Gewässerunterhaltung. Ein erfolgreiches Schutzkonzept kann nur nach einer Erfassung der beiden Arten auf Populationsebene und der

* Michael Pfeiffer, Weißenlerstraße 2, 79108 Freiburg-Hochdorf, pfeiffer@gobio-online.de

Analyse aller Gefährdungsursachen erfolgen. Geeignete und ausreichende Finanzierungsmöglichkeiten für die notwendigen Erhebungen fehlen. Nicht einmal eine flächendeckende Überwachung des Signalkrebses ist in den Fließgewässersystemen des Landes gewährleistet, obwohl die Folgen der Ausbreitung dieser invasiven Art den Zielen von Naturschutz, Fischerei und Wasserwirtschaft entgegenstehen.

Deshalb ist davon auszugehen, dass diese in Baden-Württembergs Fließgewässern ursprüngliche Biozönose wohl für immer verschwinden wird.

Schlüsselwörter: Biodiversitätsverlust, Lebensraumverlust, Signalkrebs, Mangelhafte Erfassung, Monitoring, Schutzbemühungen

Syntopic occurrence of stone Crayfish *Austropotamobius torrentium* (SCHRANK, 1803) and Thick Shelled River Mussel *Unio crassus* (PHILIPSSON, 1788) in Baden-Württemberg.

Abstract

The two most prominent invertebrates with ecological importance and high conservation status in running waters of Baden-Württemberg are Thick-shelled River Mussel (*Unio crassus* Philipsson, 1788) and Stone Crayfish (*Austropotamobius torrentium* Schrank, 1803). The steady decline of these once in Baden-Württemberg common species began with the regulation and pollution of rivers and streams during industrialisation in the 19th century. Habitat loss continues to this day, and both species have long been pushed back into refugial habitats. In times of increasing demands in species and biotope protection, both species were assigned specific habitats. Relict populations became reference populations and were allocated to specific habitats and landscapes. It has become clear that these two species were part of the original inventory in most watercourses of Baden-Württemberg and that the habitats of the two species also overlapped very frequently. Secondary artificial waters such as mill channels and ditches were also colonised. For Baden-Württemberg, 17 residual occurrences were researched in this survey. Five of them are already on the verge of extinction, seven are critically endangered and in four the situation is unknown but with pessimistic prognosis. At least one species has become extinct at over 60 locations in recent years or decades. The main reason is the immigration of the invasive signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852) into the common habitat, which is severely affecting both species. Other causes of danger, the negative effects of which are being exacerbated by the climate crisis, are water pollution, sediment input, feeding by invasive mammals and inadequate water body maintenance. A successful protection plan can only be implemented after the two species have been recorded at population level and when the causes of endangerment have been identified. By now, there are no suitable and sufficient financing options for the necessary surveys. Even a monitoring of the spread of the signal crayfish is not guaranteed in the country's running water systems, although the consequences of the spread of this invasive species compromise the goals of nature conservation, fisheries and water management. As of today, it can therefore be assumed that this original biocenosis in Baden-Württemberg's watercourses will probably disappear.

Keywords: Extinction of species, loss of habitat, signal crayfish, Insufficient recording, monitoring, protection efforts

1. Einleitung

Wir können nur erahnen, wie das Arteninventar der Wirbellosenfauna in unseren heimischen Bächen und Flüssen vor der Industrialisierung tatsächlich aussah. Überliefert ist, dass die beiden inzwischen vom Aussterben bedrohten Arten Bachmuschel (auch Kleine Flussmuschel genannt) (Abb. 1) und Steinkrebs (früher: Bachkreb[sic]) (Abb. 2) zum Standardinventar der Fließgewässer Süddeutschlands gehörten (KÖNIGLICH STATISTISCHES TOPO-



Abb. 1: Wenn alles andere passt, findet die Bachmuschel *Unio crassus* selbst zwischen Steinen in der Elz einen Sitzplatz. (M. Mildner, 13.11.20)



Abb. 2: Der Steinkrebs war einst in Baden-Württemberg in fast allen Landschaftsräumen bodenständig. (M. Pfeiffer, 25.08.2014)

GRAPHISCHES BUREAU 1882, GEYER 1911, ZWIESELE 1914, MODELL 1965, MODELL 1966, MODELL 1974). Der Lebensraumverlust begann vor etwa 150 Jahren und hält in Baden-Württemberg ungebremst an. Ab der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts kam es durch Gewässeraus- und -verbau, Gewässerverschmutzung und die Einschleppung der für heimische Flusskrebse tödlichen Krebspest zum großflächigen Erlöschen der beiden einst gemeinen Arten. Die Verluste nahmen durch die Industrialisierung der Landwirtschaft und die Flurbereinigungen im 20. Jahrhundert, als auch viele kleinere Bäche begradigt wurden, noch einmal zu. Heute werden bei der Erschließung von neuen Wohn- und Gewerbegebieten, dem Bau neuer Verkehrswege oder Rückhaltebecken noch immer Fließgewässerabschnitte verlegt und Bäche naturfern ausgestaltet. Die Gefahren und Beeinträchtigungen, die beispielsweise von Baustellen (Sedimenteinträge, Krebspestübertragung), versiegelten Flächen (Öle, Mikroplastik, Müll) und neuen Verkehrswegen (Streusalz, Pestizide, Schwermetalle) auf die Oberflächengewässer einwirken, sind dabei nicht zu unterschätzen. Problematischer ist allerdings die zunehmende Ausbreitung von mehreren invasiven Flusskrebs- und Säugetierarten in und an den Gewässerläufen des Landes und „on top“ die Klimakrise, die alle negativen Effekte nochmals verstärkt (CHUCHOLL et al. 2019). In Phasen langanhaltender Trockenheit kommt es ohne die üblichen Verdünnungseffekte zu einer Erhöhung der Schadstoffkonzentrationen in den Fließgewässern und bei höheren Wassertemperaturen ist weniger Sauerstoff gelöst. In den vergangenen zehn Jahren sind viele Lebensräume durch Austrocknung und

Starkregenereignisse in ganz Baden-Württemberg für die beiden Arten verlorengegangen. Vor allem ausgebaut und nicht beschattete Fließgewässer kommen oftmals nicht mehr als Lebensraum in Frage.

Die Bachmuschel ist in den Anhängen II und IV der FFH-Richtlinie (FFH-RL) gelistet und streng geschützt. Auf den Roten Listen von Baden-Württemberg ist sie in der Kategorie 1 (vom Aussterben bedroht) eingestuft (FALKNER et. al 2008). Der Steinkrebs ist als prioritäre Art in den Anhängen II und V der FFH-RL gelistet und landesweit gilt er als „stark gefährdet“ (BAER et. al 2014). Eine Einschätzung die inzwischen überholt sein dürfte.

Die ökologischen Ansprüche von Steinkrebs und Bachmuschel wurden wissenschaftlich erst im 20. Jahrhundert genauer erforscht und die Restbestände wurden so zu Referenzbeständen, deren Eigenschaften verallgemeinert wurden. Steinkrebse besiedeln demnach kühle, steinige und naturbelassene Oberläufe der Mittelgebirge (HOGGER 1988, LAURENT 1988, BOHL 1989, BOHL 1999, CHUCHOLL & DEHUS 2011), die Bachmuschel (Abb. 2) bevorzugt hingegen die Mittelläufe von Bächen und kleinen Flüssen (ENGEL 1990, HOCHWALD & BAUER 1990). Beiden Arten wurden bestimmte ökologische Nischen zugeordnet, wonach sich die Lebensraumansprüche deutlich unterscheiden. Ein gemeinsames Vorkommen wird bis heute bei Arterfassungen nicht in Betracht gezogen (LUBW 2014). In den vergangenen 15 Jahren wurde im Zuge der Erhebungen in FFH-Gebieten (FFH-Managementpläne¹), bei landesweiten Erhebungen (z.B. FFH-Stichprobenmonitoring Bachmuschel und Steinkrebs, Aktionsprogramm Steinkrebs) oder im Zuge von Fachgutachten für große Infrastrukturmaßnahmen, deutlich, dass syntope Vorkommen in vielen Landschaftsräumen in Baden-Württemberg erwartbar und auch noch vorhanden sind. Ziel dieser Arbeit ist es, diesen Sachverhalt aufzuzeigen und gleichzeitig auf das hohe Aussterberisiko für beide Arten in Baden-Württemberg durch den anhaltenden Habitatverlust aufmerksam zu machen.

2. Methode

Die Grundlage dieser Arbeit bildet die Auswertung der eigenen Datenbank mit Daten des Autors und von Mitarbeitern des Büros Gobio. Sie enthält Fundpunkte von Schalenmaterial oder lebenden Tieren der Bachmuschel aus den vergangenen 25 Jahren und von Steinkrebsen aus dem Zeitraum der letzten 15 Jahre. Ebenso wurden Fundpunkte aus historischen Quellen, grauer Literatur, bereits veröffentlichten FFH-Managementplänen des Landes, aus mehreren Arbeiten von Studierenden der Biologie an der Universität Freiburg (aus den vergangenen 30 Jahren) sowie Informationen von Kollegen und Internetportalen validiert und in die Datenbank eingepflegt. Insgesamt wurden > 2800 Datensätze zu *Unio crassus* und > 2400 Datensätze zu *Austropotamobius torrentium* in Baden-Württemberg mit dem Geographischen Informationssystem QGIS zusammengestellt, auf Aktualität überprüft und auf Karten übereinandergelegt. Potenzielle und rezente syntope Vorkommen wurden herausgefiltert und dazu Karten erstellt. Um die Vielfalt an Habitaten darzustellen, wurden dem Autor bekannte Fundstellen mit syntopen Vorkommen mit eigenem Bildmaterial dargestellt.

¹ Online abrufbar unter: <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/natur-und-landschaft/map-endfassungen> (zuletzt abgerufen am 02.03.2021).

3. Ergebnis

Im Nordosten und in der Mitte Baden-Württembergs sind die meisten Fließgewässer im Einzugsgebiet von Neckar und Main mit den Gäulandschaften, dem Keuper-Bergland und dem Albvorland ursprünglich über die gesamte Fließstrecke als Lebensraum für den Steinkrebs und die Bachmuschel geeignet (Abb. 3). Im Süden wurden die Bäche im Donautal, im Alpenvorland und der Hochrhein auf voller Länge von beiden Arten besiedelt (Abb. 3). Unscharf ist die Abgrenzung im Westen des Landes, am Oberrhein: Am Rande und in den Tälern der westlichen Schwarzwaldflanke mit der Vorbergzone und im Kraichgau befindet sich ein „ausgefranter“, eher schmaler Streifen, in dem die zum Rhein fließenden Bäche und Flüsse hydromorphologisch für beide Arten geeignet sind (Abb. 3). In der Kinzig ist die Bachmuschel nachweislich weit in ein Schwarzwaldtal in einen noch heute typischen Steinkrebslebensraum vorgedrungen. Am Oberrhein und am Neckar wurde der Steinkrebs in den tieferen Lagen vom wärmeliebenden Edelkrebs (Linnaeus, 1758) abgelöst (Abb. 3). Im äußersten Südwesten, im Südschwarzwald und teilweise in der Emmendinger Vorbergzone, wird die Nische des Steinkrebsses teilweise von der Schwesterart Dohlenkrebs, *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet, 1858) besetzt (Abb. 3). In den silikatisch geprägten Bächen im Schwarzwald und im Odenwald mit hohem Geschiebetrieb und den sehr steinigten Bächen der Schwäbischen Alb waren die Steinkrebse dann unter sich.

Insgesamt wurden mit den vorhandenen Daten 17 syntope Vorkommen für Baden-Württemberg identifiziert und erst im Jahr 2018 wurde noch ein größeres, gemeinsames Vorkommen in Oberschwaben entdeckt (REGIERUNGSPRÄSIDIUM TÜBINGEN 2020). Gleichzeitig konnte gezeigt werden, dass an über 60 Standorten wenigstens eine Art in den vergangenen 20 bis 30 Jahren verschwunden ist (Abb. 4). Fünf der 17 Reliktorkommen stehen unmittelbar vor dem Aussterben und sind nicht mehr zu retten (Abb. 4). Ursächlich für die pessimistische Prognose ist in fast allen Fällen das Vordringen des Signalkrebsses, *Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852), in den gemeinsamen Lebensraum was zunächst zwar vor allem den Steinkrebs betrifft, der aber letztlich auch die Bachmuschelbestände schädigt.

Darunter fällt auch das größte gemeinsame Vorkommen in der Jagst. Der große Neckarzufluss beherbergt momentan den größten Bachmuschelbestand in Baden-Württemberg (PFEIFFER 2009, NAGEL & PFEIFFER 2021). Wie historische und aktuelle Schalen- und Lebendfunde belegen, war der Fluss einst fast auf der gesamten, 190 km langen Fließstrecke mit *Unio crassus* besiedelt (ZWIESELE 1914). Der Steinkrebs besiedelte mindestens den Mittel- und Oberlauf der Jagst noch bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts, nach Aussagen von Anliegern sehr zahlreich. 2008 wurde vom Autor bei Kirchberg/Jagst ein vitaler Steinkrebsbestand dokumentiert. Ausgerechnet in einem ca. 20 km langen Abschnitt der Jagst, der durch das „Jagstunglück“ im Jahr 2015 deutschlandweit traurige Berühmtheit erlangte, befindet sich momentan noch das größte syntope Vorkommen in Baden-Württemberg (Abb. 4, Abb. 5).

Nicht nur in der Jagst selbst, sondern auch in den zahlreichen Nebengewässern waren beide Arten anzutreffen. Zwar sind oftmals tief eingeschnittene Abschnitte im Muschelkalk

² Im August 2015 ist bei einem Großbrand eines Düngemittellagers einer Mühle in Lobenhausen (Gemeinde Kirchberg/Jagst) verunreinigtes Löschwasser in die Jagst gelangt und verursachte dort ein großes Fischsterben.

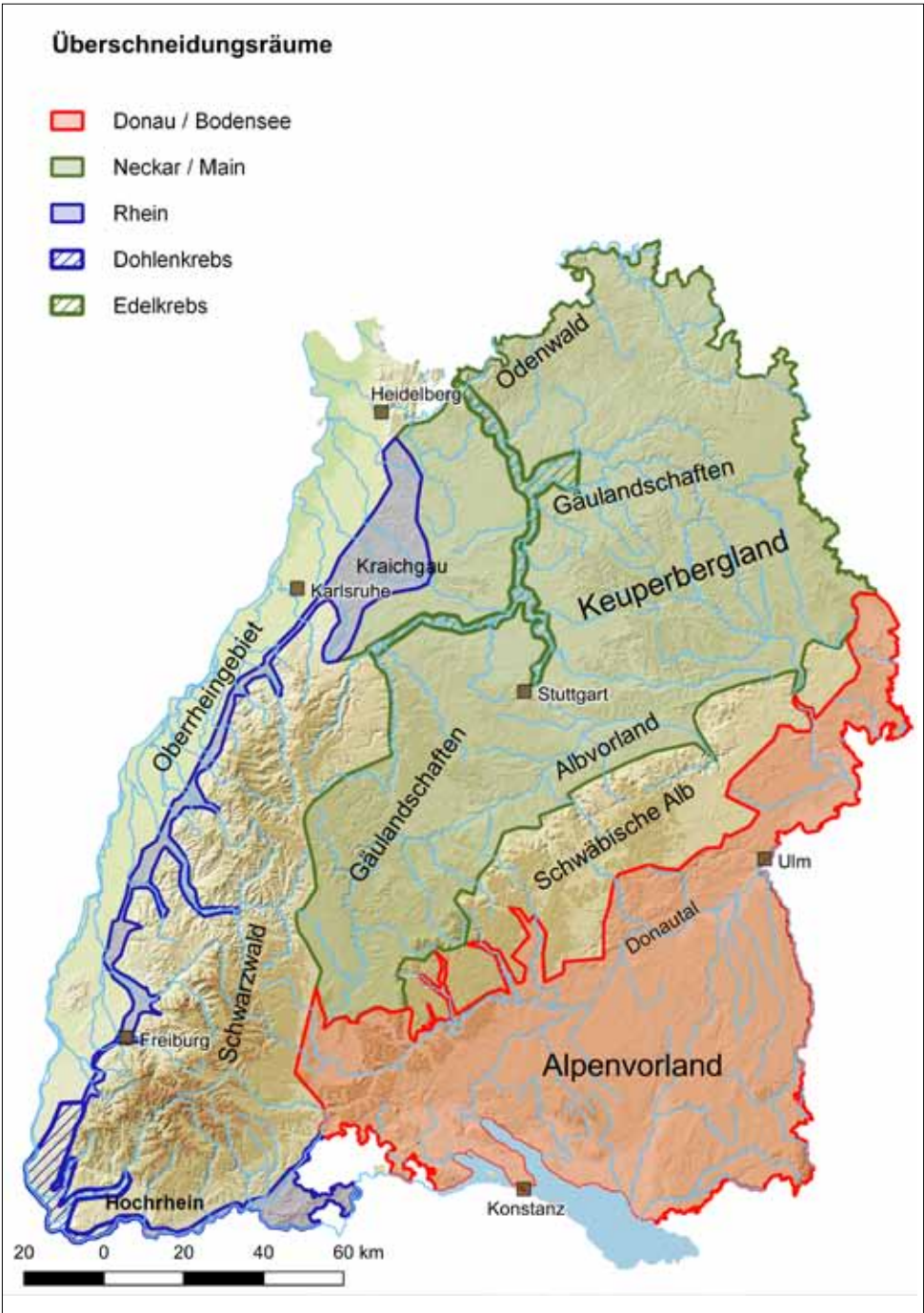


Abb. 3: Naturräume mit historisch belegten Vorkommen von Bachmuschel und Steinkrebs. Kartengrundlage: LGL, www.lgl-bw.de. Kartenerstellung M. Pfeiffer & M. Mildner.

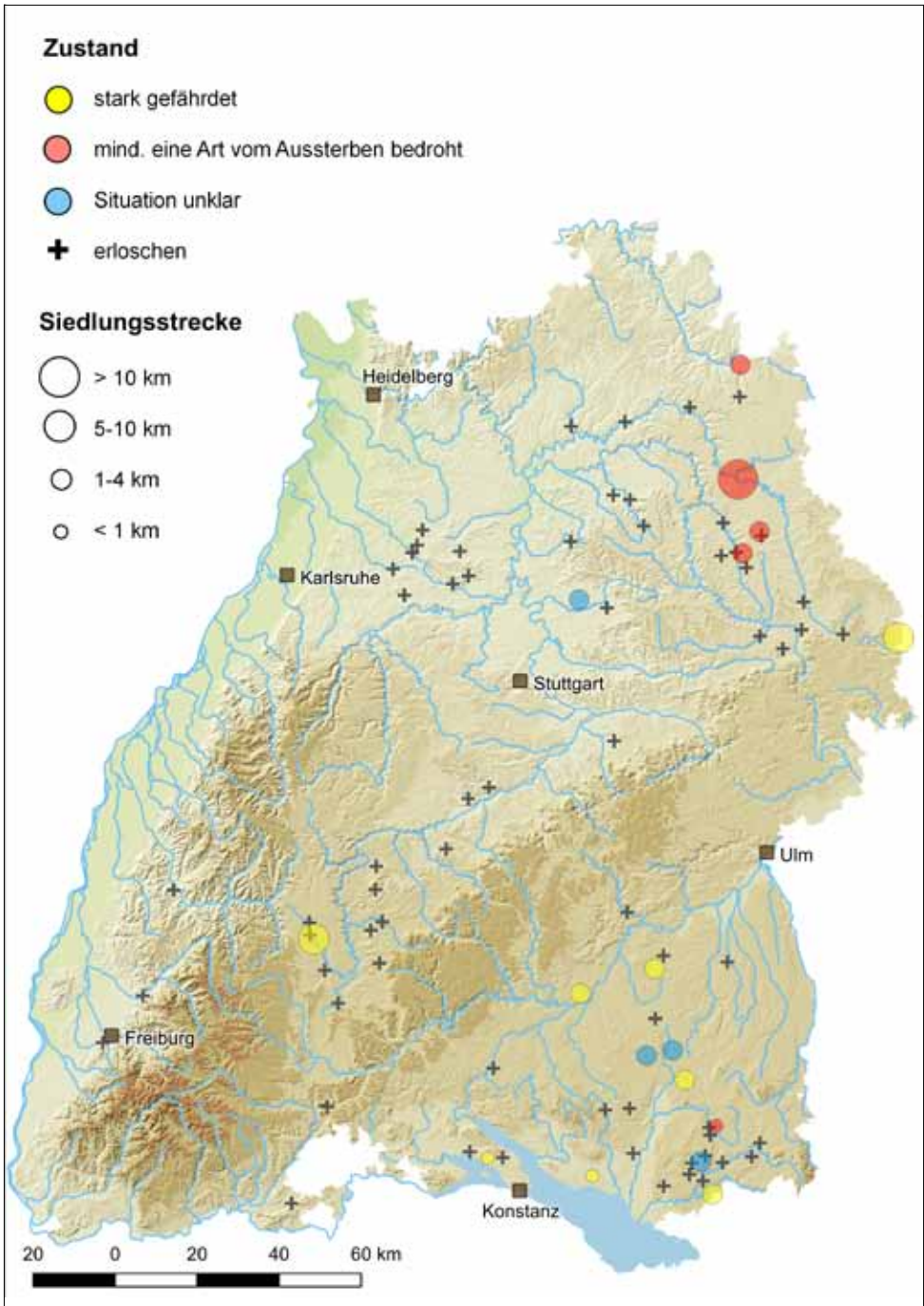


Abb. 4: Zustand und Größe der gemeinsamen Reliktorkommen sowie nachweislich erloschene Bestände. Wissenstand Sommer 2021. Kartengrundlage: LGL, www.lgl-bw.de. Kartenerstellung M. Pfeiffer & M. Mildner.



Abb. 5: Jagst bei Kirchberg an der Jagst. Der naturnahe Fluss war und ist teilweise noch heute Lebensraum für beide Arten. (M. Pfeiffer 10.10.2008)

(so genannte Klingen) für die Muscheln zur Ansiedlung nicht geeignet. Diese zu steinigen und zu steilen Abschnitte, in denen der Steinkrebs ein Auskommen findet, können von den für einige Wochen am Fisch parasitierenden Larven der Bachmuschel (Glochidien) mit dem „Transportvehikel“ Wirtsfisch „übersprungen“ werden. Die lehmig-kiesigen Oberläufe der Hochebene sind dann zu meist wieder ein sehr guter Lebensraum für beide Arten. Limitierend für ein Vorkommen in solchen Gewässerabschnitten ist das Vorhandensein des vielleicht wichtigsten Wirtsfisch der Bachmuschel, der Elritze, *Phoxinus phoxinus* (L. 1758). Dem nachtaktiven Steinkrebs bieten sich auch dort unter Steinen, Erlenwurzeln und Totholz geeignete Verstecke. Häufig können dort dann selbstgegrabene Höhlen im Lehm der ursprünglichen Aue als Tagesversteck dienen.

Ein zweiter größerer Mischbestand befindet sich derzeit am Oberen Neckar in einem großen Bach mit steiniger Sohle und lehmigen Ufern (etwa 10 km Bachstrecke) und ein dritter an der östlichen Landesgrenze im Nördlinger Ries (mindestens 7 km Bachstrecke) (Abb. 6). Südlich der Schwäbischen Alb sind dann nur noch kleinräumige Restvorkommen anzutreffen³. Dazu zählt auch ein ca. 500 Meter langer, überwiegend steiniger Bereich im Mittellauf eines Bodenseezuflusses (Abb. 7) sowie ein etwa 3,5 km langer, lehmiger Oberlauf in einem größeren Bach, der in die Donau entwässert (Abb. 8). Bei vier ermittelten Flächen ist die aktuelle Situation unbekannt, ein hohes Gefährdungspotenzial muss aber auch dort angenommen werden (Abb. 4).

Mindestens sechs Vorkommen sind vor allem wegen bekannter, häufiger Defizite bei der Wasserqualität (Einträge von Gülle, Pestiziden, kommunalen Abwässern, Feinsediment von Baustellen) und dem Klimawandel (Starkregen, Hitzestress, Trockenheit) akut gefährdet. Außerdem setzen Prädatoren wie die invasiven Nager Bisam, *Ondatra zibethicus* (L., 1766), und Nutria, *Myocastor coypus* (Molina, 1782), sowie inzwischen auch der Waschbär, *Procyon lotor* (L., 1758), den Arten zu. Hervorzuheben ist zudem die Gefahr, die seit Jahrzehnten von fehlerhaften Gewässerunterhaltungsmaßnahmen ausgeht (Abb. 9).

Der Rückgang des Steinkrebsses kann beispielhaft an der Fischach, einem 14 km langen Fließgewässer, welches über die Bühler im Nordosten Baden-Württembergs in den Kocher entwässert, nachvollzogen werden. Im Jahr 2010 wurden im naturnahen Ober- und im be-

³ Aktuelle Untersuchungen im Zuge von weisen darauf hin, dass dort seit diesem Jahr (2022) der Steinkrebs verschwunden ist. Als Ursache kommt vermutlich ein Ausbruch der Krebspest in Frage.



Abb. 6: Dieser begradigte Bach im Ostalbkreis beherbergte noch bis 2021 eines der letzten vitalen Vorkommen von Steinkrebs und Bachmuschel. Inzwischen ist dort der Steinkrebs verschwunden (M. Pfeiffer, 13.08.2013)



Abb. 7: In diesem Abschnitt eines Bodenseezuflusses leben auf ca. 500 m Fließstrecke wahrscheinlich noch heute beide Arten. (M. Pfeiffer, 07.09.2011)



Abb. 8: Ein lehmiger Abschnitt in einem Donauzufluss, der noch beide Arten beherbergt. (M. Pfeiffer, 10.06.2015)



Abb. 9: Sehr schädlich für das Ökosystem Fließgewässer ist eine unangepasste Gewässerunterhaltung, hier in einem von Steinkrebsen und Bachmuscheln besiedelten Zufluss der Argen in Oberschwaben zu sehen. (M. Pfeiffer, 09.05.2012)

gradigten Mittellauf noch Steinkrebse und Bachmuscheln, aber auch Signalkrebse nachgewiesen (REGIERUNGSPRÄSIDIUM STUTTGART 2011). Sieben Jahre später war der Steinkrebs dort, mutmaßlich durch einen Ausbruch der Krebspest, *Aphanomyces astaci* (Schikora, 1906), verschwunden. Wenige Jahre zuvor haben sich vermutlich, unbemerkt von der Öffentlichkeit, im Vorfluter Bühler dieselben Vorgänge abgespielt. Es ist daher davon auszugehen, dass im Einzugsgebiet der Bühler in den vergangenen 20-30 Jahren mindestens 60 Kilometer gemeinsamer Lebensraum durch den Verlust des Steinkrebes und die Schädigung der Bachmuschel und ihrer Wirtsfische dauerhaft verloren gingen.

4. Diskussion

Bachmuschel und Steinkrebs waren einst die häufigsten Großmuschel- und Flusskrebsarten in Baden-Württemberg. Beide Arten waren früher in allen größeren Fließgewässersystemen vertreten. Ab dem Mittelalter wurden vom Menschen geschaffene Kanäle und Gräben ebenfalls besiedelt. Die Kriterien für einen gemeinsamen Lebensraum waren und sind neben einer dauerhaften Wasserführung sauberes, sauerstoffreiches Wasser, das sich auch im Sommer nicht zu stark erwärmt, und ein ausreichendes Nahrungsangebot. Der gemeinsame Lebensraum sollte zudem strukturell gut ausgestattet sein und dem Steinkrebs ausreichend Versteckmöglichkeiten, der Bachmuschel ein grabbares Substrat und Wirtsfischen Unterstände, Laichplätze und Möglichkeiten zur Migration bieten. Diese Grundvoraussetzungen erfüllten sehr viele Bäche und Flüsse in Baden-Württemberg Jahrhunderte oder Jahrtausende lang. Mehrere heute noch bekannte Bachmuschelgewässer mit dem Namen Krebsbach legen hiervon ebenso Zeugnis ab wie die vielen Funde von Bachmuschelschalen in typischen „Steinkrebsgewässern“, den steinig-lehmigen Bächen des südwestdeutschen Schichtstufenlands. Die beiden großen und auffälligen Wirbellosen sind Schlüsselarten in ihren Ökosystemen und leisten einen wichtigen Beitrag zur Selbstreinigung der Gewässer. Der nachtaktive Steinkrebs ernährt sich unter anderem von Falllaub und Aas und reinigt auf diese Weise die Fließgewässer von größerem organischem Material. Die Bachmuschel leistet als Filtrierer einen wichtigen Beitrag beim Recycling der anfallenden partikulären organischen Substanzen. Insbesondere große und vitale Bestände der Bachmuschel weisen auf ein intaktes Ökosystem hin. Sind sogar noch beide Arten vorhanden und reproduktiv, ist das Ökosystem sehr wahrscheinlich in einem sehr guten Zustand. Sind sie hingegen verschwunden, ist ein schlechter Zustand zu konstatieren.

Vor allem die Steinkrebse sind längst in saubere und krebspestfreie Oberläufe zurückgedrängt und nicht wenige Restpopulationen wurden Opfer der langanhaltenden Hitze und Trockenheit der Jahre 2015 sowie 2018 bis 2020. Selbst diese „Kleinstpopulationen“ sind nicht vor dem Eindringen des konkurrenzstarken Signalkrebes und der Gefahr einer Ansteckung mit dem tödlichen Erreger der Krebspest sicher. Eine natürliche Wiederbesiedlung ehemaliger Steinkrebsgewässer ist meist nicht mehr möglich, denn die flächige Verbreitung der gebietsfremden Flusskrebsart ist unumkehrbar (REINHARD & PFEIFFER 2021). Damit nicht genug, wurde der Signalkrebs bereits als Prädator für ausgewachsene (!) *Unio crassus* überführt (KIRSCH 2014, LOTTER 2015). Die Art schädigt jedoch nicht nur die beiden Schlüsselarten, sondern das gesamte Ökosystem nachhaltig (LOTTER 2015, VAEBEN & HOLLERT 2015, GALIB, FINDLAY & LUCAS 2020).

Seit einigen Jahren werden, ausgehend vom Regierungspräsidium Stuttgart (Referat 56) und der Fischereiforschungsstelle des Landes (FFS), regional große Anstrengungen für die Erfassung und den Schutz des Steinkrebsses in Baden-Württemberg unternommen (CHUCHOLL & BRINKER 2017, WALDMANN 2019). Der Bau von Krebssperrern steht dabei im Vordergrund, denn dies ist derzeit die einzige Maßnahme, um einen dauerhaften Schutz vor invasiven Krebsarten zu gewährleisten (CHUCHOLL & DÜMPELMANN 2017). Dabei treten die Schwierigkeiten bei der Finanzierung (Mittelbereitstellung, Zeitplan) und Umsetzung (Wirksamkeit, Zuständigkeiten von Behörden, Mangel an Fachpersonal) offen zu Tage.

Ein weiterer Gefährdungsfaktor für beide Arten sind unkontrollierte Eingriffe in die Lebensräume bei der Gewässerunterhaltung (BÜRO GOBIO 2013, WALDMANN 2019, BÜRO GOBIO 2021). Viele Bäche wurden bereits vor Jahrzehnten begradigt, die Ufer und Auen zerstört. Von den Unterhaltungsträgern (Kommunen und Bauhöfe des Landes) werden die Bäche dann nur noch als Gräben oder Drainagen wahrgenommen und entsprechend behandelt. Davon sind nicht nur die beiden hier besprochenen Arten, sondern auch viele andere benthische Organismen sowie Fische betroffen. Als Beispiel lässt sich hier die wie Steinkrebs und Bachmuschel europaweit geschützte Helm-Azurjungfer *Coenagrion mercuriale* (Charpentier, 1840) nennen, die ebenfalls deutliche Rückgänge erlitten hat und auf eine schonende und angepasste Gewässerpflege angewiesen ist (BURBACH et al. 2015).

Die gesetzlichen Vorgaben zur naturnahen Gewässerpflege und für die Wiederherstellung vitaler Fließgewässer und der Schutz ausgewählter Arten haben sich in den letzten Jahrzehnten deutlich verbessert (EU-Wasserrahmenrichtlinie, FFH-Richtlinie). Eine fachgerechte Umsetzung der Vorgaben ist aktuell jedoch noch nicht einmal in Schutzgebieten gegeben. Der Paradigmenwechsel im Umgang mit unseren Fließgewässern ist in vielen zuständigen Behörden noch nicht angekommen, und wenn doch, dann fehlt es an Wissen, Personal und finanziellen Mitteln, die Gesetze und Regeln anzuwenden und umzusetzen. Niemand kann beispielsweise vom Bauhof einer Gemeinde oder einer Landesbehörde ohne fachliche Unterstützung erwarten, die jahrzehntelange Praxis der naturschädlichen Gewässerunterhaltung in eine moderne und gesetzeskonforme Form zu überführen. Der Umgang mit vom Aussterben bedrohten aquatischen Arten ist Facharbeit. Der Versuch, das Wissen über Artensteckbriefe oder Schulung des Personals zu vermitteln, ist zwar löblich, wird aber spätestens dann problematisch, wenn Laien (z.B. Baggerfahrer oder Landwirte) am Ende für den Verlust einer vom Aussterben bedrohten Arten verantwortlich gemacht werden. So kommt es zwangsläufig zu Konflikten, die dann oft sogar vor Gericht landen. Die im Auftrag der Regierungspräsidien tätigen Umsetzer der Artenschutzprogramme, Mitarbeiter der Naturschutzbehörden und Landschaftserhaltungsverbände (LEV) können hier unterstützen. Gute Beispiele gibt es bereits, sie gehen jedoch auf ein überdurchschnittliches Engagement der jeweiligen Gemeindeverwaltung, von Einzelpersonen an Landratsämtern oder bei Landschaftserhaltungsverbänden zurück. So ist im Landkreis Tettang eine Mitarbeiterin mit der Organisation der Gewässerunterhaltung betraut, die außerdem durch von der Gemeinde beauftragte externe Experten unterstützt wird.

Inzwischen konkurrieren die aquatischen Arten zwangsläufig um die verbliebenen, naturschutzfachlich wertvollen Flächen und zum Schutz einer Art oder eines Lebensraums kann es notwendig sein, Entscheidungen zu Ungunsten einer anderen (ebenfalls geschütz-

ten) Art zu treffen. Mit dem Bau einer Krepssperre wird beispielsweise die Längsdurchgängigkeit eines Fließgewässers unterbunden. Fische und Muscheln (als Larven an ihren Wirtsfischen) benötigen die Durchwanderbarkeit in ihren Lebensräumen. Vor allem kleine Fisch- und Muschelpopulationen werden von einem unüberwindbaren Querbauwerk stark beeinträchtigt oder gehen womöglich sogar verloren. Ähnlich verhält es sich mit dem streng geschützten Biber, *Castor fiber* (HEMBRICH, 1820), der durch seine Aktivitäten die verbliebenen Lebensräume der ebenfalls streng geschützten Bachmuschel und die stark gefährdeten Steinkrepsspopulation stark verändern und schädigen kann. Weitere Zielkonflikte gibt es bezüglich der Ansprüche an den Lebensraum. Libellen, wie die Helm-Azurjunger, lieben besonnte Uferbereiche. Dagegen benötigen Fische Unterstände und Beschattung, dies gilt besonders in Zeiten des Klimawandels. Diese Zielkonflikte lassen sich aber in aller Regel lösen. Der Schlüssel heißt Vielfalt. So kann z.B. durch angepasste Pflege ein Wechsel von offenen und Gehölz-bestandenen Bachabschnitte entwickelt und erhalten werden.

Wie bereits erwähnt, sind noch längst nicht alle Fließgewässer im Land ausreichend untersucht, hinzu kommt die dynamische Ausbreitung des invasiven Signalkrebs. Insbesondere die heimischen (allesamt geschützten) Großmuscheln werden in Baden-Württemberg bislang kaum erfasst, ein zentrales Artkataster und Datengrundlagen auf Populationsniveau fehlen. Um die letzten gemeinsamen Vorkommen von Steinkrebs und Bachmuschel zu sichern, bedarf es daher grundlegender Erfassungen und der raschen Ausarbeitung und Umsetzung unbürokratischer Sofortmaßnahmen – und um den negativen Folgen der Klimakrise auf den ökologischen Zustand entgegenzuwirken, ist es dringend notwendig, die ökologische Resilienz der Fließgewässer zu verbessern (BASEN et al. 2018). Dies gelingt am ehesten durch strukturelle Aufwertungen bzw. Renaturierungen auch kleiner Fließgewässer und ihrer Auen.

Ohne eine Anpassung der behördlichen Verwaltungsprozesse und ohne eine deutliche Erhöhung des finanziellen Rahmens werden nicht nur die „Ureinwohner“ Baden-Württembergs Steinkrebs und Bachmuschel verloren gehen, sondern auch weitere viel weniger beeindruckende Organismen der Fließgewässer.

5. Dank

Dank geht an meine geschätzten Kollegen und Freunde Dr. Karl-Otto Nagel, Dr. Holger Hunger und Jörg Przybilla und Julie Irmer für die Bestärkung und für die Durchsicht des Manuskripts sowie an meinen ehemaligen Mitarbeiter Manuel Mildner für die Erstellung der Karten.

Literatur

- BAER, J. BLANK, S., CHUCHOLL, C., DUBLING, U. & BRINKER, A. (2014): Die Rote Liste für Baden-Württembergs Fische, Neunaugen und Flusskrebse. - Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg, Stuttgart, 64 S.
- BASEN, T., GAYE-SIESSEGGGER, J. & BRINKER, A. (2019): Auswirkung von Dürre und Hitze 2018 auf Fischbestände. landinfo 4/2019, 56-61 S.
- BOHL, E. (1989): Ökologische Untersuchungen an ausgewählten Gewässern zur Entwicklung von Zielvorstellungen des Gewässerschutzes. Bayerische Landesanstalt für Wasserforschung, Wielenbach: 237 S.

- BOHL, E. (1999): Crayfish stock situation in Bavaria (Germany) - attributes, threats and chances. *Freshwater Crayfish* 12(1): 765-777.
- BÜRO GOBIO (2013) (Bearb.: Pfeiffer, M.): Gründe für den Rückgang der Bachmuschel (*Unio crassus*, PHIL. 1799) in Baden-Württemberg. Einschätzung für Landesanstalt für Umweltschutz und Messungen (LUBW). 76231 Karlsruhe, Referat 25.
- BÜRO GOBIO (2021) (Bearb.: Pfeiffer, M.): Artenschutzprogramm LUBW Bachmuschel (*Unio crassus*) - Tätigkeitsbericht 2021. AG: Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz (LUBW), Abteilung 2, Referat 25, Baden-Württemberg, 76231 Karlsruhe.
- BURBACH, K., H. HUNGER & F. PETZOLD (2015): *Coenagrion mercuriale* (Charpentier, 1840) Helm-Azurjungfer. *Libellula Supplement* 14: 74-77.
- CHUCHOLL, C. & DEHUS, P. (2011): Flusskrebse in Baden-Württemberg. Fischereiforschungsstelle Baden-Württemberg (FFS), Langenargen. 92 S.
- CHUCHOLL, C. & BRINKER, A. (2017): Der Schutz der Flusskrebse – ein Leitfaden. -Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg, Stuttgart, 84 S.
- CHUCHOLL, C. & DÜMPELMANN, C. (2017): Erstellung einer Expertise zu Krebsperren und alternativen Schutzmaßnahmen für den Steinkrebs. Sondergutachten für Hessisches Landesamt für Naturschutz Umwelt und Geologie (HLUG), Gießen. 40 S.
- CHUCHOLL, C. BAER, J. & BRINKER, A. (2019): Fischökologisch bedeutsame Gewässer in Baden-Württemberg. Fischereiforschungsstelle Baden-Württemberg. Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg, Stuttgart 140 S.
- ENGEL, H. (1990): Untersuchungen zur Autökologie von *Unio crassus* (Philipsson) in Norddeutschland. Dissertation, Hannover, Deutschland.
- FALKNER, G., NIEDERHÖFER, H.-J., COLLING, M., KLEMM, M., SCHMID, G., GROH, K., JUNGBLUTH, J.H., RÄHLE, W. & SCHMID, G. (2008): Rote Liste und Artenverzeichnis der Schnecken und Muscheln Baden-Württembergs, 2. Fassung - LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg – Landschaftsplanung, Fachdienst Naturschutz; Karlsruhe S: 185.
- FFH-RL (1992): Richtlinie 92/43/EWG des Rates zur Erhaltung der Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen vom 21. Mai 1992, Abl. Nr. L 206.
- GALIB, S.M., FINDLAY, J.S., LUCAS, M.C. (2020): Strong impacts of signal crayfish invasion on upland stream fish and communities. *Freshwater Biology*, 2021;66: S: 223- 240. doi: 10.1111/FWB.13631.
- GEYER, D. (1911): Die Molluskenfauna des Neckars. – Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg 67: 354 - 371.
- KÖNIGLICH STATISTISCHES TOPOGRAPHISCHES BUREAU (Hrsg.) (1882): Das Königreich Württemberg. Eine Beschreibung von Land, Volk und Staat. Das Thierreich. W. Kohlhammer GmbH, Stuttgart: 481 – 540.
- HOCHWALD, S. & BAUER, G. (1990): Untersuchungen zur Populationsökologie und Fortpflanzungsbiologie der Bachmuschel *Unio crassus* (PHIL 1788) und dessen Abhängigkeit von Umweltfaktoren. *Bayreuther Forum Ökologie* 50: 1–156.
- HOGGER, J. B. (1988): Ecology, population biology and behaviour. In HOLDICH, D. M. & LOWERY, R. S. (eds), *Freshwater Crayfish: Biology, Management and Exploitation*. Chapman & Hall, London: 114–144.
- KIRSCH, E. (2014): Predatory impact of the non-native signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) on the endangered thick shelled river mussel (*Unio crassus*). Masterarbeit, University of Leeds.
- LAURENT, P.J. (1988): *Austropotamobius pallipes* and *A. torrentium*, with observations on their interactions with other species in Europe. In HOLDICH, D. M. & LOWERY, R. S. (eds), *Freshwater Crayfish: Biology, Management and Exploitation*. Chapman & Hall, London: 341 -364.
- LOTTER, A. (2015): Bioturbation, population dynamics and predatory impacts on bivalves of *Pacifastacus leniusculus* in the stream 'Mollenbach', Vogt, Baden-Württemberg. Masterarbeit, Universität Ulm.

- LUBW – Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (Hrsg., 2014): Handbuch zur Erstellung von Managementplänen für die Natura 2000-Gebiete in Baden-Württemberg, Karlsruhe. Version 1.3. 460 S.
- MODELL, H. (1965): Die Najaden-Fauna der oberen Donau. – Veröffentlichungen der Zoologischen Staatssammlung München – 009: 159 - 304.
- MODELL, H. (1966): Die Najaden des Main-Gebietes. – Bericht der Naturforschenden Gesellschaft Augsburg – 019_1966: 1 - 51.
- MODELL, H. (1974): Die Najaden des Neckar-Gebietes (Bivalvia, Unionacea) – Veröff. Zool. Staatssammlung München – 17: 109 - 138.
- NAGEL, K.-O & PFEIFFER, M. (2021): Die Kleine Flussmuschel, *Unio crassus* (PHILIPSSON, 1788), in Baden-Württemberg. Abgerufen am 30.03.2021, von <https://www.gobio-online.de/imgs/rechts/kleine-flussmuschel.pdf>
- PFEIFFER, M. (2009): Nachweis von Bachmuscheln (*Unio crassus*) in der Jagst. - Schriften zur Malakozoologie aus dem Haus der Natur, Heft 25, Cismar.
- PFEIFFER, M. (2014): Landesweite Erfassung der Bachmuschel (*Unio crassus* PHIL. 1788) in primären Suchräumen in Baden-Württemberg. – Auftraggeber: Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz (LUBW), Abteilung 2, Referat 25.
- REGIERUNGSPRÄSIDIUM STUTTGART (Hrsg.) (2011): Managementplan für das FFH-Gebiet 7025-341 „Oberes Bühlertal“ – bearbeitet von Fabion GbR.
- REGIERUNGSPRÄSIDIUM TÜBINGEN (Hrsg.) (2020): Managementplan für das FFH-Gebiet 8324-342 „Obere Argen und Seitentäler“ und das Vogelschutzgebiet 8324-441 „Schwarzensee und Kolbenmoos“ - bearbeitet von der Arbeitsgruppe Kübler-Kiechle.
- REINHARDT, M. & PFEIFFER, M. (2021): Flusskrebse im südlichen Kraichgau und im Nordschwarzwald (Bad.-Württ.). Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz e.V., Band 23 (NF), S. 125-138, Freiburg i.Br.
- VAEBEN, S. & HOLLERT, H. (2015): Impacts of the North American signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) on European ecosystems. Environ Sci. Eur. (2015) 27:33. DOI 10.1186/s12302-015-0065-2.
- WALDMANN, B. (2019): Flusskrebse in Deutschland. Aktueller Stand der Verbreitung heimischer und invasiver gebietsfremder Flusskrebse in Deutschland – Überblick über die erfolgten Schutzmaßnahmen und den damit verbundenen Erfahrungen – Vernetzung der Akteure im Flusskrebschutz. Masterthesis. Univ. Koblenz-Landau. Fachbereich 3 Mathematik und Naturwissenschaften. 93 S.
- ZWIESELE, H. (1914): Die Verbreitung der Neckar- und Donaumussheln im Kocher- und Jagstgebiet. – Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg – 70: 60 - 68.

Mitt. Bad. Landesverein Naturkunde u. Naturschutz	Bd.25	2023	DOI: 10.6094/BLNN/Mitt/25.07	Seiten 163-168	Freiburg/Breisgau Februar 2023
--	-------	------	------------------------------	----------------	-----------------------------------

Erstfund des invasiven Scheingreiskrauts *Erechtites hieraciifolius* (L.) Raf. ex DC im Schwarzwald

GABRIEL HOLZ* UND VERONIKA BRAUNISCH

Zusammenfassung:

Bei Vegetationsaufnahmen der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA) im Rahmen des Forschungsprojektes „Biodiversität entlang eines Bewirtschaftungsgradienten“ (<https://www.fva-bw.de/biodiversitaet-entlang-eines-bewirtschaftungsgradienten>) wurde im Jahr 2020 und 2021 das invasive amerikanische Scheingreiskraut (*Erechtites hieraciifolius*) im Schwarzwald gefunden.

Schlüsselwörter:

Neophyt, invasive Art, *Erechtites hieraciifolius*

Abstract:

First discovery of the invasive fireweed *Erechtites hieraciifolius* (L.) Raf. ex DC in the Black Forest.

During vegetation monitoring by the Forest Research Institute Baden-Württemberg as part of the research project „Biodiversity along a management gradient“ (<https://www.fva-bw.de/biodiversitaet-entlang-eines-bewirtschaftungsgradienten>), the invasive American fireweed (*Erechtites hieraciifolius*) was found in the Black Forest in 2020 and 2021.

Keywords:

neophyte, invasive species, *Erechtites hieraciifolius*

1. Taxonomie, Verbreitung und Standortsansprüche

Erechtites hieraciifolius gehört zur Unterfamilie der Senecioneae, hierzu gehören auch die bei uns artenreiche Gattung der Greiskräuter (*Senecio*). Die Pflanze riecht unangenehm. Der Stängel ist aufrecht mit spitzen Laubblättern versehen, die grob und etwas unregelmäßig gezähnt sind. Die mittleren Laubblätter sind allmählich in den geflügelten Blattstiel verschmälert oder sitzend mit keilförmigem Grund. Die Körbe haben einen Durchmesser

* Gabriel Holz, Gabriel.Holz@forst.bwl.de



Abb. 1: *Erechites hieraciifolius* Quelle: „*Erechites hieraciifolia* - 001x“. Über Open-Media – https://species-id.net/o/index.php?title=Image:Erechites_hieraciifolia_-_001x.jpg#/media/File:Erechites_hieraciifolia_-_001x.jpg.



Abb. 2: *Erechites hieraciifolius* im Schwarzwald, © Gabriel Holz.



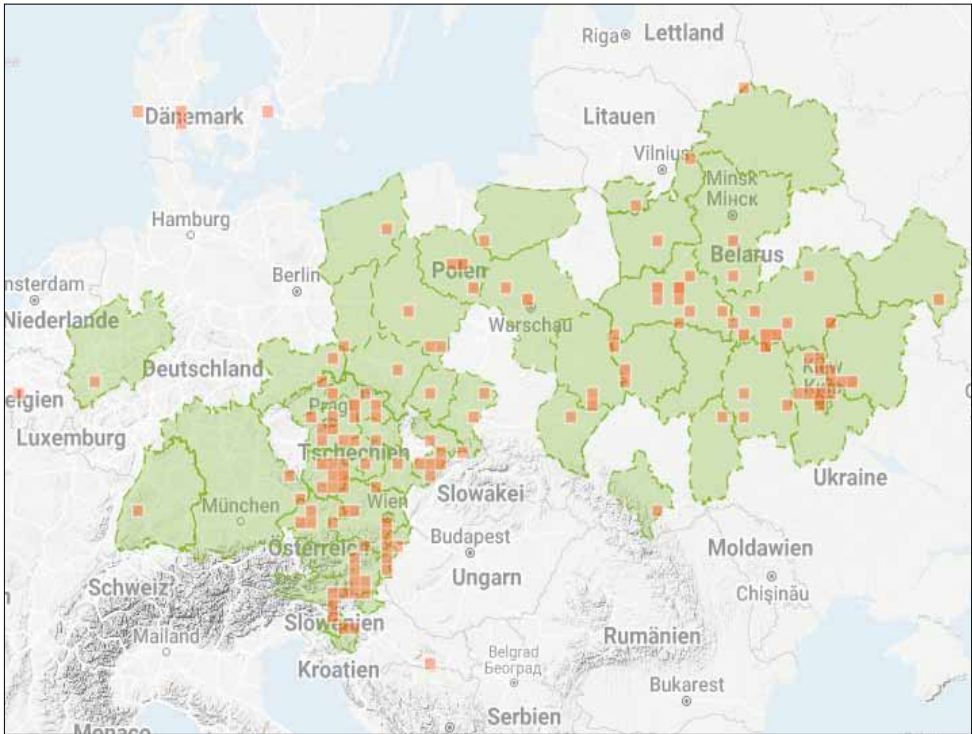
Abb. 3: *Erechites hieraciifolius* bildet am Fundort teils dichte Bestände, © Gabriel Holz.

von 6-7 mm, die Hülle ist zylindrisch und die Hüllblätter fast linear, zugespitzt mit hellem Rand (Abb. 1). Die Art wird ca. 50-180 cm groß und blüht von Juli bis Oktober.

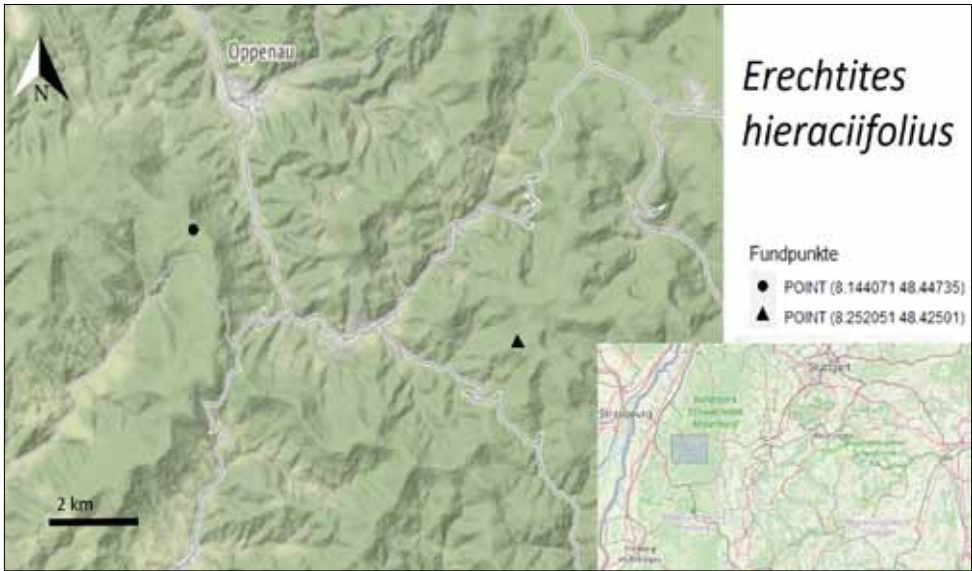
Ursprünglich kommt die Art aus Nord- und Südamerika, sie wurde durch menschliche Aktivitäten u.a. nach China und Südostasien eingeschleppt, außerdem auch nach Osteuropa (Karte 1). *Erechites hieraciifolius* wurde in Europa erstmals 1876 auf einer Rodungsfläche bei Zagreb (HEGI 1987) kartiert.

In Deutschland ist *Erechites hieraciifolius* laut Bundesamt für Naturschutz (BfN 2013) an der unteren Donau anzutreffen.

In ihrem Heimatgebiet kommt *Erechites hieraciifolius* auf Waldlichtungen und Ruderalflächen vor. Der englische Trivialname „Feuerkraut“ kommt von der Eigenschaft, dass *Erechites hieraciifolius* nach Bränden eine der ersten Pionierarten ist. Die Art bevorzugt feuchte Standorte kommt aber auch mit Trockenheit zurecht (ROJAS-SANDOVAL 2017).



Karte 1: Verbreitung von *Erechites hieraciifolius* in Europa Stand 2022 Quelle iNaturalist.



Karte 2: Fundorte von *Erechites hieraciifolius* im Schwarzwald.



Abb. 4: Blütenstand von *Erechites hieraciifolius*, © Gabriel Holz.

2. Erstfund im Schwarzwald

Unsere Funde im Schwarzwald sind die westlichsten bekannten Fundpunkte der Art außerhalb von Städten in Europa (VIJAY 2021) und (Karte 1). Die zwei Fundorte im Schwarzwald befinden sich bei Oppenau (GPS-Daten in Dezimalgrad: 8.144071 48.44735 und 8.252051 48.42501) auf einer Höhe von 927 und 749m NHN in südwestlich exponierter Hanglage (Karte 2). Die kartierten Flächen sind ca. 1 ha große experimentell angelegte Waldlichtungen, welche 2018 im Rahmen des Forschungsprojektes geschlagen wurden. Die Standorte sind durch blockreiche Bergrücken mit mäßig frischen bis lehmigen Sandböden (FVA 2022) geprägt.

Auf einer der beiden Flächen betrug die Deckung der Krautschicht 30% im Jahr 2020, dies war auch der extremen Trockenheit in diesem Jahr geschuldet (DWD 2020). Durch das folgende sehr nasse Jahr 2021 stieg die Deckung der Krautschicht auf 90%. In diesem Jahr (2021) konnte *Erechites hieraciifolius* nicht wiedergefunden werden. Dies würde mit den Angaben in der Literatur übereinstimmen, dass *Erechites hieraciifolius* durch die aufkommende Konkurrenz der Schlagflur durch Gräser nach wenigen Jahren nicht mehr konkurrenzfähig ist und wieder verschwindet (HEGI 1987).

Dagegen konnte sich *Erechtites hieracifolius* auf der zweiten Fläche weiter ausbreiten. Hier lag die Deckung der Krautschicht auch im Jahr 2021 bei unter 70 %, da der Standort durch einen höheren Sandanteil trockener ist. Die Vegetation auf beiden Flächen kann der Gesellschaft der Schlagfluren (Epilobietea) zugeordnet werden, gekennzeichnet u.a. durch die Charakterarten: *Epilobium angustifolium*, *Cirsium palustre*, *Gnaphalium sylvaticum*, *Eupatorium cannabinum* und *Senecio sylvaticus* (OBERDORFER 1994).

3. Ausbreitungspotential

Durch ihr schnelles Wachstum und die dichten Populationen kann *Erechtites hieracifolius* den Sukzessionsprozess der Fläche beeinflussen, die hohe Samenproduktion und die Langlebigkeit der Samen im Boden stellt eine Herausforderung der Bekämpfung dar (CSISZÁR 2006). Untersuchungen aus Japan haben gezeigt, das *Erechtites hieracifolius* sehr effizient Stickstoffdioxid aus der Atmosphäre assimiliert, und dadurch potentiell eine Senke für anthropogenen Stickoxide darstellt (MORIKAWA et al. 2003; DARBYSHIRE et al. 2012).

Es ist anzunehmen, dass *Erechtites hieracifolius* sich in den nächsten Jahren weiter ausbreiten wird, da sich Kahlflächen nicht nur in den montanen Wäldern durch Trockenstress und darauffolgende Borkenkäferkalamitäten wahrscheinlich häufen werden (SENF & SEIDL 2021). Gerade wenn Flächen durch langanhaltende Trockenheit und Hitze „verbrennen“ stellen dies gute Bedingungen für *Erechtites hieracifolius* dar. Unklar ist, in wieweit durch *Erechtites hieracifolius* Beeinträchtigungen von Biotopen durch Verdrängung anderer Arten hervorgerufen werden können. Um dies besser untersuchen zu können bittet die FVA weitere Funde bei den Autoren zu melden.

Literatur

- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ UND NETZWERK PHYTODIVERSITÄT DEUTSCHLANDS (HRSG.) (2013): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. – Münster (Landwirtschaftsverlag): Seite: 912.
- CSISZÁR, A. (2006). Study of the generative reproduction of the fireweed (*Erechtites hieracifolia* Raf. Ex. DC.) Neobiota. From Ecology to Conservation. In 4th European Conference on Biological Invasions. Seite: 27-29.
- DWD DEUTSCHER WETTERDIENST (2020). Deutschlandwetter im Sommer 2020. Zugriffen über https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2020/20200831_deutschlandwetter_sommer2020_news.html, am 16.12.2022.
- DARBYSHIRE, S. J., FRANCIS, A., DITOMMASO, A., CLEMENTS, D. R. (2012). The Biology of Canadian weeds. 150 *Erechtites hieracifolius* (L.) Raf. ex DC. Canadian Journal of Plant Science, 92(4), Seite: 729-746.
- FVA (2022). KARTENWERK: Regionalzonale Standortseinheiten der forstlichen Standortskartierung Baden-Württemberg (Stand 16.02.2022). Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (<https://www.fva-bw.de/>). Freiburg.
- HEGI, G. (1987): Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Bd VI/4 erw. Nachdruck 1. Auflage von Bd. VI /2, 1928/1929). Berlin-Hamburg
- MORIKAWA, H., HIGAKI, A., NOHNO, M., TAKAHASHI, M., KAMADA, M., NAKATA, M., & GOSHIMA, N. (1998). More than a 600-fold variation in nitrogen dioxide assimilation among 217 plant taxa. Plant, Cell & Environment, 21(2), Seite: 180-190.

OBERDORFER, E. (1994). Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiete. 8. Aufl, stark überarb. und erg. Aufl. Stuttgart (Hohenheim): Ulmer.

ROJAS-SANDOVAL, J., (2017). *Erechtites hieraciifolius*. Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CABI. doi:10.1079/ISC.114182.20203483489

SENF, C., SEIDL, R. (2021). Mapping the forest disturbance regimes of Europe. Nat Sustain 4, Seite: 63–70. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-00609-y>

VIJAY, B., (2021). Access ‚iNaturalist‘ Data Through APIs, Vijay Barve and Edmund Hart, <https://CRAN.R-project.org/package=rinat>

Mitt. Bad. Landesverein Naturkunde u. Naturschutz	Bd.25	2023	DOI: 10.6094/BLNN/Mitt/25.08	Seiten 169-180	Freiburg/Breisgau Februar 2023
--	-------	------	------------------------------	----------------	-----------------------------------

Natur aus zweiter Hand – Zur Bedeutung von Sekundärstandorten für Pflanzen im Siedlungsbereich von Mannheim

THOMAS JUNGHANS *

Zusammenfassung:

Städte können eine bedeutende Rolle für die Biodiversität im besiedelten Bereich spielen. Zahlreiche Pflanzenarten wachsen entlang von Straßenrändern, auf Brachflächen, auf Hafen- und Bahnanlagen, auf Mauern und an und auf vielen weiteren Wuchsorten. Daher tragen Städte in erheblichem Maße zum Erhalt von Tier- und Pflanzenarten bei, wobei diese Funktion in Zeiten der Klimaerwärmung immer wichtiger wird. Daher wird in einem einführenden Teil die Bedeutung von Sekundärstandorten innerhalb des Siedlungsraums im gesamteuropäischen Kontext dargestellt und anschließend auf einige stadttypische Standorte und deren Charakterarten im Stadtgebiet von Mannheim näher eingegangen.

Schlüsselwörter:

Stadtflora, urban-industrielle Wuchsorte, Sekundärstandorte, Adventivpflanzen, Zierpflanzen

Second hand nature – On the importance of secondary habitats for plants within the city limits of Mannheim

Abstract:

Cities can play an important role as biodiversity hotspots in urban settings. Numerous plant species can grow along roadsides, on waste places, on harbour or train installations, on walls and many other places. This is why urban habitats contribute considerably to the conservation of plant and animal species which becomes even more important regarding climate change. Therefore, the role of secondary habitats within the urban landscape is pointed out with an introduction on urban floristics on a european scale as well as by examples taken from long time research on the flora of Mannheim (Baden-Württemberg, Southwestern Germany).

Keywords:

Urban flora, urban-industrial growing sites, secondary habitats, alien plants, ornamental plants.

* Thomas Junghans, Rotdornweg 47, 33178 Borcheln. tjunghans@t-online.de

1. Einleitende Vorbemerkung

Im Rahmen einer Gesamtdarstellung allgemeiner sowie auch einiger spezieller Aspekte der Pflanzenwelt im Raum Mannheim wurden in dieser Reihe bislang die natürlichen bzw. die (noch) mehr oder weniger naturnahen Makrohabitate näher beschrieben. Neben den arten- und strukturreichen Gewässerrändern von Rhein und Neckar waren dies die mit einer besonderen Flora ausgestatteten Sandgebiete sowie die unterschiedlichen Waldtypen in der Region (JUNGHANS 2015, 2019, 2021). Auch wenn der Siedlungsbereich an sich oder urban-industrielle Flächen insgesamt manchem geradezu als Gegensatz zur „Natur“ erscheinen mag, ist die Artenvielfalt städtischer Lebensräume aufgrund deren Struktur- und Habitatreichtum, Vielzahl und der anthropogenen Dynamik zumeist größer als jene auf naturnahen Flächen. Als eine Art Einführung in die Stadtfloristik soll in diesem Beitrag daher zunächst ausführlicher auf einige allgemeine Aspekte eingegangen und in einen gesamteuropäischen Kontext gestellt werden. Zugleich sollen die vorgestellten Arten und Lebensräume die Bedeutung von Sekundärstandorten für die Pflanzenwelt im Siedlungsbereich von Mannheim verdeutlichen und einen ersten Eindruck von deren Vielfalt bieten. In folgenden Beiträgen wird dann über speziellere Aspekte zu berichten sein, die aufgrund ihrer Dimension eine besondere Beachtung und eingehendere Beschäftigung verdienen, wie etwa die gerade im besiedelten Bereich fast allgegenwärtig zu beobachtende Verwilderung von Zierpflanzen aus öffentlichen oder privaten Anpflanzungen oder die aufgrund ihrer flächenhaften Größe und Dynamik mit einer besonders interessanten Flora ausgestatteten Sekundärstandorte wie Mauern oder pflanzenökologisch wichtige städtische Makrohabitate wie die Hafengebiete oder die Bahnanlagen von Mannheim.

2. Ökologie der Stadtflora im gesamteuropäischen Kontext

Als bedeutendes Oberzentrum bildet das am Zusammenfluss von Rhein und Neckar liegende Mannheim inmitten der Europäischen Metropolregion Rhein-Neckar ein 2,35 Millionen Menschen umfassendes Ballungsgebiet. Von jeher ein wichtiger Umschlag- und Lagerplatz, ist die Stadt heute der größte Eisenbahnknotenpunkt in Südwestdeutschland und verfügt zugleich über einen der wichtigsten Binnenhäfen Europas. Diese starke Konzentration von Verkehrsanlagen weckte dabei bereits gegen Ende des 19. Jahrhunderts das Interesse von Botanikern vor allem an gebietsfremden Pflanzenarten, die mit den Handelsgütern unabsichtlich eingeschleppt werden und aufgrund der Klimagunst des Oberrheingebiets sowie geeigneter mikroklimatischer Bedingungen auf Böschungen, Gleisanlagen und anderen, von Natur aus seltenen Sonderstandorten zahlreiche Wuchsorte finden.

Zwar ist bereits jedem Gartenbesitzer oder aufmerksamem Naturbeobachter bekannt, dass es kaum einen Ort gibt, an dem kein Kraut wachsen könnte, seien die Bedingungen auch noch so widrig. Erstaunlicherweise hat es aber doch sehr lange gedauert, bis man sich auch wissenschaftlich mit der floristischen Erforschung von Städten zu beschäftigen begann. In Deutschland haben die ab 1978 begonnen Biotopkartieren hierfür den Grundstein gelegt, seitdem wurde die Bedeutung siedlungstypischer Standorte für den Arten- und Biotopschutz hinlänglich aufgezeigt (z.B. SUKOPP & AL. 1986, SCHULTE 1988, SCHULTE & VOGGENREITER 1988, JUNGHANS & FISCHER 2005, JUNGHANS 2007). Zu den besonders gut untersuchten Sekundärlebensräumen gehören hierbei z.B. die zumeist noch zahlreich vorhandenen Mauern, die

aufgrund ihrer Strukturvielfalt eine Vielzahl von Refugialräumen für Tier- und Pflanzenarten zur Verfügung stellen (z.B. BRANDES 1992, LIENENBECKER 1992, RUNGE 1994, JUNGHANS 2003).

Städte sind aufgrund der dichten Bebauung und der starken Versiegelung in der Regel deutlich wärmer als das Umland, wobei dieser „Wärmeinsel“-Effekt vor allem für wärmeliebende Arten von Vorteil ist. Charakteristisch ist ferner die vor allem aufgrund des starken anthropogenen Einflusses auf die Pflanzenwelt wirkende Dynamik, deren enormes Ausmaß in Form von Bautätigkeiten, Straßenreinigung, Pflegemaßnahmen der Grünflächenämter usw. vielerlei Auswirkungen auf die Stadtflora hat. Dies ist ganz grundsätzlich in allen Städten ähnlich, wie ein europäischer Vergleich zeigt (z.B. JUNGHANS 2018).

So weisen Großstädte wie London, Paris, Brüssel oder Amsterdam unabhängig vom kulturellen Hintergrund oder der geographischen Lage eine Vielzahl von Gemeinsamkeiten auf, die aus deren Errichtung, Funktion, Gestaltung und Nutzung durch den Menschen resultiert. Als Handelszentren, Stätten industrieller Produktion, Verkehrsknotenpunkte, Wohn- und Kulturräume etc. weisen sie eine hohe Strukturvielfalt auf. Die typische großstädtische Infrastruktur wie Verkehrsachsen dienen den Stadtarten außerdem als Wanderkorridore, Häfen und große Bahnknoten fungieren als Ausbreitungszentren vor allem für die dort mit dem Warenverkehr eingeschleppten Adventivarten. Aufgrund der sehr ähnlichen Bedingungen findet man eine große floristische Ähnlichkeit, aufbauend auf einem breiten Grundstock von in Europa einheimischen und meist häufigen Arten mit breiter ökologischer Amplitude, die ein stadttypisches Wuchsortspektrum besiedeln können. Dazu kommen praktisch überall eingeschleppte Neophyten wie z.B. das Afrikanische Greiskraut (*Senecio inaequidens*) oder aus Anpflanzungen verwildernde Zierarten wie der Götterbaum (*Ailanthus altissima*) und Sommerflieder (*Buddleja davidii*), ferner aus landwirtschaftlichen Kulturen stammende und mittlerweile sehr weit verbreitete Arten wie etwa der Raps (*Brassica napus*). Größere Abweichungen von einem eher einheitlichen Artenpool sind somit nur bei florensgeschichtlich andersartigen Entwicklungen zu erwarten. Deshalb ist es auch wenig verwunderlich, dass sich die neuweltliche Stadtflora von der altweltlichen deutlich unterscheidet (MÜLLER 2005).

Mit etwa 20% liegt der Anteil nicht-einheimischer Arten dabei im Bereich der auch für andere Städte wie Rom oder Berlin (vgl. z.B. PRASSE & al. 2001, MÜLLER 2005) festgestellten Werte, deutlich höhere Anteile findet man auf durch Funktion und Dynamik deutlich spezielleren urban-industriellen Wuchsorten wie Bahnanlagen oder Hafengebiete, so z.B. rund 30% Adventive im Bereich der Hafenanlagen von Mannheim (JUNGHANS 2007). Des Weiteren sind auch subspontane Vorkommen ursprünglich einheimischer Zierpflanzen am Artenpool der Stadtflora beteiligt. Dass Zierpflanzen in Mitteleuropa in erheblichem Maße die Biodiversität in Städten und Dörfern erhöhen (KRAUSCH 2005), belegt die bereits heute große Dynamik der Zierpflanzenverwildерung (z.B. JUNGHANS 2014), wobei deren Anteil zukünftig weiter steigen dürfte. Allerdings stellen gepflanzte Zierarten weder heute „den Hauptanteil der Pflanzen in Stadtzentren, deren Bandbreite vom Waldbaum bis zu einer Sammlung einjähriger Pflanzen in Balkonkästen reicht“ (GILBERT 1994: 123), noch werden sie dies wohl zukünftig tun.

Hinsichtlich der Häufigkeitsverteilung der stadttypischen Wuchsorte ergeben sich zwischen verschiedenen Städten teils beachtliche Unterschiede, die sich aus der jeweiligen



Abb. 1: Noch vor 20 Jahren sehr selten, heute im Stadtgebiet weit verbreitet: Der Knorpellattich (*Chondrilla juncea*) findet sich vor allem entlang von Straßenrändern und auf Verkehrsinseln.



Abb. 2: Der Steppen-Salbei (*Salvia nemorosa*) ist eine häufig verwendete Zierpflanze, die sehr leicht verwildert. Dieses Vorkommen am Straßenrand der Kreuzung vor der Luzenberg-Grundschule besteht seit mindestens 10 Jahren.



Abb. 3: Der eingeschleppte Kuba-Spinat (*Claytonia perfoliata*) wächst im Siedlungsbereich vor allem auf ruderalen Grünflächen und Säumen, außerhalb auch im Unterwuchs von Kiefernwäldern auf Sand wie im Mannheimer Süden, wo er eine starke bis übermächtige Konkurrenz für gefährdete Sand-Arten darstellt.



Abb. 4: Das Echte Herzgespann (*Leonurus cardiaca*): Als Charakterart nährstoffreicher Standorte war die einst typische „Dorfpflanze“ sehr selten geworden, auf entsprechenden Standorten im Stadtgebiet kommt sie in Mannheim nicht selten vor (Hombuschstraße).

(Bau-)Geschichte (z.B. Kriegsfolgen), baulichen Vorlieben (repräsentative Prachtbauten umgeben von breiten Alleen oder zweckmäßige moderne Bebauung mit Büro- und Bankhochhäusern) und vielen anderen Faktoren ergeben. Gleichwohl stellen die Wuchsorte einer typischen urbanen Ruderalflora wie Straßen- und Wegränder, Säume in und vor Gebüsch, Pflanzen am Gebäudefuß oder auf Böschungen überall den häufigsten Wuchsorttyp dar, gefolgt von den Ritzenbewohnern auf gepflasterten Wegen und Plätzen. Während vor allem größere Brachflächen in den Stadtzentren selten sind, beherbergen vor allem die Uferbereiche größerer Flüsse zahlreiche wichtige Wuchsorte für die urbane Flora.

3. Sekundärstandorte im Stadtgebiet von Mannheim und deren Charakterarten

Die Vielzahl von Vertretern der städtischen Ruderal- und Adventivflora entlang von Weg- und Straßenrändern, auf stadttypischen Brachflächen, auf Verkehrsinseln, Baumscheiben etc. ist tatsächlich beachtlich, wenn auch nicht immer leicht wissenschaftlich zu erfassen, was mehrere Gründe hat. Zum einen sind manche Flächen wie z.B. Bahnanlagen nicht ohne Risiko zu begehen, zum anderen gibt es viele „weiße Flecken“ wie nicht zugängliches Privat- oder Firmengelände. Vieles ist auch der allgemeinen anthropogenen Dynamik geschuldet, so findet sich z.B. direkt nach Säuberungsaktionen im Bereich von Weg- oder Mauerritzen erfahrungsgemäß zunächst kaum Vegetation. Kennt man die diesbezügliche Vorgeschichte nicht, fällt die Beurteilung schwer, ob die nicht oder kaum vorhandene Vegetation mit den speziellen Bedingungen des Standorts zu tun oder andere Gründe hat. Außerdem sind die Standorte selten absolut isoliert, meist gehen sie ineinander über wie Pflasterfugen von Wegen in Wegränder, diese in angrenzende breitere Säume, welche sich wiederum mit größeren Brachflächen floristisch vereinigen. Auf diese Weise entsteht das siedlungstypische Bild von abwechslungsreichen Standortmosaiken und deren aus unterschiedlichsten Pflanzengesellschaften stammenden Vertretern.

Sprichwörtlich auf Schritt und Tritt begegnet man in der Stadt den zahlreichen Ritzenbewohnern von Gehwegen und Plätzen, die teilweise nicht nur das Betreten oder Befahren zu tolerieren vermögen, sondern auch so die Ausbreitung ihrer Samen und Früchte via Schuhsohle oder Fahrradreifen bewerkstelligen. Wenn auch die stark frequentierten Flächen wie die Fußgängerzonen der Innenstadt recht wenig an Vegetation zu bieten haben, kommen dennoch schon in Randbereichen solcher Areale typische Arten wie Kahles Bruchkraut (*Herniaria glabra*), Rote Schuppenmiere (*Spergularia rubra*) und Einjähriger Knäuel (*Sceleranthus annuus*) vor. Eine floristische Besonderheit auf dem Kopfsteinpflaster im Bereich des Wasserturms ist das Behaarte Bruchkraut (*Herniaria hirsuta*). Die submediterran verbreitete Art war noch bis vor wenigen Jahren ausgesprochen selten, breitet sich wie auch die nachfolgende Art seit etlichen Jahren aber in Innenstädten aus.

Das aus Südeuropa stammende Nagelkraut (*Polycarpon tetraphyllum*) wurde bereits im 19. Jahrhundert in ruderalen Sandfluren beobachtet und galt seitdem als verschollen, bis es wieder etwa um das Jahr 2000 in Pflasterritzen im Stadtzentrum festgestellt werden konnte (MAZOMEIT 2002, SONNBERGER & AL. 2008), wo es (noch) räumlich stark begrenzt auf Straßen, Wegränder und Gehwege im Bereich der Quadrate R6 und S5 in der Innenstadt bis heute wächst. Die Ausbreitung der Art erfolgt wohl überwiegend durch Tritt oder Anhaf-



Abb. 5: Fragwüridge „Naturschutzmaßnahme“: Als Bestandteil von Saatgutmischungen findet sich der Wundklee (*Anthyllis vulneraria*) in Blühwiesen, von wo er recht leicht verwildert. Ursprünglich kommt die Pflanze in Mannheim nicht vor.



Abb. 6: Die sehr attraktive Schwarze Königskerze (*Verbascum nigrum*) findet sich auch auf stadttypischen Standorten.



Abb. 7: In Mannheim kommt der Weiße Mauerpfeffer (*Sedum album*) praktisch ausschließlich auf Sekundärstandorten wie den Uferbefestigungen von Rhein und Neckar vor.



Abb. 8: Mittlerweile ist der Niederliegende Amarant (*Amaranthus deflexus*) im Mannheimer Stadtgebiet fester Bestandteil der Pflasterfugengesellschaften.

tung an Autoreifen (ähnlich wie bei nachfolgender Art), wobei die diesbezügliche Dynamik in Mannheim bislang nicht sehr groß ist.

Ebenfalls interessant ist das Vorkommen des aus dem Mittelmeergebiet stammenden Herabgebogenen Amarants (*Amaranthus deflexus*), dessen Ausbreitung seit Anfang der 1990er Jahre in Mannheim beobachtet wird (MAZOMEIT 2005). Seitdem hat sich die Pflanze an zahlreichen Stellen in Pflanzenfugengesellschaften im Stadtgebiet eingebürgert, erstmals in Deutschland gefunden wurde sie im Mannheimer Hafen 1884 (ZIMMERMANN 1907: 76). Eingeschleppt wurde sie wohl mit Vogelfutter oder Balkonpflanzen, die recht dynamisch verlaufende Ausbreitung erfolgt wohl überwiegend durch Anhaftung von Pflanzenteilen und Früchten an Autoreifen oder durch Tritt, so dass einzelne kleinere Vorkommen auch außerhalb des Stadtgebiets bzw. weiter entfernt von den seit Jahren bekannten auftreten, wobei diese allerdings auch nur sehr unbeständig sein können.

Zu den interessantesten und aufgrund seiner langen rutenförmigen Sprossachsen nicht zu übersehenden Stadtpflanzen in Mannheim gehört sicher der Knorpellattich (*Chondrilla juncea*). Noch vor zwei Jahrzehnten selten und stark gefährdet, breitet sich die wärmeliebende Art wohl aufgrund der Klimaerwärmung in den letzten 15 Jahren lokal stark aus. Vor allem an Straßen- und Wegrändern sowie auf Verkehrsinseln und auf angrenzenden Brach- und Ruderalflächen im Hafengebiet (z.B. Rheinvorlandstraße), aber auch in anderen Teilen der Stadt ist die einst seltene Art mittlerweile häufig anzutreffen. Ebenfalls im Straßenraum im Bereich der Innenstadt vollzieht sich mit großer Dynamik die Ausbreitung der Gold-Garbe (*Achillea filipendulina*). So konnte sich die beliebte Zierpflanze z.B. ausgehend von einer Anpflanzung auf einer Verkehrsinsel in der Nähe des Ordnungsamts in K7



Abb. 9: Eine floristische Besonderheit in den Pflasterfugen rund um den Mannheimer Wasserturm ist das Behaarte Bruchkraut (*Herniaria hirsuta*).



Abb. 10: Nicht nur an Mauern, auch in nährstoffreichen Säumen überall sehr häufig ist das Ausgebreitete Glaskraut (*Parietaria judaica*).

entlang der Gehwege und Straßenränder in Richtung Kurpfalzbrücke ausbreiten.

Auch Straßenböschungen werden von zahlreichen Arten sekundär besiedelt, hier soll beispielhaft nur auf die Verwilderungen oder auf Verschleppung beruhenden Vorkommen der Palmlilie (*Yucca filamentosa*) an der Bundesstraße 36 bei Mannheim-Rheinau sowie an der B 37 in Mannheim-Sandhofen hingewiesen werden, die teils bereits seit fast 20 Jahren bestehen. Mit der Taglilie (*Hemerocallis*-Hybriden) verwildert eine weitere häufige Zierpflanze in Mannheim, große Massenvorkommen befinden sich z.B. in einer Böschung neben der Autobahn 6 bei der Abfahrt Sandhofen.

Die in der unmittelbaren Umgebung städtischer Verkehrsinfrastruktur befindlichen Randflächen sind durch Betreten und Befahren häufig mehr oder weniger stark gestört, was Pionierarten begünstigt, die auf offene, lückige Standorte angewiesen sind. Zu diesen gehört z.B. der Kubaspinat (*Claytonia perfoliata*), einer aus Nordamerika stammenden und mittels Baumschulpflanzen bei uns eingeschleppten Art, deren Ausbreitung in den letzten Jahren nicht nur in Mannheim mit großer Dynamik vorangeschritten ist. 2002 berichteten WINTERHOFF & HAAR erstmals über Vorkommen in der Region und zwar auf einer Düne im Robinienwald in Mannheim-Friedrichsfeld (Dossenwald).

Deutlich häufiger jedoch sind die Vorkommen auf kurzlebig-ruderalen Standorten wie Straßen- und Wegränder, Gleisanlagen etc. wo sie meist zu Hunderten zusammen mit Vogelmiere (*Stellaria media*), Purpurroter Taubnessel (*Lamium purpureum*) und anderen Arten vorkommt.

Die Sippe steht geradezu prototypisch für viele Stadtpflanzen, die aufgrund ihrer recht weiten ökologischen Amplitude oft ein breites Wuchsortspektrum besiedeln können, im Falle von *Claytonia* neben typischen urban-industriellen Standorten im städtischen Bereich auch naturnahe Lebensräume, wie die Funde in den Kiefern- und Robinienwäldern im Mannheimer Süden andeuten.

Im Gegensatz zu obiger Art steht die Ausbreitung der neuweltlichen Amsinkie (*Amsinckia calycina*) noch ganz am Anfang. Sie wird wohl vor allem als „Vogelfutterbegleiter“ nach Eu-



Abb. 11: Mit Abstand das häufigste neophytische Holzgewächs im Stadtgebiet ist der Götterbaum (*Ailanthus altissima*), hier ein Massenvorkommen in einer Böschung unweit der Jungbuschbrücke.

ropa eingeschleppt (HANSON & MASON 1985), in Mannheim kommt sie seit gut 10 Jahren auf einer sandig-kiesigen, leicht gestörten, offenen und etwas lückigen Ruderalfläche an einem Gleisrand zwischen Innenstadt und Handelshafen vor, wobei sie sich auch in den Fugen der anschließenden Pflasterung wohlfühlt. Für eine mögliche Einbürgerung dürften die recht hohen Keimraten und die breite keimungsbiologische Amplitude ebenso förderlich sein wie der rasche Wuchs und die gute Schnitt- und Trockenheitsverträglichkeit (JUNGHANS 2011).

Immer wieder zeigt sich die große Dynamik städtischer Wuchsorte, wie das Beispiel des Kurzfrüchtigen Weidenröschens (*Epilobium brachycarpum*) zeigt, das als Pionierpflanze auf recht nährstoff- und kalkarmen Rohböden in meist viele tausend Individuen umfassenden Massenbeständen auf dem Gelände des früheren Autohofs in Mannheim-Neuostheim vorkam. Nach der mittlerweile fast vollständigen Überbauung der Flächen im Gewerbegebiet „Eastsite“ sind die Bestände fast wieder verschwunden, ähnlich wie jene im Bereich des Rheinau- und Industriehafens.

Die Vorkommen des Herzgespanns (*Leonurus cardiaca* ssp. *cardiaca*) im Stadtgebiet verdeutlichen gut die Bedeutung von Sekundärstandorten als Erhaltungsbiotope. Als Charakterart vor allem nährstoffreicher und mäßig frischer Wegränder und Ruderalstellen in wärmebegünstigten Lagen im Siedlungsbereich ist die einst typische „Dorfpflanze“ heute vielfach verschwunden oder sehr selten geworden. Gegen den allgemeinen Trend lässt sich in Mannheim in den letzten Jahren eine leichte Zunahme beobachten, außerdem kommt die Art auch im Bereich der Sandkiefernwälder im Mannheimer Norden (rund um Straßenheim und Mannheim-Vogelstang) vor, wobei die Pflanze hier offensichtlich den Wechsel von siedlungstypischen hin zu relativ naturnahen Standorten vollzogen hat.

Mangels natürlicher oder noch einigermaßen naturnaher Wuchsorte in und um den Siedlungsbereich von Mannheim bzw. aufgrund der großen anthropogenen Beeinflussung derselben, kommen bestimmte Arten fast ausschließlich auf Sekundärstandorten vor. Zu diesen gehören z.B. der Weiße Mauerpfeffer (*Sedum album*) wie auch der Felsen-Mauerpfeffer (*Sedum rupestre*), beides Charakterarten von Felsstandorten.

Floristisch ausgesprochen interessant können auch Parkplätze sein, bieten diese doch in der Regel offene, nährstoff- und feinerdearme Standorte, die den in der Natur durchaus selten geworden Sandflächen ökologisch sehr ähnlich sind. An manchen Stellen können durch Verdichtungen undurchlässiger Böden kleinräumig aber auch feuchtere Standorte entstehen, so dass hier Feuchtezeiger wie z.B. das Sumpf-Ruhrkraut (*Gnaphalium uliginosum*) vorkommt. Neben der wichtigen Funktion als Wuchsort für derartige bemerkenswerte Pflanzenvorkommen tragen die parkenden Fahrzeuge auch zur Fernausbreitung bei, indem im Reifenprofil vorhandene Samen ein- und weiterverschleppt werden. Die diesbezügliche große Dynamik zeigt sich am Beispiel des Siebenbürger Perlgrases (*Melica transsilvanica*), das im Oberrheingebiet als stark gefährdet gilt. Es kommt seit mittlerweile fast 20 Jahren an mehreren Stellen auf Dünen im Käfertaler Wald im Mannheimer Norden vor. Die größten Bestände finden sich allerdings in der Stadt, etwa auf dem Gelände des Parkplatzes der Firma Alstom in der Boveristraße (Mannheim-Käfertal) oder im Bereich der Gewerbebrache eines ehemaligen Autohauses in der Fahrlachstraße. Auf beiden Flächen kommt die Art zu Hunderten vor allem in und um Götterbaum-Gebüsche vor.

Letztgenannte Art bildet bei einigermaßen ungestörter Vegetationsentwicklung nicht nur häufig Gebüsche in der Nähe von Anpflanzungen, sondern ist über das gesamte Stadtgebiet verstreut am Aufbau von Vorwaldstadien beteiligt. Seien es nur kurz bestehende Vorkommen entlang von Straßen- und Gleisrändern oder auch länger sich entwickelnde waldartige Habitate auf Brachflächen etc. – der Götterbaum (*Ailanthus altissima*) ist jeweils die dominierende Art und damit eine der prägendsten Erscheinungen der städtischen Gehölzflora (nicht nur) in Mannheim.

Besonders seltene Biotope im Siedlungsbereich sind sekundäre Feuchtstandorte. Straßengräben können hier stellenweise eine Rolle spielen, vor allem sind es im Raum Mannheim aber die kilometerlangen Böschungen von Rhein und Neckar. Ausgesprochen seltene Arten finden sich hier wie etwa das Niedrige Fingerkraut (*Potentilla supina*) oder das Kleine Flohkraut (*Pulicaria vulgaris*), wie z.B. am Neckarufer im Bereich der Kurpfalzbrücke.

4. Ausblick

Entgegen dem von Naturschutzvereinigungen immer wieder festgestellten naturkundlichen Interesse gibt es doch allgemein und auch besonders im besiedelten Bereich noch immer viel zu wenig Toleranz und Akzeptanz gegenüber spontan auftretendem Bewuchs. Übertriebene Ordnungsliebe und Unverständnis sind daher noch immer eine der wichtigsten Gefährdungsursachen der städtischen Flora. Auch bei Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen (z.B. im Rahmen des Denkmalschutzes) werden zumeist noch zu selten biologisch-ökologische oder floristische Aspekte berücksichtigt. Viel spontan entstehen des Grün wird daher „weggepflegt“ zugunsten von teuren und intensiv zu pflegenden Grünanlagen, oft auch in Form von vorgeblich dem Artenschutz dienenden „Blühstreifen“, die nicht selten viele natürlicherweise gar nicht in der Region vorkommende Arten enthalten.

Dabei können Sekundärstandorte vielfältige Lebensräume für die Tier- und Pflanzenwelt bereitstellen, womit urban-industrielle Flächen eine überragende ökologische Bedeutung als Makrohabitate im Siedlungsbereich zukommt (z.B. BRANDES 1983, 1993, 2005, JUNGHANS 2006, 2007, WITTIG 2002). Zusammen mit angrenzenden Flächen wie Industrie- und Gewerbebrachen, Parkplätzen, Straßenrändern, Böschungen, städtischen Grünanlagen etc. bildet sich aufgrund der standörtlichen Vielfalt ein Mosaik zahlreicher und ausgesprochen vielfältiger Lebensräume, die als Refugialräume dienen können und so in nicht unerheblichem Maße einen wichtigen Beitrag zur Biodiversität leisten. Auch im Bereich der Umweltbildung können durch die Beschäftigung mit der „Stadtnatur“ quasi vor der eigenen Haustür biologisch-ökologische Sachverhalte (z.B. im Rahmen stadtoökologischer Pfade) vermittelt werden und so zu einem besseren Verständnis biologischer Zusammenhänge führen (z.B. JUNGHANS 2002). Im Übrigen gründet die Förderung und Bewahrung städtischer Lebensräume nicht nur auf dem ökologischen Wert derartiger Flächen, sondern resultiert auch aus einer gesetzlichen Verpflichtung zum Schutz von Natur und Landschaft – und zwar sowohl im besiedelten wie auch im unbesiedelten Bereich (§ 1 BNatSchG).

Literatur

- BRANDES, D (1983): Flora und Vegetation der Bahnhöfe Mitteleuropas. *Phytocoenologia* 11: 31-115.
- BRANDES, D. (1992): Flora und Vegetation von Stadtmauern. *Tuexenia* 12: 315-339.
- BRANDES, D (1993): Eisenbahnanlagen als Untersuchungsgegenstand der Geobotanik. *Tuexenia* 13: 415-444.
- BRANDES, D. (2005): Zur Kormophytendiversität innerstädtischer Eisenbahnanlagen. *Tuexenia* 25: 269-284.
- GILBERT, O. L. (1994): Städtische Ökosysteme. Neumann Verlag; Radebeul.
- HANSON, C.G., MASON, J.L. (1985): Bird seed aliens in Britain. *Watsonia* 15: 237-252.
- JUNGHANS, TH. (2002): Mauern als „Modell-Ökosysteme“ zur Vermittlung von Umweltwissen. *Biologen heute* (Rundbrief d. Bayr. Landesverb.) 18 (1), Nr. 36: 57-66.
- JUNGHANS, TH. (2003): Mannheimer Mauern als Lebensräume für Pflanzen. *Badische Heimat* 83(3): 521-526.
- JUNGHANS, TH. (2006): Wiederfund von *Ornithogalum brevistylum* Wolfner in Mannheim. *Flor. Rundbr.* 40: 101-104.
- JUNGHANS, TH. (2007): Urban-industrielle Flächen als „Hotspots“ der Blütenpflanzen-Vielfalt am Beispiel der Bahn- und Hafenanlagen von Mannheim (Baden-Württemberg). *CONTUREC* 2: 87-94.
- JUNGHANS, TH. (2011): Die Gelbe Klette (*Amsinckia calycina* (Moris) Chater 1971) in Mannheim – ein Neophyt mit Etablierungstendenz? *Pollichia-Kurier* 27 (3): 21-23.
- JUNGHANS, TH. (2014): Ausmaß und Dynamik der Verwilderung von Zierpflanzen am Beispiel von Mannheim. *Pollichia-Kurier* 30 (4): 6-9.
- JUNGHANS, TH. (2015): Die Uferböschungen von Neckar und Rhein im Raum Mannheim als ökologisch bedeutsame Pflanzenstandorte. *Mitt. Bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz* 21 (4): 701-718.
- JUNGHANS, TH. (2018): Einige Beobachtungen und Bemerkungen zur innerstädtischen Flora von London, Paris, Brüssel, Amsterdam und Hamburg. *Florist. Rundbriefe* 52: 31-44.
- JUNGHANS, TH. (2019): Binnendünen und Flugsandgebiete im Raum Mannheim – Ökologie und Dynamik der bemerkenswerten Sandflora. *Mitt. Bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz* 22 (4): 635-652.
- JUNGHANS, TH. (2021): Wald im Wandel – Über einige Aspekte des Landschafts- und Florenwandels in den Waldgebieten im Raum Mannheim. *Mitt. Bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz* 23: 175-189.
- JUNGHANS, TH. & FISCHER, E. (2005): Sekundärstandorte für Kormophyten im Siedlungsbereich am Beispiel der Mauern im Raum Mannheim-Heidelberg (Baden-Württemberg). *Conturec* 1: 35-52.
- KRAUSCH, H-D. (2005): Diversität der Wildpflanzen in Dörfern und Städten. *Conturec* 1: 59-70.
- LIENENBECKER, H. (1992): Verbreitung und Vergesellschaftung der Mauerpflanzen im Stadtgebiet von Bielefeld. *Ber. Naturwiss. Verein Bielefeld u. Umgegend* 33: 247-269.
- MAZOMEIT, J. (2002): Zum Status und zur Ausbreitung von *Polycarpon tetraphyllum* L. (L.) in Mitteleuropa. *Flor. Rundbr.* 36 (1/2): 15-24.
- MAZOMEIT, J. (2005): Zur Einbürgerung von *Amaranthus deflexus* in Mitteleuropa. *Flor. Rundbr.* 39: 57-64.
- MÜLLER, N. (2005): Die erfolgreichsten Gefäßpflanzen in Großstädten der alten und neuen Welt und Folgerungen für die Biodiversitätskonvention. *Landschaftsarchitektur quo vadis* 1: 22-47.
- PRASSE, R., RISTOW, M., KLEMM, G., MACHAZI, B., RAUS, T., SCHOLZ, H., STOHR, G., SUKOPP, H., ZIMMERMANN, F. (2001): Liste der wildwachsenden Gefäßpflanzen des Landes Berlin mit Roter Liste. Kulturbuchverlag; Berlin.

- RUNGE, F. (1994): Felsenpflanzen zwischen Ems und Lippe. Heimatkal. des Kreises Warendorf : 48-49.
- SCHULTE, W. (1988): Naturschutzrelevante Kleinstrukturen – eine bundesweit wünschenswerte Bestandsaufnahme. Beispiel: Raum Bonn-Bad Godesberg mit besonderer Berücksichtigung der Mauervegetation. Natur und Landschaft 63 (9): 379-385.
- SCHULTE, W. & VOGGENREITER, V. (1988): Vorschläge zu Schutz und Erhaltung von thermophilen Lebensgemeinschaften kultur- und naturhistorisch geprägter Standorte. Natur und Landschaft 63: 494-503.
- SONNBERGER, M., LALOV, S.V., ZIEGLER, S. (2008): Borsten-Pippau (*Crepis setosa*) und Nagelkraut (*Polycarpon tetraphyllum*), zwei seltene Arten in der Kurpfalz in Ausbreitung. Ber. Bot. Arbeitsgem. Südwestdeutschland 5: 124-127.
- SUKOPP, H. et al. (1986): Flächendeckende Biotopkartierung im besiedelten Bereich als Grundlage einer ökologisch bzw. am Naturschutz orientierten Planung. Natur und Landschaft 61: 371-389.
- WINTERHOFF, W. & HAAR, W. (2002): Einige bemerkenswerte Pflanzenfunde im nördlichen Baden-Württemberg. Carolinea 60: 83-89.
- WITTIG, R. (2002): Farne auf hessischen Bahnhöfen. Flor. Rundbr. 36 (1-2): 45-50.
- ZIMMERMANN, F. (1907): Die Adventiv- und Ruderalflora von Mannheim, Ludwigshafen und der Pfalz nebst den selteneren einheimischen Blütenpflanzen und den Gefäßkryptogamen. 1. Aufl.; (H. Haas), Mannheim, 171 S.

Alle Fotos stammen vom Verfasser.

Mitt. Bad. Landesverein Naturkunde u. Naturschutz	Bd.25	2023	DOI: 10.6094/BLNN/Mitt/25.09	Seiten 180-188	Freiburg/Breisgau Februar 2023
--	-------	------	------------------------------	----------------	-----------------------------------

Vorkommen, Ökologie, Populationsentwicklung und Gefährdungsursachen der Efeu-Sommerwurz (*Orobanche hederæ*) in Mannheim

THOMAS JUNGHANS *

Zusammenfassung:

Über den Erstnachweis der Efeu-Sommerwurz (*Orobanche hederæ*) im nordwestlichen Teil Baden-Württembergs wird ebenso berichtet wie über den zweiten Fund der Art in Mannheim im Jahr 2021. Die über die Jahre beobachtete Entwicklung der zuerst gefundenen Population und deren Ausbreitungstendenzen zeigen einen insgesamt positiven Trend, verschiedene auf den Standort einwirkende Einflussgrößen könnten allerdings zukünftig den Fortbestand des Vorkommens gefährden. Zusätzlich werden Angaben zur Biologie und Ökologie dieser in Baden-Württemberg selten Art gemacht.

Schlüsselwörter:

Populationsentwicklung, Ausbreitungstendenz, Gefährdungsursachen, Mannheim.

Occurrence, ecology, population dynamics and threat of *Orobanche hederæ* in Mannheim

Abstract:

The first finding of *Orobanche hederæ* in the north-western part of Baden-Württemberg is reported as well as the second one in Mannheim in 2021. Population dynamics and spreading tendencies are showing an overall positive trend even when some of the factors influencing the occurrence may threaten it in the future. Additionally, some remarks on the biology and ecology of this rare species are given.

Key words:

Population dynamics, spreading tendencies, threat, Mannheim.

* Thomas Junghans, Rotdornweg 47, 33178 Borchten. tjunghans@t-online.de

1. Einleitung

Die atlantisch-submediterrane verbreitete Efeu-Sommerwurz kommt außerhalb ihres mehr oder weniger geschlossenen west- und südwesteuropäischen Areals in Mitteleuropa natürlicherweise nur vereinzelt in wärmebegünstigten Lagen Südwest- und Mitteleuropas vor. Die Vorkommen von *Orobanche hederæ* im Oberrheingebiet, im Neckartal bei Tübingen und am Bodensee bilden die östlichsten Vorposten des west- und südwesteuropäischen Teilareals dieser Art (DEMUTH 1996). Verbreitungsschwerpunkt der Art in Baden-Württemberg ist Heidelberg, wo die Art seit den 1990er Jahren mit derzeit etwa 60 Einzelvorkommen und 3000–3500 Individuen auftritt (DEMUTH 1996, JUNGHANS 2001, WINTERHOFF & HAAR 2002, VESSELINOV LALOV 2007). Weitere Bestände im Rhein-Neckar-Gebiet existieren seit 1996 im Bereich der mittleren Bergstraße bei Hemsbach und Weinheim (DEMUTH 2001). Die nächstgelegenen Vorkommen in der nördlichen Oberrheinebene befinden sich im rund 50 Kilometer entfernten Karlsruhe (DEMUTH 1996) sowie seit 2005 im Stadtgebiet von Darmstadt (RÖHNER & SCHWÖBEL 2010).

Erstmals nachgewiesen wurde die Efeu-Sommerwurz in Baden-Württemberg Ende des 19. Jahrhunderts bei der St. Anna-Kapelle am Isteiner Klotz (WINTER 1889), wobei sie vermutlich mit Efeu-Anpflanzungen eingeschleppt wurde. Aufgrund des völligen Fehlens dieser leicht kenntlichen und kaum zu übersehenden Sippe in älteren Florenwerken muss sie außerhalb ihres natürlichen Areals als ein in Einbürgerung befindlicher bzw. bereits eingebürgerter Neophyt gelten.

Vor allem in den letzten beiden Jahrzehnten scheint die Anzahl der Vorkommen in Mitteleuropa zugenommen zu haben. So wurden z.B. drei der vier derzeit bekannten Vorkommen der Sippe in Rheinland-Pfalz nach 2002 entdeckt (OCHSE 2008, LANG & WOLFF 2011). In Hessen wurde die als verschollen eingestufte Art 2008 in Wiesbaden wieder gefunden (siehe Internetquelle) und auch in Nordrhein-Westfalen ist seit Jahren eine deutliche Ausbreitungstendenz zu erkennen (z.B. BOMHOLT & BÜSCHER 2002, GAUSMANN & BÜSCHER 2011, JUNGHANS 2009, 2021). Zudem stammen auch die zahlreichen Neufunde von *Orobanche hederæ* in Heidelberg alle aus den letzten Jahren (JUNGHANS 2001, WINTERHOFF & HAAR 2002, VESSELINOV LALOV 2007, JUNGHANS 2014). Einbürgerungen in Regionen, die nördlich und östlich des Hauptverbreitungsgebiets liegen, werden dabei durch jedes weitere Vorkommen wahrscheinlicher, da diese als Vorposten einer weiteren Ausbreitung dienen können, zusätzlich könnte die Art auch von der rezenten Klimaerwärmung profitieren (RÖHNER & SCHWÖBEL 2010).

2. *Orobanche hederæ* in Mannheim

Der erste Nachweis der Art für Mannheim und somit erstmals für den nordwestlichsten Teil Baden-Württembergs erfolgte 2014 (siehe auch JUNGHANS 2014). Der Fundort liegt im Käfertaler Wald im Norden Mannheims in der Nähe des dortigen Wasserwerks (Wasserwerkstraße) bei etwa 98 m ü. NN (MTB 6417/31). Am Rande eines Laub-Mischwaldes östlich des Wasserwerks fanden sich am 6. Juni insgesamt drei Sprosse mehr oder weniger unmittelbar an der Basis einer alten Stiel-Eiche. Außer dem Efeu treten als häufige Begleiter typische Wald- und Waldsaumarten wie *Geranium robertianum*, *Cardamine impatiens*, *Alliaria petiolata* und *Impatiens parviflora* auf. Eine auf die direkte Umgebung begrenzte Nachsuche ergab keine weite-

ren Funde, lediglich ein vertrockneter Spross aus dem Vorjahr wurde zwischen vertrocknetem Laub auf der der aktuellen Fundstelle gegenüberliegenden Seite des Baums fast unmittelbar an dessen Stamm gefunden. In diesem Bereich konnten am 3. Juli auch zwei weitere blühende und teilweise schon fruchtende Pflanzen entdeckt werden. In den ausgedehnten Efeu-Anpflanzungen im Bereich des benachbarten Wasserwerks sind keine *Orobanche*-Pflanzen vorhanden. Allerdings ist das Gelände sehr groß und umzäunt, so dass nur die zaunnahen Bereiche abgesucht werden konnten. Eine direkte Ausbreitung aus dort in nicht einsehbaren Bereichen vorhandenen Beständen ist also zumindest theoretisch möglich – wie so oft bleibt umzäuntes oder durch Mauern abgegrenztes Privatgelände somit im Rahmen von floristischen Kartierprojekten eine weitgehende „terra incognita“. Am Standort finden sich keine entsorgten Gartenabfälle oder andere Hinweise auf eine anthropogen bedingte Einschleppung. Seit 2014 wird der Standort regelmäßig mehrmals jährlich besucht und vor allem die Populationsentwicklung genau verfolgt. Wie die Abb. 1 zeigt, schwankt die Bestandsgröße über die Jahre beträchtlich: Von anfänglich einstelligen Zahlen in den Jahren 2014 und 2015 bewegt sich die Populationsgröße seit 2016 zumindest im niedrigen zweistelligen Bereich, 2020 waren 70 Sprosse am Standort vorhanden – der bisherige Höchstwert. Neben mal mehr und mal weniger geeigneten Witterungsverläufen dürfte dies vor allem zwei Gründe haben: zum einen deuten die im Bereich des Standorts immer wieder einmal abgelegten Baumstämme und größeren Äste auf unmittelbar vor Ort durchgeführte forstliche Maßnahmen hin, zum anderen wird die Fläche offensichtlich immer mal wieder von Wildschweinen aufgewühlt. 2021 war der Standort auf einer Breite von zwei bis drei Metern stark beeinträchtigt und hier waren oberflächlich kaum

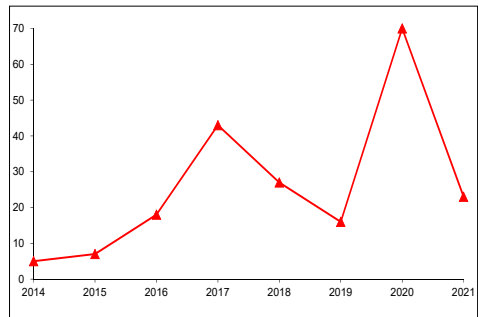


Abb. 1: Entwicklung der Population im Käfertaler Wald in Mannheim



Abb. 2: Blühende Sprosse von *Orobanche hederae* im Traufbereich einer Stiel-Eiche im Käfertaler Wald (nahe Wasserwerk), Juni 2019.

noch Efeu-Pflanzen zu sehen. Inwieweit diese Störungen die Bestandsentwicklung zukünftig beeinflussen werden, bleibt abzuwarten.

Obwohl aufgrund der oben genannten Einflüsse selten alle blühenden Sprosse zur Frucht-reife gelangen, verläuft die Populationsentwicklung insgesamt durchaus positiv. Dies bezieht sich auch nicht nur auf die Anzahl der vorhandenen Sprosse sondern auch auf das räumliche Verteilungsmuster. Nachdem in den ersten Jahren die Pflanzen lediglich im unmittelbaren Bereich des Eichenstamms zu finden waren, konnten bereits 2016 einige Sprosse in bis zu 1,5 m Entfernung gefunden werden. Während noch bis 2019 alle Sprosse im Umkreis von maximal zwei Metern auftraten, konnten ab 2020 sogar bis zu 10 m von der Eiche entfernte Sprosse gefunden werden.

Zusätzlich zum 2014 entdeckten ersten Standort von *Orobanche hederæ* am Käfertaler Wasserwerk wurde im Juni 2021 ein weiteres Vorkommen in Mannheim entdeckt. Dieses befindet sich inmitten dichter Efeu-Anpflanzungen auf dem Gelände des Waldfriedhofs im Stadtteil Gartenstadt (MTB 6416/42). Hier waren im Juni im Bereich des Eingangs an mehreren Stellen insgesamt fünf Pflanzensprosse zu sehen. Da der Friedhof seit 2015 regelmäßig besucht wird, wären entsprechende Vorkommen bereits früher aufgefallen, insofern dürfte es sich tatsächlich um ein neues Vorkommen handeln, allerdings wurde das gesamte Friedhofsgelände auch noch nicht auf das Vorhandensein weiterer Pflanzen abgesucht. Ob die beiden Vorkommen in Zusammenhang stehen, bleibt spekulativ, die Entfernung zwischen dem Wasserwerk und dem nordwestlich liegenden Waldfriedhof beträgt aber nur etwa 2,5 km, also eine mit staubfeinen Samen leicht zu überbrückende Distanz.

3. Anmerkungen zur Biologie und Ökologie der Art

Orobanche hederæ besiedelt vor allem anthropogen bedingte und geprägte Standorte, so wächst sie etwa besonders gerne auf Efeu-Beständen in der mehr oder weniger direkten Umgebung von alten oder zumindest älteren Baumbeständen z.B. um Schlösser, Burgen, Friedhöfe oder alten Villenvierteln, aber auch in Hecken und Gebüsch von Parks und Grünanlagen. Sie wächst hier zerstreut in Form einzelner Exemplare und in Gruppen von mehreren Pflanzen nicht selten unmittelbar an der Basis von Bäumen, individuenreichere Gruppen befinden sich oft im Traufbereich der Bäume. Neu angelegte Efeu-Bestände vermag die Art dabei durch mit diesen verschleppte Samen innerhalb weniger Jahre zu besiedeln (z.B. am Geographischen Institut der Universität Karlsruhe (BREUNIG in DEMUTH 1996), ein etwas feuchtes Mikroklima in Gewässernähe scheint etwaige Vorkommen zu begünstigen.

Vorkommen auf natürlichen bzw. naturnahen Standorten stellen dagegen die große Ausnahme dar und finden sich lediglich sehr vereinzelt, so z.B. in Baden-Württemberg am Isteiner Klotz im Weißseggen-Eichen-Linden-Wald (DEMUTH 1996), ein Vorkommen in einem Kalk-Buchenwald im Bergischen Land oder an einem halbschattigen Standort unter Stiel-Eichen in Dortmund (Nordrhein-Westfalen, GAUSMANN & BÜSCHER 2011). Bei der Vielzahl der Beobachtungen von illegal entsorgten Gartenabfällen an Wald- und Wegrändern besonders in der Nähe von Waldparkplätzen, dürfte das eine oder andere naturnah wirkende Vorkommen möglicherweise auf eine synanthrope Ein- oder Verschleppung zurückgehen.



Abb. 3: Die mit 70 Pflanzen bislang größte Population am Standort von *Orobanche hederaceae* im Käfertaler Wald im Juni 2020.



Abb. 4: Das 2021 entdeckte Vorkommen von *Orobanche hederaceae* in dichten Efeu-Beständen auf dem Waldfriedhof in Mannheim-Gartenstadt.

Da die Orobanchaceae über hauchfeine „Staubsamen“ verfügen, sind Ausbreitungen über weite Strecken nicht verwunderlich, auch wenn im konkreten Einzelfall kaum jemals die „Quelle“ sicher bestimmt werden kann. RÖHNER & SCHWÖBEL (2010) gehen davon aus, dass *Orobanche hederaceae* „mit der Klimaerwärmung in Zukunft möglicherweise eine beachtliche Ausbreitung erfahren dürfte“. Ob die rezente Klimaerwärmung tatsächlich eine weitere Ausbreitung und Etablierung begünstigt, ist jedoch fraglich. Jedenfalls sind z.B. auch die allermeisten Vorkommen von *Orobanche hederaceae* im eh schon klimabegünstigten Südwestdeutschland neueren Datums (JUNGHANS 2001, 2014), so dass rein klimatische Aspek-

te zumindest nicht als alleinige Ursache der neuerlichen Ausbreitungstendenzen in Frage kommen.

Trotz des großen anemochoren Fernausbreitungspotenzials dürften Pflanzen bzw. Samen von *Orobanche hederæ* wohl auch (ob überwiegend?) durch kontaminiertes Efeu-Pflanzenmaterial bei der Neuanlage von Anpflanzungen oder bei der Entsorgung mit Gartenabfällen ein- und verschleppt werden und sich nachfolgend ausbreiten oder z.B. von in Botanischen Gärten vorhandenen Anpflanzungen ausgehen. Betrachtet man die Vorkommen (bundes- oder landesweit), fällt eine Häufung in Städten mit Botanischen Gärten jedenfalls durchaus auf, so z.B. in Münster (GAUSMANN & BÜSCHER 2012). Ein chronologischer Vergleich der in Heidelberg (Baden-Württemberg) vorhandenen Fundmeldungen zeigt, dass der Bestand am Botanischen Institut (im Botanischen Garten) der früheste bekannte ist. So dürften zumindest einige der zahlreichen Einzelvorkommen im Bereich des Stadtgebiets darauf zurückgehen (JUNGHANS 2001).

Typischerweise können die Populationsgrößen an einzelnen Standorten in unterschiedlichen Jahren durchaus stark schwanken, was sich nicht nur in Mannheim zeigt (siehe Abb. 1; vgl. hierzu z.B. auch die Daten zur Entwicklung einer Population in Paderborn (JUNGHANS 2021). Aufgrund von keimungsbiologischen und physiologischen Aspekten können einzelne Populationen auch einmal gänzlich ausbleiben (RÖHNER & SCHWÖBEL 2010, HÖNIGES 2009), vor allem dürften aber zumeist anthropogene Beeinträchtigungen ursächlich sein. Bedingt durch die langjährige Keimfähigkeit von *Orobanche*-Samen (LINKE & SAXENA 1991) können sich „neue“ Vorkommen durch entsprechende Stimulation der Bodensamenbank auch nach vieljährigem Ausbleiben regenerieren, was das Auffinden der Sippe bei allgemeinen floristischen Kartierungen deutlich erschwert. Nicht selten ergeben sich daher im Rahmen einer gezielten und systematischen Nachsuche auch entsprechende „Neufunde“ (siehe z.B. GRUBER & SOMMERFELD 2012).

4. Ausblick

Trotz mancherorts beobachteter Ausbreitungstendenz ist *Orobanche hederæ* nicht nur in Baden-Württemberg immer noch eine recht seltene Art. Und auch wenn das Standortspektrum recht groß ist, werden gerade die typischen Standorte (s.o.) zumindest nicht häufiger, auch wenn das eine oder andere Vorkommen im Zuge der Neuanlage einer mit Efeu bepflanzten Fläche durch Verschleppung entstanden sein dürfte. Außerdem unterliegen potenziell mögliche Wuchsorte in städtischen Räumen vielfachen Nutzungen und damit einhergehenden Beeinträchtigungen, wie etwa das massive Betreten von Flächen, aber auch durch Pflegemaßnahmen der Grünflächenämter oder durch forstliche Maßnahmen. Zwar verfügt die Efeu-Sommerwurz über eine gewisse Störungstoleranz, die aufgrund der lange keimfähig bleibenden Samen vor allem auf der Regeneration aus der Bodensamenbank beruht. Permanente massive Beeinträchtigungen können aber zur Verdrängung der Efeubestände und damit ebenfalls zum Verschwinden von *Orobanche hederæ* führen.

Zudem ist die Pflanze im Rahmen von floristischen Kartierungen nicht immer einfach zu erfassen. Durch natürliche Populationsschwankungen können einzelne Vorkommen in bestimmten Jahren durchaus auch schon einmal gar nicht nachweisbar sein (hier zeigt sich

wieder einmal die Wichtigkeit langfristig angelegter Kartierungsprojekte!). Außerdem ist die eigentlich leicht zu erkennende Art nicht immer einfach zu finden.

So kann die Pflanze zwar bis etwa 60 cm hoch werden, viele Sprosse bleiben aber deutlich kleiner, wobei die dann oft nur 15-20 cm hohen Pflanzen vor allem in dichten Efeu-Beständen oft nicht oder nur schwer zu sehen sind. Besonders Bestände sehr großblättriger und langstieliger Efeu-Sorten müssten regelmäßig gründlich auf das Vorhandensein von *Orobanche hederæ* überprüft werden, was allein schon aufgrund des zeitlichen Aufwands unrealistisch ist, so wird sicher das eine oder andere Vorkommen nie entdeckt – ganz zu schweigen von nicht zugänglichen Privatgrundstücken! Immerhin steigt aber bei der in den letzten Jahren beobachteten Zunahme von Wuchsorten, die als „Vorposten“ einer weiteren Ausbreitung dienen können, die Wahrscheinlichkeit, dass weitere Neufunde wie im Raum Mannheim auch in Zukunft gelingen können.

Literatur

- BOMHOLT, G., BÜSCHER, D. (2002): Ein Nachweis der Efeu-Sommerwurz (*Orobanche hederæ* DUBY) in Westfalen und weitere bemerkenswerte Pflanzenfunde bei Ennigerloh-Ostenfelde (Kreis Warendorf). Floristische Rundbriefe 36 (1-2), 69-72.
- DEMUTH, S. (1996): Orobanchaceae. In: SEBALD, O., SEYBOLD, S., PHILIPPI, G. & WÖRZ, A. (Eds.): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs: 361-398, Bd. 5; Stuttgart (Ulmer).
- DEMUTH, S. (2001): Neufunde von *Orobanche*-Arten in Baden-Württemberg. Ber. Bot. Arbeitsgem. Südwestdeutschland 1: 19-26.
- GAUSMANN, P., BÜSCHER, D. (2011): Anmerkungen zu einem Dortmunder Vorkommen der Efeu-Sommerwurz (*Orobanche hederæ* VAUCHER ex DUBY), einer in Nordrhein-Westfalen seltenen Art. Jahrb. Bochumer Bot. Ver. 3: 50-57.
- GRUBER, H., SOMMERFELD, M. (2012): Die Gattung *Orobanche* im nördlichen Oberrhein-Tiefland und im westlichen Kraichgau. Caroleinea 70: 15-41.
- HÖNIGES, A. (2009): Ökologische und physiologische Studien an *Orobanche*-Arten in natürlichen Ökosystemen. Dissertation; Universität Tübingen.
- JUNGHANS, TH. (2001): Bemerkenswerter Neufund der Efeu-Sommerwurz *Orobanche hederæ* in Heidelberg. Caroleinea 59: 129-130.
- JUNGHANS, TH. (2009): Erster Nachweis von *Orobanche hederæ* DUBY in Ostwestfalen sowie kurze Anmerkungen zu einigen weiteren Pflanzensippen im Raum Paderborn. Decheniana 162: 79-83.
- JUNGHANS, TH. (2014): Erster Nachweis der Efeu-Sommerwurz (*Orobanche hederæ*) im Raum Mannheim. Caroleinea 72: 133-135.
- JUNGHANS, TH. (2021): Die Efeu-Sommerwurz (*Orobanche hederæ*) in Paderborn: Standorte, Populationsentwicklung, Bestandssituation und Gefährdungsursachen. Natur und Heimat 81 (1): 15-22.
- LANG, W., WOLFF, P. (2011): Flora der Pfalz. 1. CD-Auflage. Pfälzische Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften; Speyer.
- LINKE, K.-H. & SAXENA, M. C. (1991): Study on viability and longevity of *Orobanche* seed under laboratory conditions. In: WEGMANN, K. & MUSSELMANN, L. J. (Eds.): Progress in *Orobanche* research. Proceedings of the international workshop on *Orobanche* research. Obermarchtal, FRG, August 19-22, 1989: 110-114; Tübingen.
- OCHSE, M. (2008): Zweiter Nachweis der Efeu-Sommerwurz (*Orobanche hederæ* VAUCHER ex DUBY) in der Pfalz. Pollichia-Kurier 24 (3), 12-13.

RÖHNER, G., SCHWÖBEL, H. (2010): Die Sommerwurz-Arten (*Orobanche*) an der Bergstraße und in der Rheinebene zwischen Darmstadt und Heidelberg. Botanik und Naturschutz in Hessen, Beiheft 10, 80 S.

VESSELINOV LALOV, S. (2007): Neue Funde von *Orobanche hederæ* in Heidelberg. Carolina 65, 235-238.

WINTER, J. (1889): Am Isteiner Klotz. Mitt. Bad. Botan. Ver. 57/58: 49-63.

WINTERHOFF, W. & HAAR, W. (2002): Einige bemerkenswerte Pflanzenfunde im nördlichen Baden-Württemberg. Carolina 60: 83-89.

Internetquellen:

http://www.wiesbaden.de/die_stadt/umwelt/landschaftsplan/fg_bio_pflanzen.php

Die Fotos stammen vom Verfasser.

Mitt. Bad. Landesverein Naturkunde u. Naturschutz	Bd.25	2023	DOI: 10.6094/BLNN/Mitt/25.10	Seiten 189-211	Freiburg/Breisgau Februar 2023
--	-------	------	------------------------------	----------------	-----------------------------------

Die eichenreichen Xerothermhänge des Hirzbergs in Freiburg i. Brsg. und ihre naturschutzfachliche Bedeutung für die Totholzkäferfauna

JOCHEN SCHÜNEMANN *

Zusammenfassung: Im Zuge des AQUAREL-Projektes der FVA (Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt) wurden in den Jahren 2020 und 2021 Totholzkäferuntersuchungen an den südlich gelegenen Xerothermstandorten des Hirzbergs (Freiburg i. Brsg.) durchgeführt. Die Hanglagen sind dominiert von schwachwüchsigen, bizarr geformten Hute-Eichen mit typischen Wuchsformen und Mikrohabitaten. Auf der Kuppe finden sich neben anderen Baumarten hochstämmige Alteichen mit ausladenden Kronen. Bäume der Gattung *Quercus* spielen die wichtigste Rolle für die Totholzkäferzönose. Zur Dokumentation der Käferfauna kamen Leimringe, Polytraps und Handfänge zum Einsatz. Insgesamt wurden 81 wertgebende Totholzkäferarten erfasst. 10 dieser Arten werden als „Urwaldrelikte“ geführt. Fünf weitere wertgebende, nicht-xylobionte Arten wurden nachgewiesen. Es wird empfohlen das Gebiet im Verbund mit den Beständen und dem Offenland des Schlossbergs als Naturschutzgebiet auszuweisen. Die wichtigsten Maßnahmen, die akut drängen, wären die Pflege der Hänge und das langfristige Sichern der Eichenbestände. Die Mittel zur Umsetzung könnten die Förderung der aktuell vorhandenen Naturverjüngung und ein angepasstes Weideregime in Kombination mit Pflegemaßnahmen durch Felsenkletterer sein.

Schlüsselwörter: Naturschutzgebiet, Totholzkäfer, Urwaldreliktarten, Eiche, Pflege

The oak-rich xerothermic slopes of the Hirzberg in Freiburg i. Brsg. and its major importance for the fauna of dead wood beetles

Abstract: In the context of the AQUAREL-project, realized by the FVA (Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt), investigations about dead wood beetles were carried out at the south-slope xerothermic site of the Hirzberg (Freiburg i. Brsg.) in the years 2020 and 2021. The slopes are dominated by crooked old oaks and on the knoll are among other tree species tall-trunked oaks with expansive crowns. Glue rings, polytraps and manual catches were deployed. In total 81 valuable xylobiontic beetles were found. 10 of those species are

* M.Sc. Jochen Schünemann, Fehrenbachallee 65, 79106 Freiburg. Email: loegb@posteo.de

listed as „Urwald relict species“. The genus *Quercus* plays the major rule for the dead wood beetle coenosis. Five more not-xylobiontic valuable species were detected. It is recommended to protect the site as a nature conversation area in association with the stands and meadows of the Schlossberg. The most important measures are the maintenance of the slopes and the long term protection of the oak stands. Tools for the implementation are the support of the current natural regeneration and an adapted pasture regime combined with maintenance measures by rock climbers.

Keywords: Nature conservation area, dead wood beetles, Urwald relict species, oak, maintenance

1. Einleitung

Im Zuge des „AQUAREL“-Projektes (Anpassung von *Quercus* auf Reliktstandorten), beauftragt von der FVA (Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg), Abteilung Waldnaturschutz, finanziert mit Mitteln des Sondervermögens „Energie und Klimafonds“ des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) und des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), wurden auf 50 ariden Eichenstandorten in Süddeutschland und im französischen Elsass Untersuchungen zum Reliktcharakter von Eichenbeständen durchgeführt (NEOPHYTOU et al. 2020).

In den Jahren 2020 und 2021 wurden auf 21 dieser Flächen in Baden-Württemberg und im Jahr 2021 auf 8 Flächen im französischen Elsass und auf 2 Flächen in Bayern die Gruppe der Totholzkäfer untersucht, da das Vorkommen einiger dieser Arten Hinweise auf den Reliktcharakter der Bestände geben können. Eine besondere Stellung für die Einschätzung der Habitatkontinuität und damit auch Naturnähe von Waldbeständen sind die „Urwaldreliktarten“. Diese sind sehr selten und haben hohe Ansprüche an die Qualität der Strukturen und an die Habitatkontinuität des Bestandes. Nach MÜLLER et al. (2005) gibt es in Deutschland 115 und nach ECKELT et al. (2017) in Mitteleuropa 168 Arten.

Alle 31 Flächen sind potentielle Eichen-Reliktstandorte mit geringen bis keinen Anzeichen einer aktuellen anthropogenen Nutzung, liegen extrem exponiert mit xerothermem Lokalklima, und weisen besondere Altholz- und Totholzstrukturen auf. So finden sich oft kümmerwüchsige Alteichen mit stark besonntem Totholz, Stammhöhlen und Höhlen- und Überwallungsstrukturen im Stammbasisbereich. Oft haben die Bäume den Charakter von Eichensolitären. Solche Standorte sind in der baden-württembergischen Landschaft selten und gelten als besonders wertvoll für xylobionte Käfer (BENSE 2002).

Eichen spielen in Mitteleuropa für die Diversität xylobionter Organismen eine wichtige Rolle, die Gattung *Quercus* wird von sehr vielen herbivoren und xylobionten Arten als Lebensraum genutzt (AMMER 1991). Totholzkäfer gelten als Indikatoren für die Naturnähe von Wäldern. Das Vorkommen von Arten der Roten Listen ist dabei ein wichtiger Weiser für die naturschutzfachliche Bedeutung der Bestände.

Einer der sehr wertvollen Eichenbestände liegt am Freiburger Hirzberg. Sein Totholzkäferinventar enthält eine Fülle an hoch seltenen und gefährdeten Arten, der Lebensraum kann daher als besonders wertvoll angesprochen werden.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung sind nur eine Stichprobe der Untersuchungen aller AQUAREL- Flächen. Sie bildet bei weitem nicht die wertgebende Totholzkäferfauna des Hirzbergs ab! Dafür müssten weitere und intensivere Beprobungen stattfinden, die auch benachbarte Bestände des Schlossbergs einschließen müssten. So erwähnen SCHOOF et al. (2019) die Urwaldreliktart Veränderlicher Edelscharrkäfer (*Gnorimus variabilis*) für den Nordostteil des Freiburger Hausberges.

2. Das Untersuchungsgebiet

Der Hirzberg befindet sich östlich vom Freiburger Stadtzentrum im Stadtteil Oberau und geht gegen Norden und Nordwesten in den Schlossberg über. Er weist verschiedene Landschaftsaspekte auf. Es finden sich neben Streuobstwiesen auch größere Offenlandelemente teils mit Übergängen zu Halbtrockenrasen. Die Untersuchungen zu den Totholzkäfern fanden in den von Eichen dominierten Steilhängen im südlichen Bereich oberhalb der Kartäuserstraße auf der Höhe des Sandfangs statt. Die Fallen waren östlich vom Steinbruch positioniert. Handfänge wurden auch westlich vom Steinbruch durchgeführt bis zur Kuppe, auf der das Offenland beginnt (Abb. 1). Das Gebiet gehört seit 1954 zum Landschaftsschutzgebiet „Roßkopf-Schloßberg“ (SCHOOF et al. 2017).



Abb. 1: Untersuchungsgebiet und Fallenstandorte am Hirzberg in Freiburg i. Brsg. Karte erstellt mit QGIS 3.16.10. Kartengrundlage der FVA Freiburg.

Die mittleren Jahresniederschläge liegen bei 900 bis 1000 mm und die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt etwa 10,8 °C (MÜHR 2022).

Der Wald ist beschrieben als bodensaurer, struktureicher Hainsimsen-Traubeneichenwald auf steilem, teilweise felsigem Südhang. Er liegt zwischen 300 und 350 Meter NN. Die Hangbereiche sind klimatisch gesehen xerotherm geprägt und aktuell von Traubeneichen (*Quercus petraea*) dominiert. Die verdickte Stammbasis, oft mit Tiefzwieseln und Phytothelmen, weist darauf hin, dass die Eichen in der Vergangenheit (vermutlich) für die Feuerholzgewinnung auf den Stock gesetzt wurden (Abb. 2).

Auf der Kuppe stehen neben Eichen auch andere Bäume wie Buchen (*Fagus sylvatica*), Hainbuchen (*Carpinus betulus*) und Wald-Kiefern (*Pinus sylvestris*). Es finden sich punktuell Eichenrelikte, die auf eine historische Offenlandsituation schließen lassen. Diese Eichen haben eine tief ansetzende und ausladende Krone und sind heute – bis auf die Individuen am Waldrand – von anderen Bäumen umgeben. Viele dieser Altbäume besitzen eine geringe



Abb. 2: Krumm- und niederwüchsige Eichen auf den flachgründigen Böden des Steilhanges im Süden des Hirzbergs. Strukturen wie Überwallungen im Stammbasisbereich, Phytothelmen und Zwieselausbildungen lassen eine frühere Stockausschlagnutzung der Bäume erkennen.

Vitalität mit größeren abgestorbenen Ästen, einige sind am Absterben oder bereits tot. Die charakteristische Ausprägung entstand vermutlich durch Viehweide, die den Traufbereich der Bäume beeinflusste und Konkurrenzvegetation beseitigte (Abb. 3).



Abb. 3: Eichen mit großen, ausladenden Kronen auf der Kuppe des Untersuchungsgebiets, die auf eine historische Beweidungssituation und Freistand schließen lassen.

3. Methodik

Für sämtliche Totholzkäferuntersuchungen auf den AQUAREL-Flächen fand ein standardisiertes Programm, bestehend aus einem Leimring, einer Polytrap und drei Handfängen, Anwendung.

Als Leimring wird eine Plastikfolie mit einer Größe von 100 x 50 cm verwendet, die mit Tackern an Bäumen mit Totholzstrukturen befestigt wird. Mithilfe einer Malerwalze wird schließlich Raupenleim aufgetragen. Anfliegende und aus dem Holz schlüpfende Käfer bleiben in dem Raupenleim kleben (Abb. 4 links).

Die Polytrap besteht aus zwei kreuzweise ineinandergesteckten Altglasscheiben (ähnlich Plexiglas) mit einer Prallfläche von 80 x 40 cm. Auf dieser ist ein gelber und ein weißer Klebestreifen befestigt, der als Blütenimitat dient. Im unteren Bereich ist ein Trichter angebracht, der zu einem Auffangbehälter führt, der mit Propylenglykol und Wasser im Verhältnis 50 zu 50 gefüllt ist. Die Falle ist an einem aus Holz konstruiertem Galgen knapp über dem Boden befestigt. Die Käfer fliegen gegen die Prallfläche und landen dann im Fangbehälter. Zusätzlich werden Blütenbesucher von den Blütenimitaten angelockt (Abb. 4 rechts).



Abb. 4: Der Leimring (links) und die Polytrap (rechts) mit der die Totholzkäfer in den Jahren 2020 und 2021 erfasst wurden.

Die Fallen wurden im Frühjahr ausgebracht und während der Vegetationsperiode im Turnus von etwa einem Monat vom FVA-Mitarbeiter Alexander Braun geleert. Die Sortierung der Fallen wurde ebenfalls von Alexander Braun und FVA-Mitarbeitern/-innen durchgeführt. Die Positionierung der Fallen erfolgte durch Alexander Braun und Jochen Schünemann.

Handfänge wurden dreimal im Jahr zu je 45 Minuten von Jochen Schünemann durchgeführt (45 Minuten sollte die effektive Kartierungszeit andauern. Wenn das Gelände schwer zu begehen war, wurde die Geländezeit etwas verlängert). Hierbei fand der Klopfschirm Verwendung. Außerdem wurden Rindenpartien gelöst, Totholzstrukturen abgesucht und

Mulmhöhlen mit einem verlängerten Löffel beprobt. Die Untersuchungen fanden in den Jahren 2020 und 2021 statt. Die Fallen waren während der gesamten Vegetationsperiode positioniert.

Die Bestimmung der Tiere erfolgte mit den Standardwerken FREUDE et al. (1965-1983), LOHSE & LUCHT (1989, 1992, 1994), LUCHT & KLAUSNITZER (1998), FREUDE et al. (2012) und der internetbasierten Weiterführung von LOMPE (2022). Außerdem wurde Spezialliteratur zu den einzelnen Gruppen herangezogen. Die Belegtiere befinden sich in der Sammlung des Verfassers. Alle taxonomischen Artbezeichnungen beziehen sich auf KÖHLER & KLAUSNITZER (1998) und die Weiterführung in der Internetdatenbank Entomofauna Germanica (BLEICH et al. 2022a). Für die deutschlandweite Verbreitung wurde die internetbasierte Weiterführung „Verzeichnis der Käfer Deutschlands“ (KÖHLER & KLAUSNITZER 1998) auf „Entomofauna germanica“ (BLEICH et al. 2022a) und für die europaweite Verbreitung wurde die Internetseite „Coleoptera Europaea“ herangezogen (BLEICH et al. 2022b). Laut Definition von KÖHLER (2000: 296) werden „als Totholzkäfer [...] solche xylophagen Arten bezeichnet, die in ihrer Reproduktion obligatorisch auf verholzte Sprosssteile von Bäumen und Sträuchern angewiesen sind. Ebenfalls als Totholzkäfer werden solche (nicht xylophagen) Arten bezeichnet, die in ihrer Reproduktion obligatorisch an verletzte, absterbende oder tote, verholzte Sprosssteile von Bäumen und Sträuchern oder hieran lebenden Organismen gebunden sind.“

Tab. 1: Kategorien der Gefährdung nach den Roten Listen für Deutschland

Rote Listen Deutschland (Rote Liste Zentrum 2022)	
0	Ausgestorben oder verschollen
1	Vom Aussterben bedroht
2	Stark gefährdet
3	Gefährdet
G	Gefährdung unbekannten Ausmaßes
R	Extrem selten
V	Vorwarnliste
D	unzureichende Datengrundlage
Adv	Adventivart (neu für das Gebiet)
*	nicht gefährdet

Tab. 2: Kategorien der Roten Liste für Europa.

Rote Liste Europas (Nieto & Alexander 2010)	
NT	potentiell gefährdet
DD	unzureichende Datengrundlage
LC	nicht gefährdet

Tab. 3: Der Schutzstatus des Bundesnaturschutzgesetzes.

Bundesnaturschutzgesetz (2013)	
§ b	besonders geschützt
§ s	streng geschützt

Der Fokus der Arbeit liegt auf den wertgebenden Arten. In erster Linie sind das die Arten der Roten Listen 2021 (ROTE LISTE ZENTRUM 2022) (Tab. 1) und die Urwaldreliktarten (MÜLLER et al. 2005, ECKELT et al. 2017) (Tab. 4). Außerdem finden Arten der europäischen Liste der Totholzkäfer (NIETO & ALEXANDER 2010) (Tab. 2) und die nach dem Bundesnaturschutzgesetz besonders und streng geschützten Arten (BUNDESNATURSCHUTZGESETZ 2013) (Tab. 3) Berücksichtigung. Die Rote Liste der Käfer Deutschlands (GEISER 1998) wurde durch die neuen Roten Listen ersetzt und die Liste der Totholzkäfer Baden-Württembergs (BENSE 2002) finden keine Berücksichtigung, da sie ebenfalls dringend einer Überarbeitung bedarf.

MÜLLER et al. (2005) haben die erste Liste der „Urwaldrelict species“ (URS) veröffentlicht, die vor allem für Deutschland gilt. ECKELT et al. (2017) korrigierten und erweiterten die Liste mit den „Primeval forest relict species“ (PRS) auf mitteleuropäischer Ebene (Tab. 4).

Tab. 4: Erläuterungen zu den Urwaldreliktarten aus MÜLLER et al. (2005).

Kategorie 2 – URS/PRS im weiteren Sinn (sensu lato)	
- nur reliktläre Vorkommen im Gebiet	
- Bindung an Kontinuität der Strukturen der Alters- und Zerfallsphase bzw. Habitattradition	
- Hohe Ansprüche an Totholzqualität und -quantität	
- Populationen in den kultivierten Wäldern Mitteleuropas verschwindend oder ausgestorben	
Kategorie 1 – URS/PRS im engeren Sinn (sensu stricto)	
Urwaldreliktarten im engeren Sinn sind in der Regel heute extrem selten. Sie besitzen neben den Ansprüchen der Kategorie 2 spezifische zusätzliche Anforderungen an Requisiten, Ressourcen und Strukturen wie z.B.	
- große Waldflächen	
- seltene Holzpilze	
- starke Totholz-Dimensionen	
- hohes Baumalter	
- Heliophilie der Bestände	
- lange Verweildauer bzw. späte Sukzessions-Stadien der Holzstruktur im Abbauprozess	

4. Ergebnisse

Insgesamt wurden 103 wertgebende Totholzkäferarten mit 733 Individuen gefunden. 81 dieser Arten mit 557 Individuen haben einen Status auf der Roten Liste Deutschlands. Von der europäischen Liste der Totholzkäfer sind mit 29 Individuen insgesamt acht Arten vertreten. Auf deutschlandweiter Ebene (URS) werden sechs Arten mit 18 Individuen als Urwaldrelikt bezeichnet, auf mitteleuropäischer Ebene (PRS) sind es neun Arten mit sechzehn Individuen. 30 Arten mit 252 Individuen sind nach dem Bundesnaturschutzgesetz besonders oder streng geschützt (Tab. 5).

Tab. 5: Ergebnisse der Totholzkäferuntersuchung 2020 und 2021 und Gefährdungs- und Seltenheitsstatus der Arten.

Individuen	Arten	RL D	RL EU	URS	PRS	BG
Staphylinidae (Kurzflügler)						
1	Carphacis striatus (Ol., 1794)	V				
Malachiidae (Zipfelkäfer)						
8	Hypebaeus flavipes (F., 1787)	3				
Cleridae (Buntkäfer)						
2	Tilloidea unifasciata (F., 1787)	3				
9	Clerus mutilarius F., 1775	2				s
Trogositidae (Jagdkäfer)						
5	Tenebroides fuscus (Preyssler, 1790)	3	DD			
Lymexylonidae (Werftkäfer)						
3	Lymexylon navale (L., 1758)	3				
Elateridae (Schnellkäfer)						
1	Ampedus nigerrimus (Lacord., 1835)	3	NT			
1	Ampedus cinnabarinus (Eschz., 1829)	2	LC			
5	Ampedus elongatulus (F., 1787)	*	NT			
2	Brachygonus megerlei (Lacord., 1835)	3	NT			
1	Procaerus tibialis (Lacord., 1835)	3	LC			

Individuen	Arten	RL D	RL EU	URS	PRS	BG
3	Melanotus crassicornis (Er., 1841)	3				
4	Cardiophorus gramineus (Scop., 1763)	2	NT		2	
Eucnemidae (Schienenkäfer)						
1	Isorhipis melasoides (Cast., 1835)	3	LC			
11	Isorhipis marmottani (Bonv., 1871)	2	LC			
8	Eucnemis capucina Ahr., 1812	3	LC			
1	Microrhagus pyrenaeus (Bonv., 1872)	0			2	
3	Microrhagus pygmaeus (F., 1792)	3				
1	Hylis olexai Palm, 1955	V	LC			
4	Hylis cariniceps Rtt., 1902	3	LC			
Buprestidae (Prachtkäfer)						
1	Anthaxia nigrojubata incognita Bílý, 1974	R				b
1	Coraebus undatus (F., 1787)	V				b
5	Agrilus laticornis (Ill., 1803)	*				b
4	Agrilus angustulus (Ill., 1803)	*				b
32	Agrilus sulcicornis Lacord., 1835	*				b
2	Agrilus olivicolor Kiesw., 1857	*				b
1	Agrilus cyanescens (Ratz., 1837)	*				b
Dermestidae (Speckkäfer)						
1	Paranovels punctatus (Scop., 1772)	3				
Bothrididae (Schwielenkäfer)						
4	Teredus cylindricus (Ol., 1790)	2		2	2	
6	Oxylaemus cylindricus (Creutzer, 1796)	G				
Cucujidae (Plattkäfer)						
10	Pediacus dermestoides (F., 1792)	G	DD	2		
Erotylidae (Pilzkäfer)						
1	Triplax rufipes (F., 1775)	V	LC			
Laemophloeidae (Halsplattkäfer)						
3	Laemophloeus monilis (F., 1787)	V				
1	Notolaemus castaneus (Er., 1845)	G				
Latridiidae (Moderkäfer)						
1	Corticaria allenii Johns., 1974	D				
Mycetophagidae (Baumschwammkäfer)						
18	Mycetophagus piceus (F., 1777)	V	LC			
2	Mycetophagus populi F., 1798	3	LC			
Colydiidae (Rindenkäfer)						
2	Pycnomerus terebrans (Ol., 1790)	3			2	
11	Colobicus hirtus (Rossi, 1790)	2				
11	Colydium elongatum (F., 1787)	3				
1	Colydium filiforme F., 1792	2		2	2	
Corylophidae (Faulholzkäfer)						
1	Clypastraea brunnea Bris., 1863	D				
2	Arthrolips obscura (Sahlb., 1833)	D				
1	Arthrolips nana (Muls. & Rey, 1861)	D				
1	Arthrolips fasciata Erichson 1842	Adv				
Endomychidae (Stäublingskäfer)						
2	Symbiotes latus Redt., 1849	V				
Spindidae (Staubpilzkäfer)						
4	Aspidiphorus lareymiei Du Val, 1859	R				
Bostrichidae (Bohrkäfer)						
1	Lichenophanes varius (Ill., 1801)	2	NT		2	

Individuen	Arten	RL D	RL EU	URS	PRS	BG
Anobiidae (Pochkäfer)						
12	Xestobium rufovillosum (DeGeer, 1774)	V				
30	Oligomerus brunneus (Ol., 1790)	3				
25	Gastrallus immarginatus (Müll., 1821)	V				
14	Hadrobregmus denticollis (Creutzer, 1796)	V				
1	Stagetus pilula Aubé, 1861	R				
7	Dorcatoma flavicornis (F., 1792)	3				
2	Dorcatoma setosella Muls. & Rey, 1864	V				
35	Dorcatoma chrysomelina Sturm, 1837	V				
7	Dorcatoma androgyna Büche, 2001	G				
4	Dorcatoma substriata Hummel, 1829	V				
Oedemeridae (Scheinbockkäfer)						
2	Ischnomera caerulea (L., 1758)	G				
Scaptiidae (Seidenkäfer)						
28	Anaspis pulicaria Costa, 1854	D				
11	Anaspis costai Em., 1876	D				
3	Anaspis varians Muls., 1856	G				
Aderidae (Baummulmikäfer)						
102	Euglenes oculus (Payk.)	3				
1	Anidorus sanguinolentus (Kiesw., 1861)	Adv				
Mordellidae (Stachelkäfer)						
2	Mordellochroa milleri Emery 1876	R				
Melandryidae (Düsterkäfer)						
3	Orchesia micans (Panz., 1794)	V				
1	Phloiodytes rufipes (Gyll., 1810)	V				
8	Phloiodytes tenuis Hampe, 1850	3				
1	Hypulus quercinus (Quensel, 1790)	3				
1	Melandrya caraboides (L., 1761)	V				
Tetradomidae (Keulendüsterkäfer)						
2	Tetradoma desmarestii Latr., 1807	2				
Alleculidae (Pflanzenkäfer)						
1	Allecula morio (F., 1787)	3				
4	Prionychus ater (F., 1775)	V				
1	Pseudocistela cerambyoides (L., 1758)	3				
Tenebrionidae (Schwarzkäfer)						
10	Pentaptychus testaceus (Hellw., 1792d)	3				
1	Corticus fasciatus F., 1790	2		2	2	
13	Palorus depressus (F., 1790)	V				
Scarabaeidae (Blatthornkäfer)						
73	Cetonia aurata (L., 1758)	*				b
49	Protaetia marmorata (F., 1792)	V	LC			b
Lucanidae (Schröter)						
11	Dorcus parallelipipedus (L., 1758)	*	LC			b
1	Aesalus scarabaeoides (Panz., 1793d)	1	NT	2	2	s
Cerambycidae (Bockkäfer)						
2	Stenocorus meridianus (L., 1758)	*				b
1	Grammoptera ustulata (Schall., 1783)	*				b
1	Leptura aurulenta (F., 1792)	3				b
2	Rutpela maculata (Poda, 1761)	*				b
1	Anoplopera sexguttata (F., 1775)	3				b
2	Stictoleptura rubra (L., 1758)	*				b

Individuen	Arten	RL D	RL EU	URS	PRS	BG
19	<i>Stenurella melanura</i> (L., 1758)	*				b
1	<i>Stenurella nigra</i> (L., 1758)	*				b
1	<i>Pyrrhidium sanguineum</i> (L., 1758)	*	LC			b
4	<i>Phymatodes testaceus</i> (L., 1758)	*	LC			b
1	<i>Poecilium alni</i> (L., 1767)	*				b
1	<i>Xylotrechus antilope</i> (Schönh., 1817)	*	LC			b
1	<i>Clytus arietis</i> (L., 1758)	*	LC			b
2	<i>Plagionotus detritus</i> (L., 1758)	V	LC			b
1	<i>Plagionotus arcuatus</i> (L., 1758)	V	LC			b
3	<i>Leiopus linnei</i> Wallin, Nylander & Kv. 2009	*				b
4	<i>Exocentrus adpersus</i> Muls., 1846	*				b
1	<i>Oberea linearis</i> (L., 1760)	*				b
Curculionidae (Rüsselkäfer)						
7	<i>Phloeophagus lignarius</i> (Marsh., 1802)	V				
5	<i>Magdalis fuscicornis</i> Desbr., 1870	3				
2	<i>Dryophthorus corticalis</i> (Payk., 1792)	3				
1	<i>Gasterocercus depressirostris</i> (F., 1792)	2		2	2	
733	Summe Individuen	557	29	18	16	252
103	Summe Arten	81	8	6	9	30

Insgesamt wurden mit dem Prachtkäfer *Anthaxia nigrojubata*, dem Staubpilzkäfer *Aspidiphorus lareyniei*, dem Pochkäfer *Stagetus pilula* und dem Stachelkäfer *Mordellochroa milleri* vier Arten erfasst, die nach den Roten Listen Deutschlands als extrem selten gelten (R). Der Schienenkäfer *Microrhagus pyrenaeus* gilt als ausgestorben (o) und der Kurzschrüter *Aesalus scarabaeoides* als vom Aussterben bedroht (1). 11 Arten (unter anderem der Schnellkäfer *Ampedus cinnabarinus*, der Rindenkäfer *Colobicus hirtus* und der Keulendüsterkäfer *Tetratoma desmarestii*) gelten als stark gefährdet (2) und 28 Arten (unter anderem der Buntkäfer *Tilloidea unifasciata*, der Schienenkäfer *Isorhipis melasoides* und der Düsterkäfer *Hypulus quercinus*) als gefährdet (3). Für sechs Arten wie zum Beispiel dem Schwielenkäfer *Oxylaemus cylindricus* ist eine Gefährdung unbekannten Ausmaßes (G) angegeben. 22 Arten wie der Bockkäfer *Plagionotus detritus* werden auf der Vorwarnliste (V) geführt und für sechs Arten wie dem Faulholzkäfer *Arthrolips nana* ist die

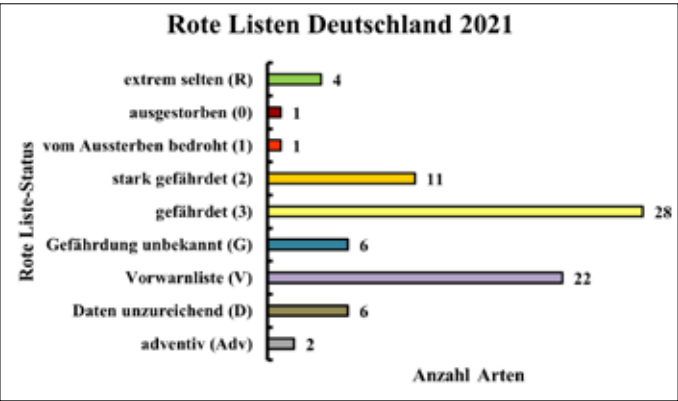


Abb. 5. Darstellung der Arten nach den Roten Listen Deutschlands 2021.

Datenlage unzureichend (D). Der Faulholzkäfer *Arthrolips fasciata* und der Baummulmkäfer *Anidorus sanguinolentus* sind auf den Roten Listen Deutschlands nicht geführt. Es handelt sich (wahrscheinlich) um Adventivarten (Adv), da sie bis zur Fertigstellung der Roten Listen in Deutschland noch nicht nachgewiesen wurden (Abb. 5).

Von den 27 auf der Roten Listen der Totholzkäfer Europas geführten Arten gelten die Schnellkäfer *Ampedus nigerrimus*, *Ampedus elongatulus*, *Brachygonus megerlei* und *Cardiophorus gramineus*, der Bohrkäfer *Lichenophanes varius* und der Kurzschrüter *Aesalus scarabaeoides* als potentiell gefährdet. Für den Jagdkäfer *Tenebroides fuscus* und den Plattkäfer *Pediacus dermestoides* herrscht eine defizitäre Datenlage.

Insgesamt gelten 30 Totholzkäferarten wie der Prachtkäfer *Coraebus undatus* und der Bockkäfer *Plagionotus arcuatus* nach dem Bundesnaturschutzgesetz als geschützt. 28 Arten sind besonders geschützt. Der Eichenbuntkäfer *Clerus mutillarius* und der Kurzschrüter *Aesalus scarabaeoides* sind streng geschützt.

Nicht-xylobionte Arten

Wertgebende Arten, die keine xylobionte Lebensweise aufweisen, sollen hier ebenfalls erwähnt werden. Es wurden fünf Arten mit 70 Individuen gefunden, wovon vier Arten mit 54 Individuen einen Status auf der Roten Liste Deutschlands haben. Eine Art wird auf der Roten Liste der europäischen Totholzkäfer ohne Status geführt und gilt nach dem Bundesnaturschutzgesetz als besonders geschützt (Tab. 6).

Tab. 6: Nicht-xylobionte, wertgebende Arten des Hirzbergs.

Individuen	Arten	RL D	RL EU	BG
Drilidae (Schneckenhauskäfer)				
6	<i>Drilus flavescens</i> Ol., 1790	V		
Elateridae (Schnellkäfer)				
27	<i>Cardiophorus nigerrimus</i> Er., 1840	V		
Meloidea (Ölkäfer)				
14	<i>Stenoria analis</i> (Schaum, 1859)	1		
Rhipiphoridae (Fächerkäfer)				
7	<i>Ripidius quadriceps</i> Ab., 1872	R		
Scarabaeidae (Blatthornkäfer)				
16	<i>Protaetia cuprea</i> (F., 1775)		LC	b
70	Summe Individuen	54	16	252
5	Summe Arten	4	1	1

Der Fächerkäfer *Ripidius quadriceps* gilt nach der Roten Liste Deutschlands als extrem selten und der Ölkäfer *Stenoria analis* als vom Aussterben bedroht. Der Schneckenhauskäfer *Drilus flavescens* und der Schnellkäfer *Cardiophorus nigerrimus* stehen auf der Vorwarnliste.

Der Blatthornkäfer *Protaetia cuprea* gilt nach dem Bundesnaturschutzgesetz als besonders geschützt.

5. Besondere Arten

Im Folgenden werden die ökologischen Ansprüche, die Verbreitung und die Fundumstände einiger Arten, vor allem der Urwaldreliktarten, erläutert.

5.1 Urwaldreliktarten

Insgesamt wurden 10 Urwaldreliktarten erfasst, wobei sechs Arten nach der deutschlandweiten Einteilung (URS) und 9 Arten nach der europaweiten Einteilung als Urwaldrelikte (PRS) aufgeführt sind. Die Arten wurden mit unterschiedlichen Methoden nachgewiesen. Alle Arten sind Urwaldrelikte der Kategorie 2, also Urwaldrelikte im weiteren Sinn.

5.2 Steckbriefe zu einzelnen Arten

Der Schnellkäfer *Cardiophorus gramineus* (PRS 2, RL D 2, RL EU NT) (Abb. 7) ist von Spanien bis nach Österreich, Bulgarien, Deutschland und England bekannt (BLEICH et al. 2022b). In Deutschland fehlen aktuelle Meldungen aus Nordrhein-Westfalen, aus dem Weser-Ems-

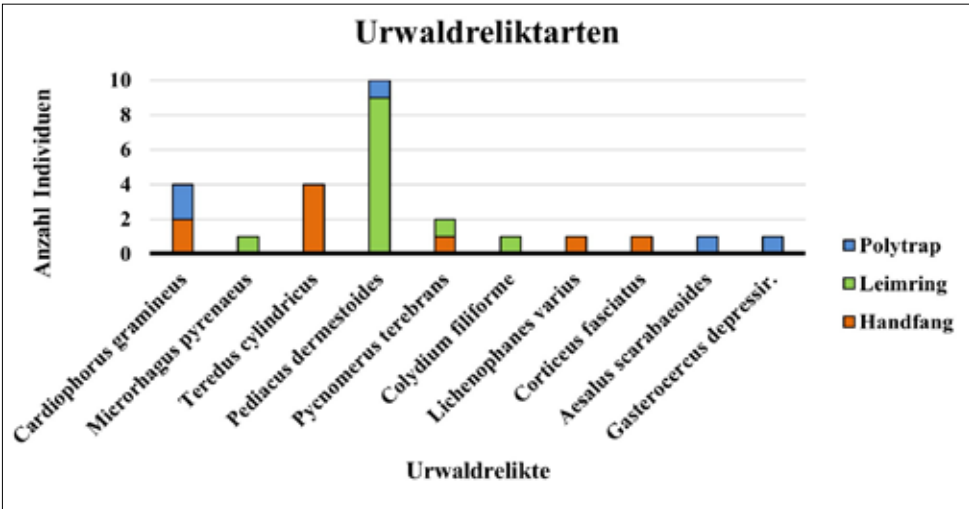


Abb. 6: Urwaldreliktarten und die Methoden, mit der die Arten nachgewiesen wurden.

Gebiet und aus Schleswig-Holstein (BLEICH et al. 2022a). Die wärmeabhängige Art entwickelt sich in lichten Altholzbeständen und lebt räuberisch im Stammbasisbereich der Brutbäume bis in den Wurzelbereich von anderen Insekten. Alteichen und andere Laubhölzer werden bevorzugt. Selten entwickelt sich *C. gramineus* in Kiefern (MÖLLER 2009). Am Hirzberg wurden im Jahr 2021 zwei Individuen aus einem überwallten Stammfuss (Abb. 2 links) gesiebt und zwei weitere Individuen wurden mit der Polytrap erfasst.

Der Kammkäfer *Microrhagus pyrenaeus* (PRS 2, RL D o) ist in Europa lediglich aus Frankreich und aus Deutschland nachgewiesen (BLEICH et al. 2022b). Laut HORÁK et al. (2010) ist jedoch jeweils ein Einzelfund aus Griechenland und Bulgarien gemeldet. In Deutschland gab es bis 2014 nur historische Funde aus Nordbayern und Hessen (BLEICH et al. 2022a). In der Nähe von Kenzingen gelang der Erstfund für Baden-Württemberg und der Wiederfund für Deutschland (SCHÜNEMANN 2016b). Nach HORÁK et al. (2010) einer der seltensten Käfer Europas, der sich in weißfaulem Kronentotholz von Eiche, Hainbuche und Erle entwickelt. Im Zuge des AQUAREL-Projektes wurde die Art an zwei weiteren xerothermen Eichenstandorten (Vogtsburg am Kaiserstuhl und bei Müllheim) gefunden. Am Hirzberg wurde im Jahr 2021 ein Individuum mit dem Leimring erfasst.

Tereus cylindricus (URS 2, PRS 2, RL D 2) (Abb. 7) gehört zu den Schwielenkäfern und ist verstreut aus Europa von England bis nach Frankreich, Korsika, Österreich, Dänemark und Schweden gemeldet (BLEICH et al. 2022b). In Deutschland fehlen aktuelle Funde aus dem Rheinland, aus dem Saarland, aus dem Niederelbgebiet, aus Schleswig-Holstein, aus Mecklenburg-Vorpommern, aus Bremen, aus Thüringen und aus Sachsen (BLEICH et al. 2022a). Nach MÖLLER (2009) eine Art der feuchteren Waldgesellschaften (z. B. Hartholzauen), die an weißfaul-harten Trockenstellen alter Eichen lebt und sich dort als Verfolger von Pochkäfern und Borkenkäfern ernährt. Im Jahr 2021 wurde die Art auf der Kuppe des Hirzbergs mit vier Individuen unter der Rinde einer alten, toten Eiche erfasst.

Der Plattkäfer *Pediacus dermestoides* (URS 2, RL D G) ist vor allem im westlichen Europa verbreitet und ist von England bis Südfrankreich, Österreich, Polen und Dänemark nachgewiesen (BLEICH et al. 2022b). *P. dermestoides* war früher in Deutschland sehr selten, hat sich in den letzten Jahren jedoch extrem ausgebreitet (SCHÜNEMANN 2016a, GEBHARDT & WINKLER 2016) und ist mittlerweile aus den meisten Bundesländern bekannt (ausgenommen Südbayern, Niederelbgebiet, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt und Thüringen) (BLEICH et al. 2022a). Die Art ist ein Borkenbesiedler diverser Laubbäume und jagt dort andere Insekten (MÖLLER 2009). Sie wurde am Hirzberg im Jahr 2020 jeweils in einem Exemplar mit der Polytrap und dem Leimring und im Jahr 2021 mit 8 Exemplaren am Leimring nachgewiesen.

Pycnomerus terebrans (PRS 2, RL D 3) (Abb. 7) gehört zur Familie der Rindenkäfer und ist innerhalb Europas von Portugal bis England, Italien und Österreich gemeldet (BLEICH et al. 2022b). In Deutschland fehlen Meldungen aus Nordrhein, aus dem Weser-Ems-Gebiet und aus Schleswig-Holstein (BLEICH et al. 2022a). *P. terebrans* ist wärmeabhängig und lebt wohl räuberisch, oft in Vergesellschaftung mit Ameisen, im Totholz stehender Stämme von Laub- und Nadelholz (MÖLLER 2009). Am Hirzberg wurde die Art im Jahr 2021 an derselben stehenden, toten Eiche wie die Urwaldrelikte *Teredus cylindricus* und *Corticeus fasciatus* gefunden. Außerdem wurde sie im selben Jahr mit einem Individuum mit dem Leimring nachgewiesen.

Der Rindenkäfer *Colydium filiforme* (URS 2, PRS 2, RL D 2) hat seinen Verbreitungsschwerpunkt in Ostdeutschland, ist jedoch auch aus Österreich, Polen, Litauen, Dänemark und Schweden bekannt. Eine Einzelmeldung stammt aus Südfrankreich (BLEICH et al. 2022b). Aktuelle Meldungen der Art fehlen aus Württemberg, aus der Pfalz, aus dem Saarland, aus Westfalen, aus Schleswig-Holstein und aus Thüringen (BLEICH et al. 2022a). *C. filiforme* galt in Baden-Württemberg lange als verschollen und wurde im Jahr 2014 bei Kenzingen wieder entdeckt (SCHÜNEMANN 2016a). Nach PALM (1959) lebt die Art ausnahmslos an alten Eichen, oft zusammen mit *Corticeus fasciatus* und *Lymexylon navale*, die ebenfalls im Gebiet gefunden wurden. MÖLLER (2009) beschreibt *C. filiforme* als recht wärmeabhängig und mit Präferenz für stehende, stärkere Eichentotholzstrukturen. Am Hirzberg war sie im Jahr 2021 mit einem Individuum am Leimring.

Lichenophanes varius (PRS 2, RL D 2, RL EU NT) gehört zu den Bohrkäfern und wird von Südfrankreich bis nach Bulgarien und aus der Ukraine gemeldet (BLEICH et al. 2022b). Innerhalb Deutschlands fehlen Meldungen aus Nordrhein-Westfalen, aus dem Weser-Ems-Gebiet, aus dem Niederelbgebiet, aus Schleswig-Holstein, aus Sachsen-Anhalt und aus Sachsen (BLEICH et al. 2022a). Die Art ist nach MÖLLER (2009) wärmebedürftig und entwickelt sich im Kronenraum diverser Laubbäume, vor allem der Buche, seltener der Eiche und anderer Laubhölzer. Am Hirzberg wurde sie im Jahr 2020 mit einem Individuum von einem toten Eichenast geklopft.

Der Schwarzkäfer *Corticeus fasciatus* (URS 2, PRS 2, RL D 2) kommt von Norwegen bis nach Frankreich, Österreich, Polen und Litauen vor (BLEICH et al. 2022b). In Deutschland ist die Art aus allen Bundesländern bekannt (BLEICH et al. 2022a). Es werden vor allem weißfaul-harte Trockenbereiche stehender (selten liegender) Eichenstämme besiedelt, bevorzugt an wärmebegünstigten, lufttrockenen Standorten oft zusammen mit *C. filiforme* (MÖLLER 2009).

Im Jahr 2021 wurde die Art in einem Exemplar unter der Rinde einer toten stehenden Eiche zusammen mit *T. cylindricus* und *P. terebrans* gefunden.

Der Kurzschröter ***Aesalus scarabaeoides*** (URS 2, PRS 2, RL D 1, RL EU NT, § s) aus der Familie der Schröter ist von Deutschland bis Südfrankreich, Österreich, Tschechien, Polen, Dänemark und Schweden bekannt (BLEICH et al. 2022b). Aktuelle Meldungen innerhalb Deutschlands fehlen aus dem Rheinland, aus Nordrhein-Westfalen, aus dem Weser-Ems-Gebiet, aus dem Niederelbgebiet und aus Schleswig-Holstein (BLEICH et al. 2022a). Die Art bevorzugt alte, liegende Eichenstämme in schattiger, feuchter Lage. Es werden jedoch auch andere Laubhölzer und Nadelhölzer besiedelt. Das Holz muss von einem Braunfäulepilz befallen sein, wobei die äußere Schicht meist hart und stabil bleibt (BRECHTEL & KOSTENBADER 2002). Am Hirzberg wurde der Kurzschröter im Jahr 2020 mit einem Individuum in der Polytrap erfasst.

Der Plattnasen-Holzrüssler ***Gasterocercus depressirostris*** (URS 2, PRS 2, RL D 2) gehört zu den Rüsselkäfern und ist in Europa vereinzelt aus verschiedenen Ländern gemeldet und von Frankreich bis Polen bekannt (BLEICH et al. 2022b). Innerhalb Deutschlands fehlen lediglich Nachweise aus Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern (BLEICH et al. 2022a). GEIß (1995) machte mehrere Meldungen der Art aus dem Freiburger Raum. *G. depressirostris* ist auf Alteichen angewiesen und entwickelt sich unter der Rinde und später im Kernholz kränkender und abgestorbener Eichen. Die Art ist wärmeliebend (RHEINHEIMER & HASSLER 2010) und wurde am Hirzberg im Jahr 2021 mit einem Individuum in der Polytrap erfasst.

Nicht-xylobionte Arten

Die Efeu-Seidenbiene ***Stenoria analis*** gehört zur Familie der Ölkäfer und wurde bisher aus Frankreich, Italien, Deutschland, Belgien, Luxemburg und der Schweiz gemeldet. Eine historische Meldung stammt aus Rumänien (BLEICH et al. 2022b). In Deutschland ist die Art aktuell aus Südbayern, Baden-Württemberg, Hessen, Rheinland-Pfalz, Nordrhein und aus Brandenburg bekannt (BLEICH et al. 2022a). Aus Deutschland gibt es aus dem Jahr 1998 den ersten Fund aus Brandenburg. Seit dem Jahr 2013 vermehren sich die Funde in Süddeutschland (NIEHUIS & LÜCKMANN 2013, WEISER 2016). *S. analis* lebt als Parasitoid an Seidenbienen (*Colletes* sp.) und breitet sich vermutlich mit der bevorzugten Wirtsart *Colletes hederæ*, die sich seit einigen Jahren in Ausbreitung befindet, aus. Im Jahr 2021 waren am Hirzberg fünf Individuen in der Polytrap.

Der Fächerkäfer ***Ripidius quadriceps*** wird von Norwegen über Schweden, Finnland bis nach Frankreich und Italien vereinzelt gefunden (BLEICH et al. 2022b). In Deutschland ist die Art lediglich aus Südbayern, aus dem Saarland, aus Thüringen und aus Baden-Württemberg bekannt (BLEICH et al. 2022a). Die Funde am Hirzberg gehören zu den baden-württembergischen Erstfunden der Art und stammen aus dem Jahr 2020 (SCHÜNEMANN 2021). Die Art lebt erst als Ekto- und später als Endoparasit an Waldschaben der Gattung *Ectobius*. Die Bernstein-Waldschabe *Ectobius vittiventris* ist eine Adventivart aus Südeuropa, die sich seit dem Jahr 2001 in Deutschland ausbreitet. Nun liegt die Vermutung nahe, dass *R. quadriceps* die Bernstein-Waldschabe als Wirt nutzt und sich mit dieser ausbreitet (SCHÜNEMANN 2021). Am Hirzberg waren im Jahr 2020 sieben Individuen in der Polytrap.

5.3 Bildergalerie



Abb. 7: *Cardiophorus gramineus* (PRS, RL D 2, RL EU NT), *Tenebroides fuscus* (RL D 3, RL EU DD), *Pycnomerus terebrans* (PRS, RL D 3), *Teredus cylindricus* (PRS, RL D 2), *Colobicus hirtus* (RL D 2) und *Plagionotus detritus* (RL D V, § b) im Untersuchungsgebiet Hirzberg in Freiburg i. Brsg. in den Jahren 2020 und 2021 (v. links nach rechts und v. oben nach unten).

6. Bedeutung der Eiche

Die Urwaldrelikte wurden anhand von Erfahrung und Literatur hinsichtlich ihrer Bindung und Präferenz bezüglich der Gattung *Quercus* geprüft. Es wurden vier Kategorien gewählt

Tab. 7: Die Urwaldrelikte und ihre Präferenz für die Eiche als Entwicklungssubstrat.

Urwaldreliktarten	Kat.	Präferenz Eiche
<i>Cardiophorus gramineus</i>	2	bevorzugt
<i>Microrhagus pyrenaeus</i>	2	bevorzugt
<i>Teredus cylindricus</i>	3	(strikte) Bindung
<i>Pediacus dermestoides</i>	1	indifferent
<i>Pycnomerus terebrans</i>	1	indifferent
<i>Colydium filiforme</i>	3	(strikte) Bindung
<i>Lichenophanes varius</i>	1	indifferent
<i>Corticus fasciatus</i>	3	(strikte) Bindung
<i>Aesalus scarabaeoides</i>	2	bevorzugt
<i>Gasterocercus depressirostris</i>	3	(strikte) Bindung

(0 = meidend, 1 = indifferent, 2 = bevorzugt, 3 = (strikte) Bindung). Vier Arten sind (relativ) strikt an die Eiche gebunden, drei Arten zeigen eine deutliche Präferenz für Eichen und drei Arten sind indifferent in Bezug auf die Bruchholzgattung (Tab. 7).

Nach KÖHLER (2000) sind außerdem die wertgebenden Arten *Clerus mutillarius*, *Coraeus undatus*, *Agrilus sulcicollis*, *Oxylaemus cylindricus*, *Ischnomera caerulea*, *Xylotrechus antilope* und *Magdalis fuscicornis* streng an die Eiche gebunden.

7. Naturschutzfachliche Bewertung

Die Tothholzkäferfauna des Hirzbergs ist mit 10 Urwaldreliktarten, vier extrem seltenen Arten und etlichen Arten mit unterschiedlichem Gefährdungsgrad aus naturschutzfachlicher Sicht als hoch spektakulär und schützenswert einzustufen. Vor dem Hintergrund, dass die vorliegende Arbeit mit ihren Daten lediglich einen Ausschnitt der Artengemeinschaft liefert, ist die Bedeutung des Gebietes vermutlich deutlich größer. Der erwähnte Zufallsfund von *Gnorimus variabilis* im benachbarten Schlossbergbestand (SCHOOF et al. 2019) lässt vermuten, dass auch angrenzende Standorte schützenswert sind und sich das Artenspektrum bedrohter xylobionter Käfer in unmittelbarer Umgebung erweitert.

Im Jahr 2021 wurden in einem Zwischenbericht die Ergebnisse aller 21 AQUAREL-Flächen exklusive der mit den Leimringen erfassten Arten gegenübergestellt. Da die neuen Roten Listen noch nicht veröffentlicht waren, wurde mit den Roten Listen von GEISER (1998) und BENSE (2002) gearbeitet. In diesem Zwischenergebnis lässt sich schon die naturschutzfachliche Bedeutung des Hirzbergs erkennen, so liegt die Zahl der wertgebenden Arten in Freiburg mit 89 Arten deutlich über der Artenzahl der anderen Standorte. Auf den übrigen Flächen, die alle eine ähnliche Heliophilie der Bestände aufweisen, wurden zwischen 20 und 69 wertgebende Tothholzkäferarten gefunden.

Auch bei einem Vergleich mit zurückliegenden Untersuchungen in eichendominierten Naturschutzgebieten und Bannwäldern steht der Hirzberg in Hinblick auf seine 10 Urwaldreliktarten den anderen Gebieten in nichts nach. Im Naturschutzgebiet Johanniterwald bei Kenzingen wurden 11 (SCHÜNEMANN 2015) und im Naturschutzgebiet Schwarza-Schlücht-Tal im Süd-Schwarzwald wurden 17 Urwaldreliktarten (SCHÜNEMANN 2017) erfasst. Im Bannwald Sommerberg (Stromberg-Heuchelberg) wurden sieben Urwaldreliktarten nachgewiesen (SCHÜNEMANN 2013). Im Bannwald Bechtaler Wald bei Weisweil wurden über mehrere Jahre

intensive Totholzkäferuntersuchungen durchgeführt. Hier wurden insgesamt sechs Urwaldreliktarten gefunden (BENSE 2005). Die Trockenauen am südlichen Oberrhein gelten innerhalb Baden-Württembergs als absoluter Hotspot der Totholzkäferfauna auf Reliktstandorten. Hier wurden bisher 20 Urwaldreliktarten gefunden, wovon vier Arten in direktem Zusammenhang mit der Eiche nachgewiesen wurden. Die übrigen Arten wurden an alten Pappeln und anderen Gehölzen gefunden (BENSE 2000). Diese Gebiete wurden jeweils viel intensiver untersucht, so kamen mehr Fallen und mehr Handfänge zum Einsatz. Bei einem adäquaten Methodeneinsatz wären am Hirzberg auch mehr Artenfunde zu erwarten.

Am Hirzberg finden sich Besiedler hoch seltener Eichenreliktstandorte, die in ihrer Ausprägung typische Altholzstrukturen aufweisen, die auf aktuell forstwirtschaftlich genutzten Flächen oder auf produktiveren Standorten nicht zu finden sind. Die Zusammensetzung dieser seltenen Käferzönose ist eng verknüpft mit der Habitatkontinuität, die wiederum auf die Topographie des Geländes, die Flachgründigkeit der Böden und teils auf die historische Landnutzung zurückzuführen ist. Zum einen sind die Hänge teilweise so steil, dass eine direkte anthropogene Nutzung fast ausgeschlossen ist. In diesen Bereichen haben vermutlich lediglich Ziegen den Bestand beeinflusst. Dadurch konnten einzelne Baumindividuen über viele Generationen im Bestand überdauern. Die geringe Produktivität des Standortes und das an vielen Stellen direkt anstehende Ausgangsgestein sorgten dafür, dass die Eichen am Hangbereich lediglich Kümmerformen ausbilden, die aktuell aus forstwirtschaftlicher Sicht unattraktiv sind. So unterlagen die Bäume in diesen Bereichen wahrscheinlich auch in der Vergangenheit lediglich einer marginalen direkten Nutzung. Durch den Rückschnitt der Eichen konnten sich charakteristische Zwiesel und Überwallungen am Stammbasisbereich entwickeln. Diese Strukturen werden von einigen hochspezialisierten Arten als Habitat genutzt. Im oberen Bereich des Hanges wird der Boden tiefgründiger und die Sonneneinstrahlung aufgrund der reduzierten Hangneigung geringer, die Bäume werden mächtiger und höher. Auch hier konnten einige Bäume – allerdings als hochstämmige Alteichen – überstehen, da der Bestand vermutlich durch Beweidung geformt wurde. Durch diese historische Nutzung bildeten die Eichen als Baumsolitäre große, tief ansetzende, ausladende Kronen aus, die vielen seltenen Arten als Habitat dienen. Hier finden sich neben großdimensioniertem Stamm- und Asttotholz Höhlenstrukturen in unterschiedlicher Dimension, wichtige Lebensräume für wärmeliebende und höhlenbewohnende Zönosen.

8. Gefährdung für den Bestand

Die Lebensräume am Hirzberg haben sich in den letzten Jahrzehnten hinsichtlich des Pflegezustandes, der Habitatkontinuität und Qualität der Alt- und Totholzstrukturen drastisch verschlechtert.

1. Die Gehölze am Hangbereich werden von Brombeeren überwuchert, stellenweise droht eine Verbuschung und Verdrängung der Eichen durch Robinien (vor allem im unteren Hangbereich) (Abb. 8). Dies hätte nicht nur fatale Folgen für die Totholzkäferfauna, sondern auch für andere Arten wie die gefährdete Schlingnatter (*Coronella austriaca*) (Rote Liste 3), die im Jahr 2021 zufällig im Hangbereich erfasst wurde (Abb. 10). In der Ausweisung zum Landschaftsschutzgebiet ist die Schlingnatter für das Gebiet bereits erwähnt.



Abb. 8: Verbuschung (vor allem durch die Robinie) und Brombeerüberwucherung im unteren Hangbereich der xerothermen Hänge im südlichen Bereich des Hirzbergs.



Abb. 9: Eichenjungpflanzenverjüngung auf der Wiese oberhalb der Steilhänge am Hirzberg.



Abb. 10: Schlingnatter (*Coronella austriaca*) unter Rinde von liegendem Baumstamm am südlich gelegenen Xerothermhang des Hirzbergs.

Der Erhalt und die Entwicklung der Lebensräume der Art sind dort definiert (SCHOOF et al. 2017).

2. Die Naturverjüngung der Eiche, die aus naturschutzfachlicher Sicht für die xylobionte Käferfauna die größte Rolle im Bestand spielt, findet nur sporadisch statt (Abb. 9).
3. Trotz der recht hohen Resilienz von Eichen an Extremstandorten gegenüber Trockenjahren zeigen viele Alteichen am Hirzberg Anzeichen von Trockenstress. Einige Eichen sind bereits abgestorben.

9. Vorschläge für den Umgang mit den Flächen

Das Gebiet am Hirzberg sollte dringend den Status eines Naturschutzgebietes erhalten, um den kontinuierlichen Erhalt dieses äußerst seltenen und hochsensiblen Lebensraumes zu sichern. Eine Voraussetzung wäre allerdings, dass die zugehörige Schutzgebietsverordnung effektiver auf die Schutzgüter ausgerichtet ist und umgesetzt wird als dies beim heutigen Landschaftsschutzgebiet der Fall ist. Die Verordnung des Landschaftsschutzgebietes thematisiert die Vorkommen xylobionter Käferarten nicht. Ein erster Pflegeeingriff ist dringend und zeitnah erforderlich. Allerdings muss langfristig eine Maßnahmenkonzeption erarbeitet werden, die

1. die Offenhaltung der Südhänge oberhalb der Kartäuserstraße gewährleistet und vor Verbuschung und Brombeerüberwucherungen schützt. Ob die Offenhaltung manuell mit Freischneidern und Felskletterern oder mit einer intensiveren Schaf- oder Ziegenbeweidung durchgeführt wird, müsste entschieden werden. Wahrscheinlich ist eine Kombination notwendig. Konkurrenzvegetation wie die Robinie sollte ebenfalls entfernt und unterbunden werden, wobei eine Beweidung ebenfalls hilfreich sein kann. In den Naturschutzgebieten „Felsenmeer“ und „Russenstein“ in Heidelberg, die ein ähnliches Artenrepertoire an Totholzkäfern, aufweisen, wird die Offenhaltung der Felsenbereiche mit trockenen Eichenwäldern und einer silikatischen Blockschutthalde an den Steilhängen, finanziert mit Mitteln des Landes (LPR), schon seit einigen Jahren erfolgreich praktiziert. Da insbesondere der Lebensraum Blockschutthalde sehr sensibel ist, werden dort die Pflegearbeiten manuell durchgeführt. Die Entfernung von Nadelbäumen und Esskastanien aus der Blockschutthalde erfolgte bei der Erstpflege mithilfe eines Kurzstreckenseilkranes (KERLE, Heidelberg, 2022 mündl. Mitt.).
2. die vorhandene Naturverjüngung der Eiche fördert, um eine langfristige Kontinuität des Eichenbestandes zu sichern. Einzelne etablierte Jungpflanzen sollten mit Verbißschutz versehen werden und zu Baumsolitären erzogen werden. Gegebenenfalls könnte die Naturverjüngung mit gebietseigenem Saatgut oder durch Pflanzung unterstützt werden.

Gegen den Klimawandel hilft leider keine Naturschutzgebietsausweisung. Wie sich die Waldbestände im Zuge der Erwärmung verändern werden, ist spekulativ. Aber Eichen an Xerothermstandorten scheinen eine recht hohe Toleranz aufzuweisen (NEOPHYTOU et al. 2020), was ebenfalls dafür spricht den Erhalt der Alteichen zu fördern und zu sichern. So dienen sie nicht nur als CO₂-Speicher, sondern spielen auch eine wichtige Rolle zur Regulierung des Stadtklimas.

10. Die Beurteilung der übrigen Flächen am Schlossberg

Die Eichenwälder des benachbarten Schlossbergs, die sich von Nordwesten bis nach Südosten erstrecken sind reich an Altbäumen mit einem großen Totholzvorrat und Höhlenstrukturen, wichtige Habitate für seltene Totholzkäferarten. In den nordwestlich gelegenen Eichenwäldern am Schlossberg (nördlich vom Kanonenplatz) wurde der streng geschützte Edelscharrkäfer *Gnorimus variabilis* nachgewiesen, ein Urwaldrelikt, das vornehmlich Alteichen als Habitat nutzt. Der Hirschkäfer *Lucanus cervus* ist eine FFH Anhang II-Art, die in den nordöstlichen und südwestlichen Eichenwäldern des Schlossberges nachgewiesen wurde und bevorzugt ebenfalls Alteichen als Entwicklungssubstrat (SCHOOF et al. 2019). Würden in diesen Bereichen intensivere Untersuchungen gemacht werden, wären auch hier Funde weiterer seltener Totholzbewohnern wahrscheinlich.

Westlich am Hirzberg neben dem Campingplatz oberhalb der Kartäuserstraße erstreckt sich ein extensiv genutzter Streuobstbestand. In den alten, teilweise abgängigen Obstbäumen könnten der Körnerbock *Aegosoma scabricorne*, ein streng geschütztes Urwaldrelikt, und weitere Obstbaumbesiedler leben. Nach SCHOOF et al. (2017) weisen die Bäume einen Pflegerückstand auf und abgängige Bäume werden nicht ersetzt, wodurch der Habitaterhalt gefährdet ist. Außerdem wurden die Bäume nach SCHOOF (Freiburg, 2022 schriftl. Mitt.) im Jahr 2022 nicht fachgerecht beschnitten, was ihren Alterungs- und Absterbeprozess beschleunigen kann. In Zukunft sollten die Bäume während der Beweidung mit einem Verbißschutz versehen werden, damit auch Ziegen mitgeführt werden können.

SCHOOF et al. (2017) erwähnen für die Grünflächen des Offenlandes, die mit den Eichenbeständen vernetzt sind, aktuell einen massiven Rückgang vieler charakteristischer, teilweise gefährdeter Pflanzenarten des Offenlandes. Auch sie weisen auf die Notwendigkeit der Umgestaltung des Weideregimes hin. SCHOOF et al. (2019) bewerten die Flächen am Schloß- und Hirzberg ebenfalls als sehr wertvoll. Eine Ausweisung zu einem Naturschutzgebiet wird hier ebenfalls vorgeschlagen.

Die Alteichenbestände an den Xerothermhängen am Hirzberg sollten im Verbund mit den genannten Flächen unter Schutz gestellt werden, da diese Habitate miteinander vernetzt sind.

Danksagung

Das AQUAREL-Projekt erhielt Förderung durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft und das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (Waldklimafonds, Förderkennzeichen: 22WK413501). Ohne diese Förderung lägen die Daten nicht vor und diese Publikation wäre nicht möglich. Ich möchte mich herzlich bei BSc. Alexander Braun, Dr. Devrim Semizer Cuming, Dr. Hans-Gerhard Michiels, Dr. Charalambos Neophytou und bei allen beteiligten Mitarbeitern/-innen des AQUAREL-Projektes der FVA Freiburg, die die Untersuchungen ermöglichten, koordinierten und begleiteten, bedanken.

Mein herzlicher Dank geht an Prof. Dr. Albert Reif und Dr. Nicolas Schoof von der Universität Freiburg, Professur für Standortkunde und Vegetationskunde, für die akribische

Durchsicht des Manuskriptes und die vielen Hinweise und Kommentare zum Thema. Bei Prof. Dr. Albert Reif möchte ich mich außerdem für die Ermutigung zur Erstellung dieses Artikels in der BLNN-Reihe und bei Dr. Nicolas Schoof für die wichtigen Hinweise zum Zustand des Streuobstbestandes bedanken.

Bei Dipl. Biol. Ulrich Bense möchte ich mich herzlich dafür bedanken, dass er sich (sehr) kurzfristig bereit erklärt hat das Manuskript fachlich gegenzulesen.

Außerdem möchte ich mich herzlich bei Claudia Leitz und Friederike Tribukait, vom Regierungspräsidium Freiburg, Ref. 56 - Naturschutz und Landschaftspflege, für die Erlaubnis die Daten aus den vergangenen Untersuchungen zur Totholzkäferfauna des NSG „Johannerwald“ bei Kenzingen und des NSG „Schwarza-Schlücht-Tal“ bei Waldshut-Tiengen zu nutzen.

Schließlich bedanke ich mich herzlich bei Benedikt Kerle, zuständig für Biotoppflege und Umsetzung der Landschaftspflegerichtlinie (LPR) in der Abteilung Natur- und Landschaftsschutz des Umweltamtes der Stadt Heidelberg für die ausführliche telefonische Auskunft zur Pflege des NSG „Felsenmeer, Russenstein, Naturpark Michelsbrunnen“ in Heidelberg.

Literatur

AMMER, U. (1991): Konsequenzen aus den Ergebnissen der Totholzforschung für die forstliche Praxis. - Forstw. Cbl. 110: 149-157.

BENSE, U. (2000): Die Käfer der Markgräfler Trockenaue. S. 347-460 in: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU) (Hrsg.): Vom Wildstrom zur Trockenaue: Natur und Geschichte der Flusslandschaft am südlichen Oberrhein. Verlag Regionalkultur, Naturschutz-Spectrum, Themen 92, Ubstadt-Weiher.

BENSE, U. (2002): Verzeichnis und Rote Liste der Totholzkäfer Baden-Württembergs. Naturschutz und Landschaftspflege Bad.-Württ. 74, 309-361.

BENSE, U. (2005): Die Totholzkäferfauna im Bannwald „Bechtaler Wald“. 199-208 in: BÜCKING, W. (2005): Bannwald „Bechtaler Wald“. Eine Laubwald-Biozönose vor und nach dem Sturm Lothar. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, WSG (Waldschutzgebiete) Baden-Württemberg 8, Freiburg.

BLEICH O., GÜRLICH S., und KÖHLER F. (17.05.2022a): Verzeichnis und Verbreitungsatlas der Käfer Deutschlands. www.coleokat.de/de/fhl/

BLEICH O., GÜRLICH S. und KÖHLER F. (17.05.2022b): Coleoptera Europaea. Verzeichnis und Verbreitungsatlas der Käfer Europas. www.coleoweb.de

BRECHTEL, F. und KOSTENBADER, H. (2002): Die Pracht- und Hirschkäfer Baden-Württembergs. 632 S., Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

BUNDESNATURSCHUTZGESETZ vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), das zuletzt durch Artikel 4 Absatz 100 des Gesetzes vom 7. August 2013 (BGBl. I S. 3154) geändert worden ist.

ECKELT, A., MÜLLER, J., BENSE, U., BRUSTEL, H., BÜBLER, H., CHITTARO, Y., CIZEK, L., FREI, A., HOLZER, E., KADEJ, M., KAHLEN, M., KÖHLER, F., MÖLLER, G., MÜHLE, H., SANCHEZ, A., SCHAF-FRATH, U., SCHMIDL, J., SMOLIS, A., SZALLIES, A., NÉMETH, T., WURST, C., THORN, S., CHRISTENSEN, R. H. B. und SEIBOLD, S. (2017): „Primeval forest relict beetles“ of Central Europe: a set of 168 umbrella species for the protection of primeval forest remnants. Journal of Insect Conservation. <https://doi.org/10.1007/s10841-017-0028-6>, 15 S.

FREUDE, H., HARDE, K. W. und LOHSE, G. A. (1965-1983): Die Käfer Mitteleuropas. Band 1-11, Goecke und Evers, Krefeld.

- FREUDE, H., HARDE, K. W., LOHSE, G. A. und KLAUSNITZER, B. / ASSING, V. & SCHÜLKE, M. (Hrsg.) (2012): Die Käfer Mitteleuropas (2. Auflage). Band 4, 560 S., Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- GEBHARDT, H. und WINKLER, P. (2016): *Pediacus dermestoides* Fabricius 1792 (Col., Cucujidae) – Funde aus Baden-Württemberg, Saarland und Bayern. Mitt. ent. V. Stuttgart, Jg. 51, 74.
- GEISER, R. (1998): Rote Liste der Käfer (Coleoptera). In: BINOT, M., BLESS, R., BOYE, R., GRUTKE, H., & PRETESCHER (Bearb.): Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. – Schriftenreihe Landschaftspflege und Naturschutz (Bonn-Bad Godesberg), 55, 168-230.
- GEIB, K.-U. (1995): Der Plattwürler *Gasterocercus depressirostris* (F.) an mehreren neuen Fundorten in Südbaden, nebst Steckbrief seines Fraßbilds (Coleoptera, Curculionidae) Mitt. ent. V. Stuttgart, Jg. 30, 13-15.
- HORÁK, J., BÜCHE, B., MÉNDEZ, M. und ALEXANDER, K. (2010): *Microrhagus pyrenaeus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010, International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, e.T157571A5098302: 4 S.
- KÖHLER, F. (2000): Totholz Käfer in Naturwaldzellen des nördlichen Rheinlandes. Vergleichende Studien zur Totholz Käferfauna Deutschlands und deutschen Naturwaldforschung. Schriftenreihe der Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten / Landesamt für Agrarordnung Nordrhein-Westfalen, Band 18, 352 S., LÖBF Schriftenreihe, Recklinghausen.
- KÖHLER, F. und KLAUSNITZER, B. (1998): Entomofauna Germanica. Verzeichnis der Käfer Deutschlands. KLAUSNITZER, B. (Hrsg.) in Zusammenarbeit mit der Entomofaunistischen Gesellschaft e.V., Beiheft 4, 185 S., Entomologische Nachrichten und Berichte, Dresden.
- LOHSE, G.A. und LUCHT, W.H. (1989, 1992, 1994): Die Käfer Mitteleuropas. 1.-3. Supplementband., Krefeld, Band 12-14, Goecke & Evers, Krefeld.
- LOMPE, A. (17.05.2022): Die Käfer Europas. Ein Bestimmungswerk im Internet. www.coleonet.de
- LUCHT, W.H. und KLAUSNITZER, B. (1998): Die Käfer Mitteleuropas. 4. Supplementband., Band 15, 398 S., Goecke & Evers, Gustav Fischer Verlag, Jena.
- MÖLLER, G. (2009): Struktur- und Substratbindung holzbewohnender Insekten, Schwerpunkt Coleoptera – Käfer. Freie Universität Berlin, 284 S., Dissertation, Berlin.
- MÜHR, B. (17.05.2022): Klimadiagramme. <http://www.klimadiagramme.de/>
- MÜLLER, J., BUSSLER, H., BENSE, U., BRUSTEL, H., FLECHTNER, G., FOWLES, A., KAHLEN, M., MÖLLER, G., MÜHLE, H., SCHMIDL, J. und ZABRANSKY, P. (2005): Urwald relict species. Saproxylic beetles indicating structural qualities and habitat tradition. Waldoekologie online, Heft 2, Freising, 106-113.
- NIETO, A. und ALEXANDER, K.N.A. (2010): European Red List of Saproxylic Beetles. 45 S., Luxembourg: Publication Office of the European Union, Luxembourg.
- NEOPHYTOU C, SEMIZER-CUMING D, BRAUN A, FUSSI B, MÜCK I, SCHLOSSER F, SEEGMÜLLER S, MICHIELS H.-G. (2020): Angepasste Eichen auf Reliktstandorten. Eine zukünftige Quelle für forstliches Vermehrungsgut? In: Liesebach M (Hrsg.) Forstpflanzenzüchtung für die Praxis: 6. Tagung der Sektion Forstgenetik/Forstpflanzenzüchtung vom 16. bis 18. September 2019 in Dresden. Tagungsband. Thünen Report 76. DOI:10.3220/REP1584625360000. S. 37–48.
- NIEHUIS, M. & LÜCKMANN, J. (2013): Der Schwarze Pelzbienen-Ölkäfer - *Stenoria analis* (SCHAUM, 1859) neu in Westdeutschland (Coleoptera: Meloidae). Flora und Fauna von Rheinland-Pfalz 12: Heft 3, S. 1021–1028.
- PALM, T. (1959): Die Holz- und Rinden-Käfer der süd- und mittelschwedischen Laubbäume. - Opuscula Entomologica, Suppl. 16, 374 S., Lund.
- RHEINHEIMER, J. und HASSLER, M. (2010): Die Rüsselkäfer Baden-Württembergs. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW, Hrsg.), Naturschutz-Spektrum, Themen 99, 944 S., Verlag Regionalkultur, Karlsruhe.
- ROTE LISTE ZENTRUM (17.05.2022): Die Roten Listen. Wirbellose Tiere. <https://www.rote-liste-zen->

trum.de/de/Download-Wirbellose-Tiere-1875.html

SCHOOF, N., GOLLENT, L., SCHNEIDER, A.-L., SCHMIDT, U. E. und REIF, A. (2017): Der Schlossberg bei Freiburg i. Brsg. – eine naturschutzfachliche Bestandsaufnahme seines Offenlandes. Mitt. Bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz. N.F. 22, 2, 303-327.

SCHOOF, N., LUTZ, P., REIF, A., FORNOFF, F., JÄCKLE, S., KLEIN, A., LUICK, R., MÖRSDORF, M., PAULUS, G., PENNER, J., PYTTEL, P., RUPP, M., WIRTH, V. (19.05.2019): Antrag zur Ausweisung eines Naturschutzgebiets Schlossberg-Hirzberg. https://www.blenn.de/pdfs2020/Antrag_Landesnaturschutzverband_NS-G-Schlossberg.pdf

SCHÜNEMANN, J. (2013): Totholz Käferdynamik im eichenreichen Bannwald Sommerberg (Stromberg-Heuchelberg) – Vergleich der Inventuren 1993 – 1996 und 2011. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, 120 S., WSG (Waldschutzgebiete) Baden-Württemberg 16, Freiburg.

SCHÜNEMANN, J. (2015): Totholz Käferinventur des NSG Johanniterwald mit besonderer Beachtung der Leitarten von Wäldern mit hohem Alt- und Totholzanteil und Arten der Eichenwälder 2014-2015. 69 S., unveröffentlichte Auftragsarbeit. Auftragsgeber: Regierungspräsidium Freiburg. Referat 56 Naturschutz und Landschaftspflege (Sachbearbeiterin: Claudia Leitz).

SCHÜNEMANN, J. (2016a): Einige neue und wiedergefundene Käferarten für die Fauna Baden-Württembergs (Coleoptera). Mitt. ent. V. Stuttgart, Jg. 51, 51-58.

SCHÜNEMANN, J. (2016b): Rediscovery oft he false click beetle *Microrhagus pyrenaeus* BONVOULOIR, 1872 for the fauna of Germany (Coleoptera, Elateroidea, Eucnemidae). Mitt. ent. V. Stuttgart, Jg. 51, 59-61.

SCHÜNEMANN (2017). Die wertgebenden Totholz Käfer des NSG Schwarza-Schlücht-Tal. Ergebnisse einer zweijährigen Inventur. 89 S., unveröffentlichte Auftragsarbeit. Auftragsgeber: Regierungspräsidium Freiburg. Referat 56 Naturschutz und Landschaftspflege (Sachbearbeiterin: Friederike Tribukait).

SCHÜNEMANN, J. (2021): Neufunde einiger Käferarten (Coleoptera) für die Fauna Baden-Württembergs. Mitt. ent. V. Stuttgart, Jg. 56, 36-42.

WEISER, P. (2016): Aktuelle Beobachtungen des Neubürgers *Stenoria analis* SCHAUM 1859, in Nordbaden (Coleoptera: Meloidae). Mitt. ent. V. Stuttgart, Jg. 51, 63-68.

Alle Fotos stammen vom Verfasser.

Scheffheu – ein schützenswertes Tannenwunder

WOLF HOCKENJOS

Man könnte daher nach Umständen sagen, es sey die Buche hier in ihrem Rechte; allein beim Anblick der älteren ausgezeichneten Reste des Nadelholzes und bei der nicht aufzugebenden Hoffnung der Wiederaufnahme der Flößerei auf der Wuttach, kann man nicht im Zweifel seyn, was man zu wünschen und folglich zu tun habe. (Carl Gebhard, F. F. Oberforstinspektor, am 21. August 1855 in seinem Donaueschinger Vortrag vor dem Forstlichen Verein im badischen Oberlande)

Nein, mit der Flößerei hat es auf der Wutach nicht mehr geklappt, wie uns nicht zuletzt in Heinrich Hansjakobs Theodor, der Seifensieder bestätigt wird: Die Wolfacher Schiffergesellschaft, die den wilden Fluss für die stammweise Flößerei herzurichten versprach, ist damit 1847 kläglich gescheitert bei einem Gesamtschaden von 200.000 Gulden. Und auch Kaiser Wilhelms II. „strategische“ Sauschwänzlebahn, 1890 mit Tunneln und Kehren in Betrieb genommen, hat sich nicht mehr sonderlich bewähren dürfen für den Abtransport des fürstlich fürstenbergischen Stammholzes. Doch irgendwie ist das Nadelholz immer in den Sägewerken gelandet – auch vor der Erschließung mit Lkw-tauglichen Forstwegen. Mit langschäftigem Nadelholz lässt sich Geld verdienen in der Waldwirtschaft.

Wer von Achdorf aus, tunlichst nach einer Stärkung im Gasthaus Scheffellinde, auf nahezu alpinem, seilgesichertem Fußsteig über den Grat hinauf zum Plateau des Scheffheus gelangt, auch wer es von Mundelfingen her auf bequemere Weise erreicht, steht plötzlich,



Weißtannen-Altholz mit etwas Fichte und Buche. (Foto: W. Hockenjos)

nach Absolvierung einer längeren Wegstrecke durch wenig reizvollen, von Fichten und Buchen dominierten Wirtschaftswald (mitsamt Sturm- und Käferlücken, Schadholzpoltern und aufgewühlten Maschinenspuren), vor einer dunkelgrünen Wand: vor einem saft- und kraftstrotzenden Weißtannen-Mischwald, welcher das forstübliche Erntealter offenbar längst überschritten hat. Fast kommt es einem so vor, als stünde man in Wilhelm Hauffs Märchenwald. Und das ausgerechnet im Scheffheu, dessen Namen eher an den in der Region noch überaus populären Schriftsteller und F. F. (Fürstlich Fürstenbergischer) Hofbibliothekar Joseph Victor von Scheffel (1826-1886) erinnert und der mehr nach Heuernte klingt als nach Wald. Plausibler ist allemal die Herleitung von Schäf (Schafe) und Häu (abgeholzte Flächen), wie es eine Achdorfer Gemarkungskarte aus dem Jahr 1786 (mit Schäfhäu) nahelegt. Die Kuppelkronen der Weißtannen erscheinen so kompakt und dicht benadelt, als hätte es einen Kahlschlag oder ein „Tannensterben“, erst recht ein „Waldsterben 2.0“ nie gegeben. Der Waldfreund stutzt jedenfalls und gerät ins Rätseln: Wie soll er sich bloß die Entstehung und das Überdauern eines solch raren, fast schon unzeitgemäßen Waldbildes erklären? Es drängt ihn, mehr darüber in Erfahrung zu bringen.



Das Tannen-Altholz erreicht man zu Fuß über Achdorf (steil!) oder über Mundelfingen. (Kartenausschnitt: Geobasisdaten © LGL, www.lgl-bw.de)

Man könnte zur Aufklärung ja mal bei den Förstern anklopfen. Doch wo Akteneinsicht nehmen nach der allerjüngsten Forstreform (vom 1. 1. 2020), bei welcher der Staatsforstbetrieb (Forst BW) aus den (am 1. 1. 2005 neugebildeten) Kreisforstämtern ausgegliedert wurde, nunmehr als Anstalt öffentlichen Rechts (AÖR)? Immerhin ist zu erfahren, dass mittlerweile das Amt in St. Blasien für den Scheffheu zuständig ist – für diesen seinen jetzt abgelegensten, fernöstlichsten Staatswalddistrikt. Was freilich vermuten lässt, dass Karten- und Forsteinrichtungsunterlagen noch unausgepackt in Umzugskartons schlummern. Umso erfreulicher ist die Auskunft des Donaueschinger Kreisforstamtsleiters Frieder Dinkelaker, wonach er sich selbst – was für ein Glücksfall! – anno 1990 im Rahmen seiner forstwissenschaftlichen Diplomarbeit¹ intensiv auch mit diesem Tannenwald beschäftigt hat. So entpuppt sich der Scheffheu, das aus Liaskalken gebildete Plateau mit den übersteilen, rutsch- und bergsturzgefährdeten Flanken, als bis unlängst noch im Eigentum des Donaueschinger Fürstenhauses befindlicher Wald, der 1987 an das Land veräußert worden ist.

¹ Dinkelaker, F.: Zur Problematik des Buchen-Anteils im Schwarzwald. Die Vorstellungen von Forstrat Gebhard über den Buchen-Anteil in ausgewählten Beständen im Jahr 1855 im Vergleich zur tatsächlichen Entwicklung. Diplomarbeit der Forstwissenschaftl. Fakultät der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, vorgelegt im April 1990.

Carl Gebhard (1800 – 1874) indessen, einstiger Chef der F. F. Forstverwaltung, war zugleich Präsident des Forstlichen Vereins im badischen Oberlande, des heutigen baden-württembergischen Forstvereins. Und zu dessen Donaueschinger Jahrestagung am 21. August 1855 hat er einen denkwürdigen Vortrag über die Behandlung der Buche gehalten; seine steilen Thesen haben auch ausgangs des 20. Jahrhunderts noch immer als Vorlage für eine forstwissenschaftliche Diplomarbeit getaucht.

Zur Untermauerung seiner Handlungsanleitung hatte der prominente Vortragende in den F. F. Wäldern zwischen Feldberg und Randen fünf Beispiele ausgewählt, darunter auch den Scheffheu. Carl Gebhard war, man kann es nicht anders sehen, wahrlich kein Freund der Buche, befürchtete er doch, die Laubbaumart könne auch östlich des Schwarzwald-Hauptkammes das weitaus profitablere Nadelholz allzu heftig bedrängen, wenn nicht sogar verdrängen. Speziell östlich einer Linie vom Kilben (im Simonswäldertal) bis Blasiwald (zw. Schluchsee und St. Blasien) verdiene die Buche „nicht nur keine Berücksichtigung, sondern es wird ihre Bekämpfung mindestens bis zu einem spärlichen Eingesprengtsein in die Nadelholzbestände wirtschaftlich gerechtfertigt sein“, so sein Credo. Wo ihm doch nicht einmal die Brennholznutzung der Buche sonderlich empfehlenswert erschien – selbst auf der wintrig-rauen Baar, dem „badischen Sibirien“: „Es sind mir schon Fälle vorgekommen, wo mein Zureden zur versuchsweisen Verwendung von Buchenbrennholz mit der gewiß eigentümlichen Entgegnung beseitigt wurde, das Zurichten für Herd und Ofen veranlasse zuviel Zeit, Mühe und Kostenaufwand.“ An anderer Stelle wurde er in seiner Buchen-Phobie noch deutlicher: „Bei schon in Betrieb stehenden Flächen ist es nicht nur Aufgabe, das Buchen-Oberholz vorzugsweise nachzuhauen, sondern gleichzeitig den etwa schon vorhandenen Buchaufschlag [Buchenjungwuchs] zwischen dem Nadelholzanflug in gleicher Weise abräumen zu lassen, wie dies bezüglich anderer – es sei mir zu sagen erlaubt – Forstunkräuter geschieht, denn die Buche ist auf unserem Walde diesem wirklich gleich zu setzen.“ Womit er freilich auch einigen Widerspruch unter seinen Kollegen geerntet hat. Das Fürstlich Fürstenbergische Kürzel F. F. dürfte in Forstkreisen spätestens seit diesem Vortrag für Fichte-Fichte gestanden haben. Dass naturnahe Bergmischwälder sich durch ein säkulares, fruchtwechelartiges Pendeln zwischen laub- und nadelbaumreichen Phasen auszuzeichnen pflegen, scheint sich unter den Forstpraktikern des 19. Jahrhunderts noch nicht herumgesprochen zu haben.

Die Beispielsfläche auf dem Scheffheu-Plateau beschrieb Gebhard seinen Zuhörern vorneweg als nicht sehr geschützte, besonders dem Südwestwind ausgesetzte Lage „mit sehr tiefgründigem, ungewöhnlich humosem, mergeligem Kalkboden“. Die ca. 150 Morgen umfassende Waldfläche sei „bis in die Gegenwart herein vorherrschend mit Fichten und Weißtannen von ganz ausgezeichnetem Wuchse und besonders hervorragender Stärke und Länge unter Beimischung von Buchen bestockt.“ Seit 20 Jahren liege die Fläche nun in Verjüngung, so stellte er ihren Istzustand dar, „und es wird sich im jungen Walde ohne besonders erhebliche Gegenmaßregeln die Buche zur herrschenden Holzart erheben, nicht nur in Absicht auf das Beigemischtseyn der Nadelhölzer, sondern sie ist entschieden auf dem Wege, diese auf größeren Flächenanteilen in einem Alter von 10 – 25 Jahren zu überwachsen und gänzlich zu verdrängen.“ Zwar hatten Tannen und Fichten durch natürliche Ansamung bereits für Nachwuchs gesorgt, doch diesem drohe, so Gebhards Einschätzung, die Gefahr, von Buchenjungwuchs (sprich: von buchenem „Unkraut“) heillos überwachsen zu werden.



Wird die Buchenverjüngung sich gegen Tanne und Fichte durchsetzen? (Foto: W. Hockenjos)

Womit er sich indes getäuscht haben sollte, so gut er sich ansonsten mit der Örtlichkeit, mit Standorteigenschaften und Wuchsverhältnissen ausgekannt haben mag. Dass sich im Scheffheu jene von ihm ausgewählte Teilfläche, entgegen seiner Prognose, bis heute nicht in eine Buchenhölle verwandelt, sondern, ganz im Gegenteil, zu einem prachtvollen Tannenmischwald entwickelt hat, scheint er kaum für möglich gehalten zu haben – bei allen forstlichen „Gegenmaßregeln“. Wie sich das Baumartenverhältnis seither von Jahrzehnt zu Jahrzehnt weiterentwickelt hat und weshalb sich die Weißtannen und Fichten, nicht aber die Buchen letztlich durchgesetzt haben, ist in den Akten leider nicht durchgängig dokumentiert, obwohl auch im F. F. Großprivatwald ein Taxator (Forsteinrichter) in zehnjährigem Turnus den Waldzustand zu beschreiben und die Planung für das nächstfolgende Jahrzehnt festzulegen hatte. Denn leider ist das Donaueschinger F. F. Forstamtsgebäude, wie in der Diplomarbeit bedauernd festgehalten wird, ausgangs des Zweiten Weltkriegs mitsamt den Forsteinrichtungsakten ausgebombt worden.

Im Nachhinein hat sich immerhin gezeigt, dass Carl Gebhard eine wichtige Weichenstellung jener Jahre übersehen zu haben scheint: Dass nämlich während der 1848er Revolution die Bauern freie Büchse hatten und ein paar Jahre lang dem Rehwild dermaßen zugesetzt haben, dass die so verbissemppfindliche Weißtanne sich prächtig verjüngen konnte. Für sie war das revolutionäre Treiben buchstäblich ein Segen, anders hätte sie angesichts des jagdfeudalistischen Rehwildbestands, wie er in den F. F. Wäldern vor der Revolution und alsbald auch danach wieder üblich war, im Scheffheu wohl kaum überlebt. In den Wirren der Revolutionsjahre war das Wild, wie der F. F. Jagdchronist Kurt Stephani² schreibt, „eine Zeitlang buchstäblich vogelfrei, und die Bevölkerung machte sich dies zunutze, indem jeder,

der ein Gewehr und einen Hund besaß, loszog, wohin er lustig war, und das Wild zusammenknallte, soviel er bekommen konnte.“ Zuvor schon hatten die Klagen über Wildschäden so überhandgenommen, dass auch im Fürstenbergischen die Analyse des Schriftstellers, Journalisten und Kulturhistorikers Wilhelm Heinrich Riehl (1823 - 1897) zutreffend erscheint, geäußert 1850 in seiner Schrift *Land und Leute*: „Wer bereitete eigentlich die Revolution vor? Die Hirsche und Rehe taten es, welche nachts in den Kornfeldern weideten; sie waren die eigentlichen Demagogen, die Aufreizer zum Mißvergnügen, sie waren es, die dem armen Bauersmann die ersten liberalen Ideen einpflanzten.“ Die Hirsche allerdings hatte Fürst Joseph Wenzel im Fürstenbergischen bereits im Jahr 1781 nahezu ausgerottet, als er sie, um den immer vehementeren Klagen seiner Untertanen abzuweichen, in mehrtägiger Treibjagd mit Hilfe von 7.488 zur Jagdfron verpflichteten Bauern in ein 2.000 ha großes Gatter im Tal von Bachzimmern, in seinen Thiergarten, treiben ließ – 211 an der Zahl. Umso mehr wurde danach das Rehwild, „der kleine Hirsch“, gehätschelt und gehegt³. Was vor allem zu Lasten der Weißtannen ging in den fürstlichen Wäldern. „Das Rehwild“, so hatte schon im Jahr 1833 das Mitglied der obersten Forstbehörde in Baden, der Forstwissenschaftler C. P. Laurop in seinem Lehrbuch *Grundsätze des Forstschutzes* gewarnt, „ist das schädlichste für die Waldungen, dessen Daseyn mit der Kultur eines Waldes gar nicht vereinbar ist.“ Die Revolution hatte für die Weißtannen, die auch schon im Keimlingsalter vom Rehwild abgeäst zu werden pflegen, ein schmales Zeitfenster geöffnet, wie dies dann im 20. Jahrhundert in den von Hunger geprägten Nachkriegsjahren bisweilen auch anderswo noch in ähnlicher Weise erfolgt ist.

Was den weiteren Fortgang der Bestandsgeschichte anbetrifft, so konnte der Diplomand Dinkelaker umstände halber erst wieder auf die Nachkriegsinventur des Jahres 1950 zurückgreifen. Von dem von Carl Gebhard beschriebenen Bestand waren da gerade noch 36 ha übriggeblieben, seine Naturverjüngung von 1855 hatte unterdessen ein Alter von 95 – 100 Jahren erreicht und wies – bemerkenswerter Weise – noch immer einen Weißtannenanteil von bis zu 75 Prozent auf. Bis zum Jahr 1983, der letzten F. F. Forsteinrichtung, war die Fläche freilich auf nur mehr ca. 10 ha zusammengeschrumpft, deren Bestandesalter inzwischen auf ca. 130 Jahre angestiegen war. Dass die Rehwildjagd nach wie vor einen hohen Stellenwert besaß, spiegelt sich bis heute in den zahlreichen Kanzeln längs Wegen und Maschinengassen wider. Wie sich der damals zuständige Donaueschinger Forstamtsleiter auf Nachfrage erinnert⁴, ist die Rehwildstrecke nach der Übernahme des Scheffheus in staatliche Regie vervier- bis verfünffacht worden, was sich alsbald auch in Tannenverjüngung ausgezahlt habe.

Und doch: Stünde Carl Gebhard im heutigen Staatswalddistrikt Scheffheu erneut vor dem um ein weiteres halbes Jahrhundert gealterten Tannenbestand, würde er sich womöglich in seiner Buchenthese bestätigt fühlen. Denn unter dem Dach der Alttannen hat sich – anders als nach den Revolutionsjahren – wieder eine Buchenzwischen- und –unterschicht breit gemacht. Wohingegen der Tannennachwuchs weithin fehlt, wie er im „Mehrgenerationenhaus“ der Bergmischwälder dank der Schattentoleranz von Tannen und Buchen erwartet werden darf; lediglich an den Wegrändern und ausstrahlend in die Nachbarbestände hat die Tanne seitdem etwas Fuß fassen können – die Gipfelknospen sorgfältig geschützt vor Verbiss. Was keinen andern Schluss zulässt, als dass der Rehwildbestand sich – wie schon nach dem Aderlass der Revolution – rasch wieder erholt haben muss. Damals hatte das Fürstenhaus die allgemeine und regelmäßige Winterfütterung eingeführt, und auch das Reichsjagdgesetz von Reichsjägermeister Hermann Göring wie schließlich Bundes- und

Länderjagdgesetze wichen kaum mehr ab von derlei wald- und wildökologisch abwegigen Hegevorstellungen. Umgeben von enorm wildreichen verpachteten Jagden, muss der Reduktionsabschluss auf der staatlichen Regiejagd bald wieder ziemlich verpufft sein.

Wie wird es also weitergehen, wird es doch noch zu einer „angepassten“ Rehwildpopulation kommen, die – wie zuletzt anno 1848 – eine weitere Welle von Tannennachwuchs ermöglichen wird? Wird das Jagd- und Wildtiermanagementgesetz (JWMG) von 2014 vielleicht die Wende bringen? Oder braucht es als jagdliche Helfershelfer erst wieder die großen Beutegreifer Luchs und Wolf? Sollten künftige Förstergeneration darauf verzichten, in Gebhardscher Manier das „Buchen-Unkraut“ zu vernichten, so wird sich unterm Buchenschleier gewiss auch wieder die Tanne ansamen. Ein Teil davon sollte dann nach oben durchstarten dürfen, gern auch dank forstlicher Nachhilfe („Mischwuchsregulierung“). Ein anderer Teil jedoch muss vorerst als künftiger Tannenunter- und -zwischenstand unter der Buche zurückbleiben; der sollte als stille Reserve und Rückversicherung für später überdauern dürfen, ganz so, wie es sich für die Vertikalstruktur naturnaher Bergmischwälder nun einmal gehört. Wo doch ein (dem dornröschenhaften „Schattenschlaf“ zu verdankender) engringiger Kern der sog. „Tannenvorwüchse“ Garant ist für Langlebigkeit und Wertholztauglichkeit der Stämme.

Man wünschte sich freilich, Carl Gebhards Altholzrest bliebe der Region als museales Relikt dauerhaft erhalten – als Waldrefugium (gem. „Alt- und Totholzkonzept“) und Lehrbeispiel, wenn schon (mangels Flächengröße) nicht als Bannwald und Totalreservat. An nachlassender Vitalität der Tannengreise sollte die Unterschutzstellung nicht scheitern, schon gar nicht „an der Buche in ihrem Rechte“ (Carl Gebhard, 1855). Lassen wir dafür seinem Zeitgenossen, dem Dichter und F.F. Hofbibliothekar Joseph Victor von Scheffel, das letzte Wort:

*Seid gegrüßt mir, alte Tannen,
Die ihr oft in eurem Schatten
Mich, den Müden, aufgenommen!
In der Erde Schoß die Wurzeln,
Kraft aus jenen Tiefen schöpfend,
Deren Zugang uns verschlossen.
Und ihr meidet nicht des flücht'gen
Menschenkindes flüchtig Treiben,
Lächelnd nur – zur Weihnachtszierde
Schenkt ihr ihm die jungen Sprossen.
Auch in euren Stämmen lebt ein
Stolzes, selbstbewusstes Leben,
Harzig Blut zieht durch die Adern*

*Und es wogen die Gedanken
Schwer und langsam auf und nieder.
Oft sah ich die zähe, klare
Träne eurer Rind entquellen,
Wenn im Forst ein rauer Axthieb
Frevelnd die Genossin fällte.
Oft auch hört ich eurer Wipfel
Geisterhaft Zusammenflüstern,
Und es zog mir durch die Seel' ein
Süß geheimnisvolles Ahnen.*

JOSEPH VICTOR VON SCHEFFEL
aus: Trompeter von Säckingen 1854

² Stephani, K.: Geschichte der Jagd in den schwäbischen Gebieten der fürstenbergischen Standesherrschaft. Hg. Verein für Geschichte und Naturgeschichte der Baar 1938.

³ Hockenjos, W.: Von edler Jagdbarkeit und Fürstenlust. In: Unterhölzer. Liebeserklärung an einen alten Wald. Morys Hofbuchhandlung, Donaueschingen 2018.

⁴ Mündliche Mitteilung von FDir. i. R. Dr. Ekkehard Köllner.

Die Auswirkung des Klimawandels auf die Vorkommen des badischen Riesenregenwurms *Lumbricus badensis*

ANGELIKA KOBEL-LAMPARSKI, SABINE REBSTOCK & FRANZ LAMPARSKI

L. badensis ist aufgrund seiner Größe und Lebensweise sehr auf Feuchtigkeit angewiesen. Dies zeigt sich auch an seiner Verbreitung im Südschwarzwald. Seine Ansprüche werden verständlich, wenn man das Areal seiner Stammart *Lumbricus friendi* betrachtet, denn *L. friendi* hat seine Hauptverbreitung in Nordwestspanien und den atlantisch getönten Bereichen in Frankreich. Eine Zusammenfassung von Biologie, Lebensweise, Artentstehung sowie Verbreitungskarten von *L. badensis* findet sich im Feldbergbuch (A. KOBEL-LAMPARSKI & F. LAMPARSKI 2018).

L. badensis hat den Vorteil, daß man schon von der Bodenoberfläche aus, eindeutig anhand seiner Baue erkennen kann, ob diese Art an einem Standort vorkommt (LAMPARSKI 1985). Übersichtsbegehungen im Südwestbereich des Areals von *L. badensis* in den letzten Jahren wiesen auf einen Rückgang des Regenwurmeinflusses auf die Bodenoberfläche in Wäldern



Das Bild zeigt einen juvenilen Badischen Riesenregenwurm, bei dem besonders gut der Farbgradient, die typische Pigmentierung tiefgrabender Regenwürmer, zu sehen ist. Sein Vorderende, mit dem er den Boden verläßt, zeigt eine dunkle Schutzfärbung gegen UV-Strahlung und Freßfeinde. Das im schützenden Boden verbleibende Hinterende ist dagegen unpigmentiert. (Foto: A. Kobel-Lamparski)

hin. Dies führte uns zu der Frage: Wie übersteht *L. badensis* die trocken-heißen Jahre der letzten Zeit? Eine Voruntersuchung in den Gebieten Toter Mann und Sirnitz ergab so eindeutige Ergebnisse, daß wir uns entschlossen, eine Kurzm Mitteilung zu verfassen.

Der Tote Mann liegt in der Nähe der Nordgrenze des *L. badensis*-Areal. Hier war 2021 die *L. badensis*-Dichte im Vergleich zu unserer Kartierung aus den frühen 1980er Jahren zurückgegangen, in der Umgebung von quelligen Bereichen war sie dagegen unverändert. Eine weitere Untersuchung erfolgte im Gebiet der Sirnitz, mit Absicht nach starken Niederschlägen im Juli 2021, also bei feuchten Bodenverhältnissen. Das Gebiet Sirnitz-Köhlgarten-Belchen zählt zu den Zentralgebieten des Vorkommens von *L. badensis*. Hier zeigte es sich, daß die Anzahl der bewohnten *L. badensis*-Baue auf dem früheren Niveau lag. Die Zahl der Jungtiere war aber erheblich zurückgegangen. In den 1980er Jahren konnte man fast unter jedem auf dem Boden liegenden Baumstamm, Ast oder Rinde, ohne lange zu suchen, Jungtiere finden. Bei unserer Aktion im Sommer 2021 belief sich unsere Ausbeute auf nur 3 Jungtiere trotz intensiver Suche über den ganzen Tag. Gleichzeitig wurden im Gegensatz zu den 80er Jahren nur sehr wenige Käfer der Gattung *Carabus* gefunden, auch ihre Larven waren sehr selten.

Zusammenfassend läßt sich sagen, dass sich trocken-heißen Jahre gravierend auf das Überleben der Jungtiere auswirkt, da diese epigäisch d.h. auf oder nahe der Bodenoberfläche leben. Gleiches gilt für die großen *Carabus*-arten (z.B. *C. nemoralis*, *C. auronitens*) zu deren Beute die juvenilen *L. badensis* gehören. Die adulten Regenwürmer überstehen die trocken-heißen Jahre dank ihrer bis 2,5 m tief reichenden Wohnröhre im Augenblick noch mehr oder weniger unbeschadet. Sollten solche Bedingungen über längere Zeit andauern, dann dürften sich die *L. badensis*-Vorkommen auf quellige Bereiche des Südschwarzwaldes beschränken, so wie es sich 2020 im Gebiet des Toten Mannes beobachten ließ, und wie es bei der Arealkartierung in den frühen 1980er Jahren für den Ostrand des Verbreitungsgebietes typisch war. Dort gab es keine scharfe Grenze, sondern die *L. badensis*-Verbreitung löste sich in Flecken auf oder besser gesagt, das Auftreten von *L. badensis* beschränkte sich auf Bereiche mit besserer Wasserversorgung.

F. LAMPARSKI 1985: Der Einfluß der Regenwurmart *Lumbricus badensis* auf Waldböden im Südschwarzwald. Freiburger bodenkundliche Abhandlungen Heft 15 S.206.

A. KOBEL-LAMPARSKI & F. LAMPARSKI 2012: Der badische Riesenregenwurm *Lumbricus badensis*. S.307-318 in: Regierungspräsidium Freiburg Hrg.: Der Feldberg. Subalpine Insel im Südschwarzwald, Jan Thorbecke Verlag 248 S.



Die fachkundigen Exkursionsleiter unterhalb der Schrattenfluh: Albert Reif (links) und Franz Portmann (rechts).
(Foto: G. Süßbier)

Doppelexkursion in das Biosphärengebiet Entlebuch (CH)

GERD SÜSSBIER

Der Andrang war groß: Gleich zwei zweieinhalbtägige Botanik-Exkursionen hintereinander hat der BLNN im Juni 2021 im Schweizer Entlebuch ausgerichtet, denn der Kreis der Interessierten war mit über 40 Personen im Rahmen einer Exkursion alleine nicht zu bewältigen. Exkursionsleiter waren der Autor, Standortskundler und ehemalige Lehrer Franz Portmann aus dem Entlebuch sowie Prof. Albert Reif vom BLNN.

Ausgangspunkt der Wanderungen war der Gasthof Salwideli unweit des Talorts Sörenberg im Kanton Luzern. Seit 2001 ist die Region Entlebuch ein UNESCO-Biosphärenreservat und damit das älteste der Schweiz. Die wirtschaftlich vergleichsweise schwache Region mit ihren 17000 Einwohnern sah in der UNESCO-Anerkennung vor allem eine Chance für eine nachhaltige Regionalentwicklung. Denn rund ein Viertel der Fläche wird von Mooren eingenommen, die seit der Rothenthurm-Initiative 1987 in der Schweiz einen besonderen Schutz genießen. Die Biosphäreninitiative erreichte bei den kommunalen Abstimmungen im Jahr 2000 einen sensationellen Zuspruch von 94 Prozent bei der Bevölkerung. Heute bilden der Tourismus, die 800 Agrarbetriebe und rund 500 Regionalprodukte – die über die Biosphäre unterstützt werden – den wirtschaftlichen Sockel der Talschaft.

Die Exkursionen konnten nur einen kleinen Teil der fast 400 Quadratkilometer großen Gebietsfläche erschließen und konzentrierten sich auf die Mittellagen zwischen 1300 und



Der Blick vom Briener Rothorn (l.) blieb den Teilnehmern der ersten Gruppe wegen dichter Wolken verwehrt. Dagegen sahen alle die vielen Exemplare der Großen Händelwurz (r.), die massenhaft die Niedermoore besiedelt. (Fotos: C. Bausch, links, F. Portmann, rechts)

1500 Meter ü. NN. Die Wege verliefen überwiegend im Kalk und Flysch, einem Sedimentgestein aus Sandstein und Schiefer, der zu wasserundurchlässigen Tonen und Mergeln verwittert. Dies sorgt in Verbindung mit Jahresniederschlägen von über 1700 Millimetern für die Bildung ausgedehnter Niederungs-, Zwischen- und Hochmoore sowie Feuchtwiesen und Moorwälder. Ganz anders die Welt des Kalks, dessen Schönheit sich an der Südseite der Schrattenflue zeigte. Chemische Verwitterungsprozesse führen hier zu den vielfältigsten

Hochmoore

Rundblättriger Sonnentau (*Drosera rotundifolia*)
 Breitblättriger Sonnentau (*Drosera x obovata*)
 Armblütige Segge (*Carex pauciflora*)
 Rosmarinheide (*Andromeda polifolia*)
 Fieberklee (*Menyanthes trifoliata*)
 Gemeine Moosbeere (*Vaccinium oxycoccos*)
 Kleinfrüchtige Moosbeere (*Vaccinium microcarpum*)
 Moor-Bärlapp (*Lycopodiella inundata*)

Flachmoore und Feuchtwiesen

Alpenhelm (*Bartsia alpina*)
 Breitblättriges Knabenkraut (*Dactylorhiza majalis*)
 Fuchs Knabenkraut (*Dactylorhiza fuchsii*)
 Große Händelwurz (*Gymnadenia conopsea*)
 Herzblättrige Kugelblume (*Globularia cordifolia*)
 Davalls Segge (*Carex davalliana*)



Zweimal klein: Während die Kleinfrüchtige Moosbeere (l.) in einigen Hochmooren des Entlebuch ihren einzigen Standort im Kanton Luzern hat, versteckt sich das Kleine Zweiblatt unter Heidel- und Rauschbeeren der Moorwälder. (Fotos: G. Süssbier)

Gemeine Liliensimse (*Tofieldia calyculata*)

Gemeines Fettkraut (*Pinguicula vulgaris*)

Sumpf-Läusekraut (*Pedicularis palustris*)

Wald-Läusekraut (*Pedicularis sylvatica*)

Torfmoos-Bergföhrenwälder und Torfmoos-Fichtenwald

Bergföhre (*Pinus mugo* ssp. *uncinata*)

Kleines Zweiblatt (*Listera cordata*)

Hier wies uns Franz Portmann auf parallel verlaufende Ringe an den Moor-Kiefernstämmen hin. Urheber ist der Dreizehenspecht, der die Kiefern ringelt, um an den zuckerhaltigen Rindensaft zu gelangen.

Alpenrosen-Bergföhrenwald, Kalksteinrasen und Felsfluren

Rostblättrige Alpenrose (*Rhododendron ferrugineum*)

Leberbalsam (*Erinus alpinus*)

Silberwurz (*Dryas octopetala*)

Clusius Enzian (*Gentiana clusii*)

Zwergbuchs (*Polygala chamaebuxus*)

Wer das Entlebuch besuchen will, sei auf den sehr nützlichen Exkursionsführer von Franz Portmann hingewiesen: „Botanische Wanderungen in der UNESCO Biosphäre Entlebuch“ (220 S., Haupt Verlag, Bern) mit rund 20 Wandervorschlägen und detaillierten Standort- und Arteninformationen. Wer tiefer einsteigen will greife zu einer weiteren Portmann-Publikation: „Die Pflanzenwelt der UNESCO Biosphäre Entlebuch“ (900 S., ebenfalls Haupt Verlag, Bern).

Ein frühes fotografisches Dokument aus der Geschichte des Badischen Botanischen Vereins

VOLKMAR WIRTH

Im Jahre 1895 leitete Kreisspitalarzt Dr. J. A. Schatz (1856–1912), ein renommiertes Mitglied des Badischen Botanischen Vereins, des heutigen Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz, die jährliche Pfingstexkursion. Sie fand vom 3. bis 5. Juni statt und führte zu den Halbtrockenrasen bei Geisingen bei Immendingen und zum Donaudurchbruch zwischen Fridingen und Sigmaringen. Dies war insbesondere für die Mitglieder, die aus der Freiburger und Karlsruher Gegend kamen, ein botanisch und landschaftlich sehr attraktives, schon länger anvisiertes Ziel. Mit Dr. Schatz, der in Geisingen wohnte, war ein profunder Kenner dieser artenreichen Gegend gewonnen worden (ZAHN 1912). Über diese Exkursion gibt es in den Mitteilungen des Vereins einen recht ausführlichen Bericht, aus dem hervorgeht, mit welcher Entdeckerfreude damals die Funde von seltenen Pflanzen begrüßt und kommentiert wurden, aber auch mit wie wenig Skrupel die aufgefundenen Exemplare in die Botanisiertrommel wanderten (OLTMANN 1895).

Man ist geneigt anzunehmen, dass damals das jährliche Angebot einer attraktiven Exkursion eine größere Zahl von Interessenten anzog, zumal ein Besuch solch weiter entfernter Ziele wohl eher nicht selbstverständlich gewesen sein dürfte. Das scheint jedoch eher nicht der Fall gewesen zu sein. Für die Pfingstexkursion 1894 ins Elsass werden 17 Teilnehmer erwähnt. Für 1895 wird keine Zahl genannt – es hat den Anschein, dass es weniger waren, denn der Bericht endet mit der Aufforderung und Hoffnung, dass die nächste Pfingstexkursion mehr Zuspruch finde. Vielleicht waren Dauer und Aufwand für die zweimalige Übernachtung einer stärkeren Beteiligung abträglich. Genannt werden nur fünf prominentere Mitglieder: Neben Schatz als Führer und Oltmanns (dem späteren Universitätsprofessor und Verfasser des Pflanzenlebens des Schwarzwaldes, 1860–1945) als Verfasser wird Seminar-



Abb. 1 (Bildausschnitt): Die Teilnehmer der Pfingstexkursion von 1895 in das Donautal, hier auf Burg Werenwag versammelt, die aktiven unter ihnen mit Botanisiertrommel. Mit einiger Vorsicht wird hier A. Kneucker (2. von links) und Prof. F. Oltmanns (ganz rechts) identifiziert. Vielleicht können Leser weitere Personen benennen.

direktor Leutz (1830–1910) aus Karlsruhe als Fotograf erwähnt, ferner der „gestrenge Herr Präsident“, bei dem es sich wohl um Joseph Neuberger (1854–1924), den späteren Autor der Exkursionsflora von Freiburg handelt, welcher erst kurz zuvor die Nachfolge von Goll, dem ersten Präsidenten des Vereins, angetreten hatte. Anton Prestele, Rektor der Ackerbau- und landwirtschaftlichen Winterschule (30.4.1841–18.3.1900) und Apotheker Pfaff (Lebensdaten nicht ermittelt), beide aus Sigmaringen, stießen am 4. Juni als weitere lokale Führer dazu und wanderten mit den Teilnehmern vom Tal zur Burg Werenwag.

In den Jahrgängen der Mitteilungen jener Jahre finden sich keine Fotos, weder von Pflanzen noch von Personen, Bio- und Geotopen oder Landschaften. Es war noch die Zeit des Holzstichs als Mittel zur Illustration. Der Abdruck von Fotos in Form von Autotypen steckte noch in den Kinderschuhen und war seinerzeit noch zu kostenaufwendig. So blieb auch der Exkursionsbericht bilderlos. Es ist allerdings ein Original-Fotoabzug von den Teilnehmern jener Exkursion erhalten. Ich kam auf folgende Weise zu dem kleinen Dokument.

Schon als Schüler war ich begeistertes Mitglied des Landesvereins. Mit großer Freude wurde jedes Heft begrüßt, und es entstand bald der Wunsch, die Jahrgänge „rückwärts“ zu vervollständigen. Bei dem damaligen, in Freiburg führenden Antiquariat Albert in der Kaiser-Joseph-Straße wurde ich zu meiner großen Freude fündig, was die ersten Jahrgänge anging – eine absolute Rarität angesichts einer sicher sehr kleinen Auflage. Das Antiquariat hatte die ersten Jahrgänge in fünf Halblederbänden im Angebot, und zwar gleich zweimal. Wie sich herausstellte, stammten die Bände aus dem Besitz von zwei Vereinsmitgliedern dieser Zeit: Dr. Joseph Winter, Medizinalrat in Offenburg (1846–1909, siehe BAUR 1909), und von Dr. Schatz, Donaueschingen. Ich hatte mich für das letztere Set entschieden, durfte aber einen Brief mit zwei Fotos, die sich in einem Band aus dem Winterschen Besitz befanden, mitnehmen.

Der Brief, datiert vom 13. Juli 1895, ist an Dr. Winter in Offenburg gerichtet und von Leutz verfasst. Leutz (KNEUCKER 1911) berichtet von der Pfingstexkursion und bedauert, dass er bei der Rückreise beim einstündigen Aufenthalt in Offenburg Dr. Winter nicht hätte aufsuchen können. Zur Illustration hatte er zwei Fotos beigelegt, von denen das eine die Burg Werenwag, das andere die Exkursionsgruppe zeigt – wie in dem Bericht von Oltmanns dokumentiert: „... und nachdem wir die Aussicht ins Donauthal von dort oben herab hinreichend bewundert hatten, auch von Herrn Leutz photographiert waren, giengs in raschem Tempo

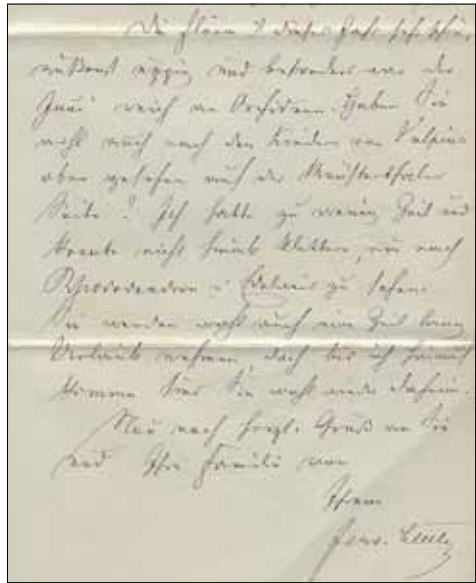


Abb. 2: Schluss des Briefes von Ferdinand Leutz an Dr. Joseph Winter in Offenburg, mit Bemerkungen zur angesalbten Flora am Belchen.

... gen Hausen im Thal, wo ein einfaches aber gutes Mittagessen im Steinhaus unserer wartete ...“.

Entsprechend dem Exkursionsbericht „müsste“ das Foto unter anderen Oltmanns (wohl ganz rechts), Neuberger, Prechtle und Pfaff zeigen. Ob Schatz nach seiner Führungsarbeit am Vortag noch von der Partie war, geht aus dem Bericht nicht hervor. Konterfeit dürfte auch A. Kneucker (1862–1946) sein, Seminarlehrer aus Karlsruhe und später langjähriger Kustos am Karlsruher Naturkundemuseum und Ehrenmitglied des Vereins. Er ist zwar nicht im Exkursionsbericht, aber im Brief an Dr. Winter als Teilnehmer erwähnt. Er war zum Zeitpunkt der Exkursion 33 Jahre alt (BÜRGELIN 1943), muss sich also unter den Jüngeren befinden; ein Foto (BÜRGELIN 1937) macht es wahrscheinlich, dass es sich um den dritten stehenden Mann von links handelt. Da Prechtle und Pfaff als Tagesführer fungierten und erst gegen die Mittagszeit zur Truppe stießen, dürften sich die beiden in der Dreiergruppe respektabler Herren vor dem Torbogen befinden, die auf zünftige Exkursionskleidung verzichten konnten, zum Teil gar mit Krawatte erschienen. Fotos der beiden Sigmaringer sind im Sigmaringer Staatsarchiv nicht vorhanden.

Dr. Winter, dem wir letzten Endes den Erhalt des Briefes von Leutz verdanken, war Gründungsmitglied des Badischen Botanischen Vereins und verfasste in den frühen Jahren des Vereins mehrere Beiträge. Er war umfassend botanisch interessiert und beschäftigte sich auch mit Flechten und Moosen; über das Moosherbar berichtet FRIEDERICH (1963). Winter nahm nicht an der Exkursion teil. Es kann angenommen werden, dass ihm, dem Medizinalrat, dies aus beruflichen Gründen nicht möglich war. Rein physisch gab es offensichtlich keine Probleme, denn der Leutz-Brief geht auf einen Besuch des Belchen durch Winter ein. Dabei ist auch eine interessante Bemerkung zu den am Belchen durch Vulpius angesalbten Pflanzen enthalten: „Haben Sie auch nach den Kindern von Vulpius oben gesehen auf der Münsterthaler Seite? Ich hatte zu wenig Zeit und konnte nicht hinab klettern, um nach Rhododendron und Edelweis zu sehen“ (vgl. hierzu BUISSON 1893).

Dank geht an Prof. Dr. A. Bogenrieder, dem Stadtarchiv Achern und dem Staatsarchiv Sigmaringen für ihre Hilfen.

BAUR, W. (1909): Geh. Medizinalrat Dr. J. Winter. Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde 237–238: 294–296)

BÜRGELIN, H. (1937): Prof. Andreas Kneucker. Ein Lebensbild zu seinem 75. Geburtstag. Beiträge zur naturkundlichen Forschung in SW-Deutschland 2: 1–15.

BÜRGELIN, H. (1943): Prof. Andreas Kneucker zum Gedächtnis. Beiträge zur naturkundlichen Forschung in SW-Deutschland 8: 13–15.

BUISSON (1893): Friedrich Wilhelm Vulpius +. Mitteilungen des Badischen Botanischen Vereins 105: 41–44.

FRIEDERICH, K.-E. (1963): Dr. Winter's Herbar vom Landesverein erworben. Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz N.F. 8: 488–505.

KNEUCKER, A. (1911): Geheimer Hofrat Ferdinand Leutz +. Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde 254–255: 25–30.

OLTMANNs, (1895): Pfingst-Exkursion 1895. Mitteilungen des Badischen Botanischen Vereins 135: 318–322,

ZAHN, C. H. (1912): Dr. Josef Anton Schatz. Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde 269–271: 145–149.

In memoriam Helga und Kurt Rasbach

THOMAS COCH & ALBERT REIF

In Ehrfurcht gedenken wir unserer weitgehend unbemerkt verstorbenen Mitglieder Helga und Kurt Rasbach (Abb. 1, 2). Sie waren über 60 Jahre lang Mitglied im Badischen Landesverein für Naturkunde und Naturschutz. Helga (geb. 22.05.1924 in Wismar, gestorben am 29.07.2018) lebte zuletzt demenzerkrankt in einem Gundelfinger Pflegeheim, Kurt (geb. 15.09.1923 in Neuhausel, Westerwald, gestorben am 31.03.2019) bis zuletzt in der Wohnung im Glottertal. Sie haben die Ära der großen regionalen Buchveröffentlichungen im Naturschutz und in der Naturkunde geprägt wie kaum jemand anders. Sie haben zusammengearbeitet mit einer ganzen Dynastie von Professorinnen, Professoren und Fachwissenschaftlern der Biologie, Geografie, Geologie und Mineralogie. Und vor allem haben sie untereinander zusammengearbeitet, auf vielen Reisen und immer im Bestreben einer Dokumentation der Pflanzenwelt und vor allem der Farne. Dokumentiert haben sie diese durch eine große Anzahl gemeinsamer Publikationen in Kooperation mit den Taxonomen der damals führenden Farnwelt.

Helga Rasbach war Biologin und hatte sich auf die Taxonomie der Farne spezialisiert. Ihre Spezialität waren Neufunde von ungewöhnlichen Arten, sie hatte eine hervorragende „Nase“ für mögliche Fundorte, zahlreiche Neufunde von Farnarten in Mittel- und Südeuropa gehen darauf zurück. Zugleich besaß Helga Rasbach die systematischen Kenntnisse, Zweifelsfälle im Gelände anzusprechen und gründlich zu bearbeiten, insbesondere zytologisch im Hinblick auf die Chromosomenzahlen der Farnindividuen zu untersuchen.

Auf dieser Grundlage war sie in der Lage, neue Hybriden, Cytotypen und Unterarten von Farnen zu beschreiben und Hybriden zu erkennen. Auch stammen von ihr viele anonym gebliebene Beiträge, z.B. die Bearbeitung Bestimmungsschlüssels der Farne in Oberdorfer's Exkursionsflora. Helga war auch eine hervorragende botanische Zeichnerin – von der Zytologie (z.B. bei Farnen) bis zum Gesamthabitus (z.B. im frühen Orchideenband ihres Gatten). Von ihr stammt der denkwürdige Ausspruch „Farnsehen statt Fernsehen“ (mündl. Mitt., Helga Rasbach, 1987).

Dr. Kurt Rasbach stammt aus dem Westerwald. Er wuchs auf in „einfachen Verhältnissen“ und unter schwierigen Zeitumständen. Gerne erzählte er, wie er zu Fuß lange Schulwege zurücklegen musste und dies seinen Blick für die Naturphänomene schärfte. Aus dem Zweiten Weltkrieg mit einer Schussverletzung heimkehrend, studierte er in Heidelberg Medizin, wurde Arzt und – vielleicht noch wichtiger – professioneller Naturfotograf.

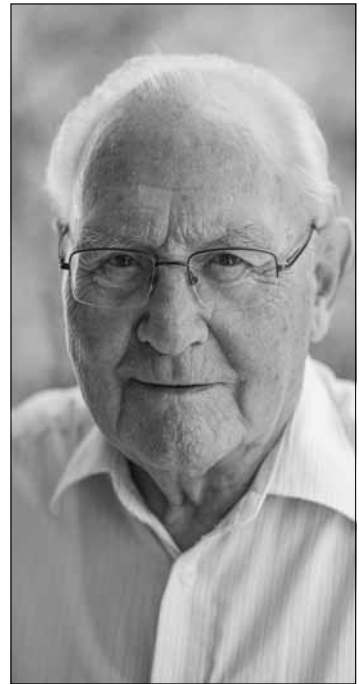
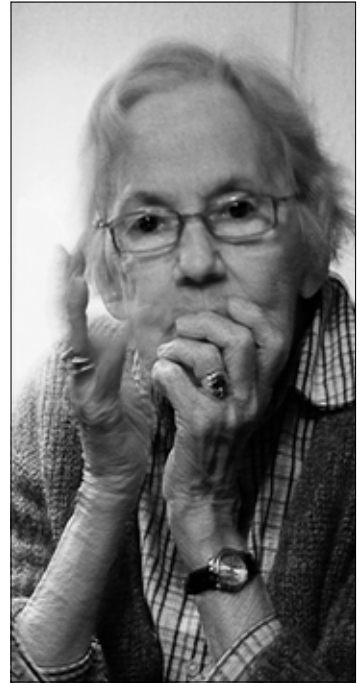
Nach einer Zwischenstation in Freudenstadt gelangte er 1960 ins Glottertal. Zum 1. Mai 1960 hatte die Landesversicherungsanstalt das dortige Kurhaus und das Sanatorium samt zugehörigen Wald- und Freiflächen übernommen. Unter der Leitung von Dr. Kurt Rasbach wurde die Kurklinik für die Behandlung von körperlichen Überforderungserscheinungen, neuro-vegetativen Störungen und Erschöpfungs- oder Versagenszuständen eingerichtet. Als 1986 die idyllisch gelegene Klinik als Drehort der Serie „Schwarzwaldklinik“ auserkoren wurde, ging Kurt Rasbach in den vorzeitigen Ruhestand, um sich den Trubel der Dreharbeiten zu ersparen. Während seiner gesamten medizinischen Laufbahn betätigte er sich intensiv als Natur- und

Landschaftsfotograf. Unter anderem durch den frühen Beitritt zum Badischen Landesverein für Naturkunde und Naturschutz unterstützt, pflegte das Ehepaar Rasbach vielfältige Kontakte zur Tübinger, Freiburger und Karlsruher Naturwissenschaftsszene. Vor allem bei geobotanischen Arbeiten unterstützten sie bereits auf der Ebene der Diplomarbeit Projekte von jungen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, die später Professorinnen und Professoren wurden. Auch hier bewährte sich das Ehepaar Rasbach als perfektes Team: Helga Rasbach bereitete die thematischen Anforderungen an eine Fotodokumentation der entsprechenden Fragestellungen und Ergebnisse präzise vor. Am Wochenende arbeiteten beide das aufgestellte Pensum ab – und Sonntagnacht wurden die Ergebnisse gemeinschaftlich in der eigenen Dunkelkammer produziert.

Als Naturfotograf hatte Dr. Kurt Rasbach die Gabe, ein ausdrucksstarkes Pflanzenporträt mit dem angestammten Lebensraum zu verbinden. Ein für seinen Ansatz bestimmendes Motto lautete: „Augengerecht fotografieren“. Hierunter verstand er die schwierige Aufgabe, den komplexen Weg der Aneignung von Sinneseindrücken in ein „stehendes Bild“ zu bannen. Seine besten Vegetationsfotografien zeigen sowohl die bestimmungsrelevanten Merkmale der Einzelpflanze wie ihren in der Landschaft eingebetteten Lebensraum und verkörpern damit den Vorgang von der Detailsicht zum Überblick in einer einzigen Aufnahme. In seiner Ehefrau fand er dabei stets den ersten und wichtigsten Redaktor. Diese enge Zusammenarbeit zwischen Fachautor(in), fachlicher Betreuung und fotografischer Realisierung auf höchstem technischem und ästhetischem Niveau ist bis heute Maßstäbe setzend.

So wurden beide gefragte ehrenamtliche Mitarbeiter bei zentralen Buchprojekten in unserer Region, in Baden-Württemberg, in Deutschland und im internationalen Raum. Die Schriftenreihe zu den wichtigsten Naturschutzgebieten der damaligen LfU Karlsruhe wäre ohne das Ehepaar Rasbach kaum vorstellbar. Für die ersten Auflagen des Bandes „Kaiserstuhl“ lag die Schriftleitung in den Händen beider. Das „Feldberg“-Buch aus der gleichen Reihe wurde redaktionell von beiden betreut und erhielt das komplette Bildmaterial aus ihren Händen.

Auch in den großen Artenschutzwerken der Landesanstalt spielten beide eine herausragende Rolle. In der achtbän-



Helga und Kurt Rasbach

digen Gefäßpflanzen-Flora, der Moos-Flora und der Flechten-Flora finden sich viele hundert Illustration von Helga und Kurt Rasbach. Für spezielle Aufgaben bei den Moosen und Flechten, für die Illustration eines Buchs von Gerold Hügin über die Frauenmantel-Arten sowie vor allem für das Werk über die Torfmoose von Arno Hölzer erschloss Kurt Rasbach fototechnische Grenzbereiche der Makrofotografie. Noch heute ein „Klassiker“ der Pflanzenfotografie ist das frühe großformatige Werk „Die Farne Mitteleuropas“ mit der jungen Otti Wilmanns als Fachautorin. Die Ästhetik der hier gezeigten Schwarz-Weiß-Abbildungen erinnert an das Jahrhundertwerk von Karl Blossfeldt.

Das letzte gemeinschaftlich gestemmte Großprojekt war die Ausgestaltung der 4. Auflage des Kaiserstuhlbuchs – publiziert 2009. Den zu dieser Zeit fast abgeschlossenen Wechsel von der analogen zur digitalen Fotografie vollzogen Helga und Kurt Rasbach nicht mehr, obschon ein lebhaftes Interesse bestand und fortwährend eine kritische Prüfung der neuen Möglichkeiten vorgenommen wurde.

Abbildungen waren für Helga und Kurt Rasbach nicht bloß Beiwerk oder Illustration, sondern im naturkundlichen Bereich eine Quelle erster Güte, die mehr über Wesen und Struktur eines Organismus beschreibt, als dies in Textform möglich wäre. Beide hinterließen noch viele Pläne für künftige Publikationen und ein Bildarchiv von ca. 400.000 Schwarzweiß-Negativen und Farbdias, welches derzeit für die weitere Verwendung aufbereitet wird.

Literatur

- BENNERT, H.W., PICHİ SHRMOLLI, R.E.G., RASBACH H., RASBACH, K., REICHSTEIN, T. (1989): *Asplenium x helii* Lusina, the valid name for the hybrids between *A. petrarchae* (Guérin) DC. and *A. trichomanes* L. (Aspleniaceae, Pteridophyta). II. Detailed description and illustrations. - *Webbia* 43 (2): 311-337, DOI: 10.1080/00837792.1989.10670458
- BENNERT, H.W., RASBACH, H., RASBACH, K., REICHSTEIN, T. (1988): *Asplenium* × *rosselloi* (= *A. balearicum* × *A. onopteris*; Aspleniaceae), a new fern hybrid from Menorca, Balearic Islands. – *Willdenowia* 17: 181-192.
- BENNERT, H.W., RASBACH H., RASBACH, K. (1990): *Asplenium petrarchae* (Guerin) DC. subsp. *bivallens* und *Asplenium x helii* nothosubsp. *calabraense* - Neufunde auf der Insel Mallorca. - *Farnblätter* 21: 15-26.
- BOUDRIE, M., RASBACH, H., RASBACH, K., VIANE, R. (2003). Nouvelles données cytologiques et nomenclatures sur les hybrides entre les fougères *Asplenium foreziense* et *Asplenium trichomanes*: *Asplenium* × *guichardii* Litard. et *Asplenium* × *pagesii* Litard. (Aspleniaceae, Pteridophyta). - *Acta botanica gallica* 150 (2): 195-211.
- HÖLZER, A., RASBACH, K. (2010). Die Torfmoose Südwestdeutschlands und der Nachbargebiete. 247 S., Weissdorn Verlag, Jena.
- ISLANDS, B., RASBACH, H., RASBACH, K. (1985): A new endemic fern hybrid from Mallorca. - *The Fern Gazette* 13 (3): 133.
- LOVIS, J. D., RASBACH, H., RASBACH, K., REICHSTEIN, T. (1977): *Asplenium azoricum* and other Ferns of the *A. trichomanes* Group from the Azores. - *Amer. Fern Journ.* 67 (3): 81-93.
- LOVIS, J.D., RASBACH, H., REICHSTEIN, T. (1989): *Asplenium trichomanes* L. nothosubsp. *melzeri* nothosubsp. nov. The triploid hybrid between *A. trichomanes* subsp. *inexpectans* and subsp. *quadrivalens*. - *Candollea* 44 (2): 543-553.
- LOVIS, J.D., RASBACH, H., REICHSTEIN, T. (1993): The chromosome number of *Anogramma leptophylla* (Adiantaceae, Pteridophyta) from New Zealand & South Africa. - *Fern Gaz.* 14 (5): 149-154.
- NARDI, E., RASBACH, H., REICHSTEIN, T. (1978): Identification of *Cheilanthes fragrans* var. *gennarii*

Fiori with *C. guanchica* Bolle and remarks on related taxa. - *Webbia* 33 (1): 1-18.

NARDI, E., RASBACH, H., REICHSTEIN, T. (1979): *Cheilanthes tinaei* Tod., an earlier name for *C. corsica* Reichstein et Vida, and related species in Sicily. - *Webbia* 33 (2): 449-156.

PERONI, A., PERONI, G., RASBACH, H., RASBACH, K., REICHSTEIN, T. (1991): *Dryopteris remota* (A. Braun) Druce in Italien. - *Farnblätter* 23: 1-13.

RASBACH, H., RASBACH, K. (1974): *Grammitis Jungermannioides* in the Azores. – *Fern Gaz.* 11: 49.

RASBACH, H., RASBACH, K., BENNERT, H.W. (1990): New records and new cytological results for the fern flora of Madeira. - *Fern Gaz* 13(7): 391-395.

RASBACH, H., RASBACH, K., JÉRÔME, C. (1993): Über das Vorkommen des Hautfarns *Trichomanes speciosum* (Hymenophyllaceae) in den Vogesen (Frankreich) und dem benachbarten Deutschland. - *Carolinea* 51: 51-52.

RASBACH, H., RASBACH, K., REICHSTEIN, T. (1969): Ergänzende Beobachtungen zu den neuen Funden der Serpentinfarne im insubrischen Gebiet. - *Bauhinia* 4 (1): 133-137.

RASBACH, H., RASBACH, K., REICHSTEIN, T. (1977): *Cheilanthes guanchica* Bolle in Europa. – *Ber. Dt. Bot. Ges.* 90: 527-530.

RASBACH, H., RASBACH, K., REICHSTEIN, T. (1982): *Cheilanthes tinaei* (Sinopteridaceae, Pteridophyta) in Madeira and Tenerife; *C. guanchica* in Madeira. – *Willdenowia* 12: 77-80.

RASBACH, H., RASBACH, K., REICHSTEIN, T., BENNERT, H.W. (1990): *Asplenium trichomanes* subsp. *coriaceifolium*, a new subspecies and two new intraspecific hybrids of the *A. trichomanes* complex (Aspleniaceae, Pteridophyta). I. Nomenclature and typification. - *Willdenowia* 19: 471-474.

RASBACH, H., RASBACH, K., REICHSTEIN, T., BENNERT, H.W. (1991): *Asplenium trichomanes* subsp. *coriaceifolium*, a new subspecies and two new intraspecific hybrids of the *A. trichomanes* complex (Aspleniaceae, Pteridophyta). II. Description and illustrations. With an appendix on pairing behaviour of chromosomes in fern hybrids. - *Willdenowia* 21: 239-261.

RASBACH, H., RASBACH, K., REICHSTEIN, T., SCHNELLER, J.J., VIDA, G. (1979): *Asplenium x lessinen-se* Vida et Reichstein in den Bayerischen Alpen und seine Fähigkeit zur spontanen Chromosomenverdoppelung. - *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 50: 23-27.

RASBACH, H., RASBACH, K., REICHSTEIN, T., SCHNELLER, J.J. (1982): Cytological examination of *Dryopteris villarii* (Bell.) Woynar ex Schinz et Thellung from the locus classicus (type locality). - *Botanica Helvetica* 92: 33-40.

RASBACH, H., RASBACH, K., REICHSTEIN, T., SCHNELLER, J.J. (1983): Tetraploide *Dryopteris x tavelii* Rothm. Im nördlichen Schwarzwald. - *Farnblätter* 10: 1-13.

RASBACH, H., RASBACH, K., REICHSTEIN, T., VIANE, R.L.L., BENNERT, H.W. (1990): *Asplenium obovatum* subsp. *obovatum* var. *protobillotii* and its hybrid with *Asplenium obovatum* subsp. *lanceolatum* in Spain (Aspleniaceae, Pteridophyta). - *Botanica Helvetica* 100 (1): 3-16.

RASBACH, H., RASBACH, K., REICHSTEIN, T., VIANE, R.L.L. (1992): The Status of *Asplenium eberlei* D. E. Meyer (Aspleniaceae, Pteridophyta). - *Fern Gaz.* 14 (4): 125-136.

RASBACH, H., RASBACH, K., VIANE, R. (1989): A new look at the fern described as *x Asplenoceterach badense* (Aspleniaceae, Pteridophyta). – *Willdenowia* 18: 483-496.

RASBACH, H., RASBACH, K., VIANE, R.L.L. (1994): *Asplenium chihuahuense* (Aspleniaceae, Pteridophyta), an allohexaploid species and the description of a simplified hybridization technique. - *Amer. Fern Journal* 84(1): 11 – 40.

RASBACH, H., REICHSTEIN, T. (1982): Four natural hybrids in the genus *Cheilanthes* (Sinopteridaceae, Pteridophyta). - *Webbia* 35 (2): 261-273.

RASBACH, H., REICHSTEIN, T. (1990): The Chromosome Number of *Anogramma leptophylla* (Adiantaceae, Pteridophyta) from Europe. - *Fern Gaz.* 13 (6): 341-348.

RASBACH, H., REICHSTEIN, T., SCHNELLER, J.J. (1983): Five further natural hybrids in the genus *Cheilanthes* Sw. (Sinopteridaceae, Pteridophyta). - *Webbia* 37 (1): 43-62.

RASBACH, H., REICHSTEIN, T., SCHNELLER, J. J. (1991): Hybrids and polyploidy in the genus *Athyrium* (Pteridophyta) in Europe. 2. Origin and description of two triploid hybrids and synthesis of allotetraploids. - *Botanica Helvetica* 101 (2): 209-225.

RASBACH, H., SCHNELLER, J.J., GIBBY, M., REICHSTEIN, T. (1986): *Asplenium cuneifolium* Viv. (diploid) from the type locality (Aspleniaceae, Pteridophyta) with an appendix on related plants from other places in south western and central Europe. - *Candollea* 41: 219-244.

RASBACH, K. (1958): Orchideen in Deutschland. Storman-Verlag, Hamburg, o.S.

RASBACH K., RASBACH, H., WILMANN, O. (1968): Die Farnpflanzen Zentraleuropas. Gestalt, Geschichte, Lebensraum. 304 S., Quelle & Meyer, Heidelberg

REICHSTEIN, T., VIANE, R., RASBACH H., SCHNELLER, J. (1994): *Asplenium adiantum-nigrum* L. subsp. *yuanum* (Ching) Viane, Rasbach, Reichstein & Schneller stat. nov., and the status of *A. woronowii* Christ (Aspleniaceae, Pteridophyta). - *Candollea* 49 (1): 281-328.

VIANE, R.L.L., RASBACH, H., RASBACH, K., REICHSTEIN, T. (1996): Observations on some ferns of Poros and adjacent parts of the Peloponnesus (Greece). - *Bocconeia* 5 (1): 279-300.

Buch-Publikationen mit Schriftleitung, Redaktion oder größerem Bildanteil (im Falle umfassender Überarbeitungen sind auch die einzelnen Auflagen gelistet)

BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg.) (1999): Die seltenen und gefährdeten Farnpflanzen Deutschlands. 381 S. + Anh.

COCH, T. (1995): Waldrandpflege - Grundlagen und Konzepte. Neumann, Radebeul, 240 S.

HAEUPLER, H., T. MUER (2000): Bildatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 759 S.

HÜGIN, G. (2006): Die Gattung *Alchemilla* im Schwarzwald und seinen Nachbargebirgen. - Berichte der Botanischen Arbeitsgemeinschaft Südwestdeutschland, Beiheft 2. Karlsruhe, 89 S. + Anh.

LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BAD.-WÜRTT. (Hrsg.) (1977): Der Kaiserstuhl – Gesteine und Pflanzenwelt (2. Aufl.). 261 S.

LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BAD.-WÜRTT. (Hrsg.) (1982): Der Feldberg – subalpine Insel im Mittelgebirge. 526 S.

LANDESSTELLE FÜR NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSPFLEGE BAD.-WÜRTT. (Hrsg.) (1974): Der Kaiserstuhl – Gesteine und Pflanzenwelt, 241 S.

LANDESSTELLE FÜR NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSPFLEGE BAD.-WÜRTT. (Hrsg.) (1974): Das Taubergießengebiet – eine Rheinauenlandschaft. 644 S.

REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG (Hrsg.) (2009): Der Kaiserstuhl – Einzigartige Löss- und Vulkanlandschaft am Oberrhein (4. Aufl.). Jan Thorbecke Verlag, Ostfildern, 387 S.

NEBEL, M. & G. PHILIPPI (2000ff): Die Moose Baden-Württembergs. Bd. 1 – 3, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG (Hrsg.) (1998): Die Naturschutzgebiete im Regierungsbezirk Freiburg. Jan Thorbecke Verlag, Ostfildern, 636 S.

REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG (Hrsg.) (2012): Der Feldberg – subalpine Insel im Schwarzwald. Jan Thorbecke Verlag, Ostfildern, 488 S.

REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG (Hrsg.) (2004): Die Naturschutzgebiete im Regierungsbezirk Freiburg – zweite, überarbeitete und erweiterte Ausgabe. Jan Thorbecke Verlag, Ostfildern, 679 S.

SEBALD, O., SEYBOLD, S., PHILIPPI, G. (Hrsg.) (1990 ff): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. Bd. 1 – 8, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

WILMANN, O., WIMMENAUER, W., FUCHS, G., RASBACH, H., RASBACH, K. (1989): Der Kaiserstuhl – Gesteine und Pflanzenwelt (3. Aufl.). Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 244 S.

WIRTH, V. (1987): Die Flechten Baden-Württembergs. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 528 S.

In memoriam Wolfhard Wimmenauer (8.5.1922 - 9.1.2023)

HILTRUD MÜLLER-SIGMUND, DAVID DOLEJŠ, ALBERT REIF

In der zweiten Januarwoche hat uns die traurige Nachricht erreicht, dass Wolfhard Wimmenauer im Alter von 100 Jahren verstorben ist.

Er wurde 1922 in Leverkusen in einer Chemiker-Familie geboren und wuchs in Freiburg auf. 1940 begann er sein Studium der Mineralogie und Geologie, betreut von Prof. Hans Schneiderhöhn und Prof. Wolfgang Sörgel. Wimmenauer interessierte sich für die kristallinen



Wolfhard Wimmenauer in seinem Element
(Foto: privat)

Gesteine des Schwarzwalds, wo er auch seine Dissertation 1948 über die cordieritführenden Gneise und Migmatite des Schauinslandgebiets schrieb. Von 1948 bis 1967 war Wimmenauer an der damaligen Badischen Geologischen Landesanstalt als Petrograph und kartierender Geologe tätig. Aus dieser Zeit stammen seine petrographischen Studien im Kaiserstuhl (Habilitation 1952, Apl.-Professur 1959) und auch die berühmte „Geologische Exkursionskarte des Kaiserstuhls“ (1957), die er für die nachfolgenden vier Ausgaben bis 2003 überarbeitet und ergänzt hatte. Mit diesen Untersuchungen hat er den Grundstein für die genetische Interpretation der Kaiserstühler „Marmore“ als echte magmatische Karbonatite gelegt.

1967 folgte Wimmenauer dem Ruf auf den Freiburger Lehrstuhl für Mineralogie und Petrographie und wurde zum Institutsdirektor ernannt. 1967 erschien das geologische Kartenblatt 8013 Freiburg im Breisgau (1994 überarbeitet), später die Kartenblätter 8114

Feldberg (1990) und 8014 Hinterzarten (1999). Intensive wissenschaftliche wie persönliche Kontakte baute er sowohl nach Frankreich als auch in die Tschechoslowakei auf, um dem Ziel einer Korrelation der geologischen Geschichte des Schwarzwaldes mit der anderer variszischer Einheiten näher zu kommen. Im Mittelpunkt seiner späteren Forschungen stand das Schwarzwälder Kristallin als Kandidat für die endgültige Lokation für die kontinentale Tiefbohrung der Bundesrepublik Deutschland (KTB).

Seit 1978 war Wimmenauer Mitglied der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, 1981-82 war er Vorsitzender der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft DMG, deren 62. Jahrestagung er 1984 in Freiburg ausrichtete, zusammen mit der Österreichischen und der Russi-

schen Mineralogischen Gesellschaft. Stets gehörte die Gelände-Evidenz zur unabdingbaren Voraussetzung für seine Forschung, die er in weit mehr als 100 Publikationen dokumentierte. Mit seinem Lehrbuch „Petrographie der magmatischen und metamorphen Gesteine“ (1985) hat er ein unverzichtbares, deutschsprachiges Nachschlagewerk zum Grundwissen über Vorkommen, Zusammensetzung und Gefüge der kristallinen Gesteine verfasst.

Viele von Wimmenauers ehemaligen Studenten und Studentinnen erinnern sich mit Freude an seine anschaulichen Vorlesungen mit vielen Anregungen zum genauen Hinschauen, wie z.B. auf die Symmetrie von Eiskristallen, die Beugungslinien im zwischen eng gehaltenen Fingern hervorblitzenden Licht oder die Nutzung der Polarisierung des Himmelslichts mithilfe eines Cordieritkristalls. Die über 30 Jahre „Ruhestand“ seit seiner Emeritierung (1988) nutzte er weiterhin zu aktiver Tätigkeit mit ganz besonderem Augenmerk auf Naturphänomenen, für die er auch viele Laien gewinnen konnte.

Neben seiner wissenschaftlichen Tätigkeit war Wolfhard Wimmenauer auch ehrenamtlich stark engagiert. 1948 wurde er Mitglied im „Badischen Landesverein für Naturkunde und Naturschutz“, mit dem er bis ins hohe Alter verbunden war und oftmals an Vorträgen und Exkursionen des Vereins teilnahm. Sechzehn Jahre lang (1954-1970) war er Schriftführer, damit verantwortlich für die Protokollierung der Mitgliederversammlungen und anderer Vereinsaktivitäten, die er in außerordentlicher Gründlichkeit dokumentierte. Er leitete Vorstandswahlen, beteiligte sich an den vereinsinternen Diskussionen und Stellungnahmen, darunter auch 1965 an der Verhinderung des Baues einer Autostraße mit anschließender Gondelbahn in das Naturschutzgebiet Zastler Kar am Feldberg. Über viele Jahre hat er die sog. „Heubörsen“ im Naturkundemuseum Freiburg mitorganisiert, auf denen Interessierte ihre gesammelten Pflanzenarten zeigen konnten und Bestimmungshilfen ausgetauscht wurden. Damit einher ging sein großes Interesse an Farnen und Farnhybriden des Schwarzwaldes, die er in seinem großen Privatherbar dokumentierte. Im Jahre 1959 war Wimmenauer maßgeblich daran beteiligt, dass eine bedeutende Mineraliensammlung aus dem Schwarzwald („Armbruster-Sammlung“) nach Freiburg ans Naturkundemuseum kam.

Wimmenauer war in der Lage, sein Fachwissen einem breiten Publikum zu vermitteln. Die gesamte Öffentlichkeit profitierten von einer Vielzahl von seinen Exkursionen, die er für den „Badischen Landesverein“ gehalten hat, beispielsweise zum Schönberg, Feldberg, Kaiserstuhl, ins Höllental. Viele der Exkursionen führte er zusammen mit Kollegen durch, oftmals Botanikern. Zusammen mit der Geobotanikerin Prof. Dr. Otti Wilmanns war er bis ins hohe Alter im Gelände.

In öffentlichen Vorträgen teilte Wimmenauer auch Nicht-WissenschaftlerInnen sein profundes Wissen mit. Erwähnt seien die Vorträgen des „Badischen Landesvereins“, die jeweils am Sonntagmorgen als Diavorträge stattfanden und sehr beliebt waren, so 1976 über „Das Grundgebirge des Schwarzwaldes und der Vogesen — Ähnlichkeiten und Unterschiede“.

Für seine Verdienste wurde Wolfhard Wimmenauer am 5.4.2000 Ehrenmitglied des BLNN, „als Anerkennung für sein persönliches Eintreten für die Belange des Natur- und Landschaftsschutzes, für seine langjährige aktive Mitgestaltung der Arbeit des Badischen Landesvereins und für seine Bereitschaft sein Fachwissen einem breiten Publikum zu vermitteln“. Wir werden ihm ein ehrendes Andenken bewahren.

Veröffentlichungen von Prof. em. Dr. Wolfgang Wimmenauer einschließlich populärwissenschaftlicher Publikationen und Vortragskurzfassungen

- WIMMENAUER, W. (1947): Cordieritbildung und jüngere Anatexis im Schauinslandgebiet. - Mitt.-Bl. Bad. Geol. Landesanstalt, 1947 (1948), 19-21.
- WIMMENAUER, W. (1948): Cordieritführende Gesteine im Grundgebirge des Schauinslandgebietes (Südlicher Schwarzwald). – Diss., Freiburg.
- WIMMENAUER, W. (1948): Brecciengänge im Grundgebirge bei Freiburg i. Br. - Mitt. -Bl. Bad. Geol. Landesanstalt, 1948, 8-12.
- MEHNERT, K. R., REIN, G. & WIMMENAUER, W. (1948): Orthit und Cordierit als Leitminerale für die Gesteinsentwicklung im Grundgebirge des Schwarzwaldes. – N. Jb. Mineral., Geol. und Paläont. Mh., 1945-1948, 117-135.
- WIMMENAUER, W. (1949): Die basaltischen Gesteine im Grundgebirge der Umgebung von Freiburg i. Br. - Mitt. -Bl. Bad. Geol. Landesanstalt, 1949 (1950), 40-42.
- WIMMENAUER, W. (1950): Cordieritführende Gesteine im Grundgebirge des Schauinslandgebietes (Südlicher Mittelschwarzwald). – N. Jb. Miner., Geol. und Paläont., 1950, 375-436.
- WIMMENAUER, W. (1950): Über Umwandlungserscheinungen von Mikroklin am Basaltkontakt. – N. Jb. Miner., Mh., 1950 (1951), 85-90.
- WIMMENAUER, W. (1950): Neue Mineralfunde im Kaiserstuhl. - Mitt.-Bl. Bad. Geol. Landesanstalt, 1950 (1951), 20-22.
- WIMMENAUER, W. (1951): Erzmikroskopische Beobachtungen an Gesteinen des Schwarzwälder metamorphen Grundgebirges. - Mitt. -Bl. Bad. Geol. Landesanstalt, 1950, 14-20.
- WIMMENAUER, W. (1952): Über phonolithische und tinguitische Gesteine des Kaiserstuhls. - Habil.-Schr., Freiburg i. Br.
- WIMMENAUER, W. (1952): Petrographische Untersuchungen an einigen basischen Eruptivgesteinen des Oberrheingebietes. - N. Jb. Miner., Abh. 83, 375-432.
- WIMMENAUER, W. (1952): Petrographische Untersuchungen über das Ankaratrit-Vorkommen von Buggingen in Baden. - Mitt.-Bl. Bad. Geol. Landesanstalt, 1951, 117-128.
- WIMMENAUER, W. (1952): Die Uranerzlagertstätten im Mittleren Schwarzwald. - Metall, 6, 553-555. Mikroskopische Untersuchungen an Uranerzen aus dem Mittleren Schwarzwald.
- WIMMENAUER, W. (1952): Mikroskopische Untersuchungen an Uranerzen aus dem Mittleren Schwarzwald. - Mitt.-Bl. Bad. Geol. Landesanstalt, 1951, 75-83.
- WIMMENAUER, W. (1954): Die Phonolithe und Tinguaiten des Kaiserstuhls. - Mitt. Bad. Landesver. Naturk. und Natursch., N.F. 6, 85-91.
- WIMMENAUER, W. (1954): Die Lagerstätten des Urans. - Österr. Z. Elektrizitätswirtsch., 7, 335-341.
- WIMMENAUER, W. (1955): Der Mineralbestand der uranhaltigen Erze aus der Kobaltgrube „Gottes Segen“ bei Sulzburg (Südlicher Schwarzwald). - Jh. Geol. Landesamt Baden-Württemberg, 1, 61-71.
- SAUER, K., SÖLL, H., WIMMENAUER, W. & WITTMANN, O. (1955): Ein tertiärer Tuffschlot auf der Rötze südlich Mühlheim (Südbaden). - Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg, 1, 361-366.
- WIMMENAUER, W. (1955): Über den Mineralbestand der uranhaltigen Manganerze von Eisenbach und einiger anderer „Psilomelane“ des Schwarzwaldes. - Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg, 1, 72-78.
- WIMMENAUER, W. (1957-1963): Beiträge zur Petrographie des Kaiserstuhls:
- (1957): Einführung und Teil I: Die Ergußgesteine und Tuffe. - N. Jb. Mineral., Abh. 91, 131-150.
- (1960): Schluß von Teil I: Die Ergußgesteine und Tuffe. - N. Jb. Mineral., Abh. 93, 133-148.
- (1960): Teil II: Die essexitisch-theralithischen subvulkanischen Intrusivgesteine. - N. Jb. Mineral., Abh. 93, 149-159.

- (1960): Teil III: Die Ganggesteine der essexitischen Familie. - N. Jb. Mineral., Abh. 93, 159-173.
- (1962): Teil IV: Die Gesteine der phonolithischen Familie. - N. Jb. Mineral., Abh. 98, 367-406.
- (1962): Teil V: Die subvulkanischen Breccien. - N. Jb. Mineral., Abh. 98, 406-415.
- (1963): Teil VI: Die Karbonatite. - N. Jb. Mineral., Abh. 99, 231-254.
- (1963): Teil VII: Zur Petrogenese des Kaiserstuhls. - N. Jb. Mineral., Abh. 99, 255-276.
- WIMMENAUER, W. (1957): Geologische Exkursionskarte des Kaiserstuhls 1:25 000, Geologisches Landesamt Baden- Württemberg, mit Erläuterungen.
- SCHREINER, A., SÖLL, H. & WIMMENAUER, W. (1957): Über zwei neugefundene tertiäre Tuffschlote bei Feuerbach (Südbaden). - Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg, 2, 179-192.
- HASEMANN, W. & WIMMENAUER, W. (1958): Geologische Exkursion zum Schönberg von Merzhau- sen bis Kirchhofen am 27. April 1958. - Mitt. Bad. Landesver. Naturk. u. Natursch., N.F. 7, 259 - 261.
- WIMMENAUER, W. (1959): Die Uranvorkommen in Baden-Württemberg. - Atomwirtsch., 3, 115-118.
- WIMMENAUER, W. (1959): Die Minerale des Kaiserstuhls. - Aufschluß, 10, 181-202.
- ILLIES, H. & WIMMENAUER, W. (1959): Ein neues Tuffvorkommen am Tuniberg bei Freiburg i. Br. - Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg, 3, 195-211.
- WALENTA, K. & WIMMENAUER, W. (1961): Der Mineralbestand des Michaelganges im Weiler bei Lahr (Schwarzwald). - Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg, 4, 7-37.
- WIMMENAUER, W. (1962): Zur Petrogenese der Eruptivgesteine und Karbonatite des Kaiserstuhls. - N. Jb. Mineral., Mh., 1962, 1-11.
- WIMMENAUER, W. (1962): La métallogénèse de la Forêt-Noire. - Chronique des Mines et de la Re- cherche Minière, 313, 303-308.
- WIMMENAUER, W. (1963): Einschlüsse im Albtalgranit (Südschwarzwald) und ihre Bedeutung für dessen Vorgeschichte. - N. Jb. Mineral., Mh., 1963, 6-17.
- WIMMENAUER, W. (1964): Flußspat- und Schwerspatlagerstätten im Schwarzwald. - Keram. Z., 1964, 274-276.
- BRAITSCH, O., GUNZERT, G., WIMMENAUER, W. & THIEL, R. (1964): Über ein Datolithvorkommen am Basaltkontakt im Kaliwerk Buggingen (Südbaden). - Beitr. zur Mineral. u. Petrogr., 10, 111-124.
- DEUTZMANN, W., MÉTAIS, D., OMENETTO, P., WEBER, K. & WIMMENAUER, W. (1964): Les roches alcalins et les carbonatites du Kaiserstuhl. - VAN WAMBEKE (Hrsg.): Euratom Rapport 1827, d, e, f ; Abschnitt „Geologisch-petrographischer Überblick“, S. 17-30.
- DEUTZMANN, W., MÉTAIS, D., OMENETTO, P., WEBER, K. & WIMMENAUER, W. (1964): Les roches alcalins et les carbonatites du Kaiserstuhl. -VAN WAMBEKE (Hrsg.): Euratom Rapport 1827, d, e, f ; Abschnitt „Conclusions générales“, 223-232.
- KIRCHHEIMER, F. & WIMMENAUER, W. (1964): Über den „Urangneis“ in Badgastein. - Sitzber. Österr. Akad. Wiss., Math.-nat. Kl., Abt. I, 173, 41-49.
- LIPPOLT, H. J., GENTNER, W. & WIMMENAUER, W. (1964): Altersbestimmungen nach der K-Ar-Me- thode tertiären Eruptivgesteinen Südwestdeutschlands. - Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg, 6, 507- 538.
- WIMMENAUER, W. (1966): Neue Befunde an jungvulkanischen Gesteinen des Oberrheingebietes. - Mitt. Bad. Landesver. Naturk. u. Natursch., N.F. 9, 411-413.
- WIMMENAUER, W. (1966): Das obere Zastlertal, Natur und Naturschutz. - Freiburger Jahreszeiten, 1966/1, 24-30.
- WIMMENAUER, W. (1966): The eruptive rocks and carbonatites of the Kaiserstuhl, Germany. - In: O.F. Tuttle, J. Gittins (Eds.), Carbonatites. - Interscience, New York, N.Y., 183-204.
- WIMMENAUER, W. (1966): Geologischer Bau, Gesteine und Minerale. - In: Der Kreis Wolfach, 26-43.

- WIMMENAUER, W. (1966): Critères géochimiques et pétrographiques sur l'origine des kersantites et minettes. - N. Jb. Miner., Mh., 1966, 7, 201-220. Übersetzung durch Mme D. VELDE-MÉTAIS.
- EISSELE, K., METZ, R., WIMMENAUER, W. & WIRTH, W. (1966): Bericht über die Exkursionen im nördlichen Schwarzwald vom 14. bis 16. April 1966. - Jber. Mitt. Oberrhein. Geol. Ver., 48, 15-24.
- HAHN-WEINHEIMER, P. & WIMMENAUER, W. (1966): Geochemische und petrographische Kriterien für die Herkunft von Kersantiten und Minetten. - N. Jb. Miner., Mh., 1966, 201-220.
- WIMMENAUER, W. (1967): Igneous rocks of the Rhinegraben. In: Rothé, J.-P. & Sauer, K.: The Rhinegraben Progress Report. - Abh. geol. Landesamt Baden-Württemberg, Freiburg im Breisgau, 6, 144-148.
- WIMMENAUER, W. (1967): Structure, evolution and palaeomagnetism of the Kaiserstuhl Volcano. - Abh. geol. Landesamt Baden-Württemberg, Freiburg im Breisgau, 1967, 134-138.
- WIMMENAUER, W. (1967): Relations entre morphologie, tectonique et volcanisme en mer d'Alboran (Méditerranée occidentale) - Resultats preliminaires de la campagne Jean-Carcot. - Compte rendu sommaire des séances de la Société Géologique de France, 1968, 116-118.
- GIERMANN, G., PFANNENSTIEL, M. & WIMMENAUER, W. (1967): Relations entre morphologie, tectonique et volcanisme en mer d'Alboran (Méditerranée occidentale). Résultats préliminaires de la campagne Jean Charcot. - C. R. sommaires Séances Soc. Géol. France, 1968, 116-117.
- HÜTTNER, R. & WIMMENAUER, W. (1967): Geologische Karte von Baden-Württemberg 1:25 000, Blatt 8013 Freiburg, mit Erläuterungen.
- LAUER, J. P., ROCHE, A. & WIMMENAUER, W. (1967): Structure, evolution and paleomagnetism of the Kaiserstuhl volcano. - The Rhinegraben Progress Report (Deutsche Forschungsgemeinschaft Bonn), 134-139.
- WIMMENAUER, W. (1968): Nachruf auf Otto Braitsch. - Mineralium Deposita, 3, 2, 198.
- WIMMENAUER, W. (1969): Der Schwarzwald, ein altes Gebirge in Europa. - Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., 58, 188-189.
- WIMMENAUER, W. (1970): Zur Petrologie der Magmatite des Oberrheingrabens. - Fortschr. Miner., 47, 242-262.
- GEHNES, P., OHNMACHT, W. & WIMMENAUER, W. (1970): Untersuchungen an einigen problematischen Vulkaniten des Oberrheingrabens und seiner Umgebung. - In: ILLIES & MÜLLER (Hrsg.): Graben problems. - Schweizerbart, Stuttgart, 146-154.
- WIMMENAUER, W. (1972): Gesteinsassoziationen des jungen Magmatismus in Mitteleuropa. - Tscherma's miner.-petrogr. Mitt., 18, 56-63.
- WIMMENAUER, W. (1972): Die Lamprophyre des Schwarzwaldes. - Fortschr. Miner., 50, Beih. 2, 34-37.
- WIMMENAUER, W. (1972): Formations volcaniques du Kaiserstuhl. Beitrag zu J. G. Blanalt, J. P. von Eller: Carte géologique de la France 1:50 000, Feuille 342/343 Colmar-Artolsheim. BRGM.
- WIMMENAUER, W. (1972): Einführung zur Exkursion in den Kaiserstuhl und zu einigen anderen Vulkanitvorkommen seiner Umgebung. - Fortschr. Miner., 50, 57-70.
- WIMMENAUER, W. (1973): Granites et lamprophyres. - Bull. Soc. Géol. France (7), 15, 195-198.
- OTTO, J. & WIMMENAUER, W. (1973): Les enclaves dans les granites de la Forêt Noire. - Bull. Soc. Géol. France (7) 15, 199-208.
- WIMMENAUER, W. (1973): Lamprophyre, Semilamprophyre und anchibasaltische Ganggesteine. - Fortschr. Miner., 51, 2-67.
- VON ELLER, J. P., P. FLUCK & WIMMENAUER, W. (1974): Vosges et Forêt-Noire: Analogies et divergences de deux portions du Sôcle Rhénan. In: La chaîne Varisque d'Europe moyenne et occidentale. - Colloque internat. du Centre National de la Recherche Scientifique, 234, 405-414.
- WIMMENAUER, W. (1974): The alkaline province of Central Europe and France. - In: H. SØRENSEN (Hrsg.): Alkaline rocks. - Wiley, London, 238-271.

- WIMMENAUER, W. (1974): Gesteine und Minerale. In: RASBACH, H. & K., WILMANN, O., WIMMENAUER, W. & FUCHS, G.: Der Kaiserstuhl. Gesteine und Pflanzenwelt. - Landesstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg, 33-71.
- GEHNES, P. & WIMMENAUER, W. (1975): Geochemical studies on igneous rocks of the Rhinegraben region. - N. Jb. Miner., Mh., (2), 49-56.
- GARCIA-GONZALEZ, M. T. & WIMMENAUER, W. (1975): Mineralogische und geochemische Untersuchungen an tektonischen Störungszonen im Grundgebirge des Schwarzwaldes. I: Ruschelzonen in Gneisen und Anatexiten. - Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., 65, 97-118.
- FLUCK, P., WEIL, R. & WIMMENAUER, W. (1975): Géologie des gîtes minéraux des Vosges et des régions limitrophes. Corrélations métallogénétiques Vosges-Forêt-Noire (carte en couleur 1:400000). - Mémoires du BRGM (Paris), 87, 121-130 & 152-163.
- WIMMENAUER, W. (1977): Lamprophyre und Semilamprophyre. In: Erläuterungen zur Geologischen Karte 1:50 000 Freiburg i. Br. und Umgebung, 60-62.
- WIMMENAUER, W. (1977): Junger Vulkanismus. In: KESSLER et al.: Erläuterungen zur Geologischen Karte 1:50 000 Freiburg i. Br. und Umgebung, 153-173.
- WIMMENAUER, W. (1977): Éléments pétrographiques d'une lithostratigraphie du Précambrien de la Forêt-Noire. - Estudios geol., 33, 373-377.
- WIMMENAUER, W., BAKASHWIN, M., BARANYI, I. & HSIAO, C. (1977): Neuere Befunde über den Untergrund des Kaiserstuhls. - Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., 67, 405-424.
- WILMANN, O., WIMMENAUER, W., WILLHAUCK, H. (1977): Die Naturlehrpfade Badberg und Büchsenberg-Pfaffenlochberg. - Freiburg, Schwarzwaldverein.
- WIMMENAUER, W. (1978): Mineralien aus dem Karbonatit. - Lapis, 3, 14-17.
- WIMMENAUER, W. (1978): Lamprophyres and associated rocks in the dyke suite of the Dikeos monzonite, Kos, Greece. - Ann. géol. des pays helléniques, 28, 423-438.
- WIMMENAUER, W. (1978): Limberg und Lützelberg aus geologischer Sicht (1978). - Führer Natur- u. Landschaftsschutzgebiete Baden-Württemberg, 2, 41-54.
- WIMMENAUER, W. (1979): Die Eisenerzgänge im Schwarzwald. - Geol. Jb., D 31, 49-63.
- WIMMENAUER, W. (1979): Paragenese of hydrothermal ore and mineral deposits of the Schwarzwald (FRG). - Probleme der Paragenese, 8 (= Freiburger Forschungsh., C, 345), 105-114.
- BROUSSE, R., WIMMENAUER, W. et collaborateurs (1979): Le volcanisme alcalin lié aux distensions cénozoïques de l'Ouest Européen (Massif central Fossé Rhénan). Livret-guide d'excursion. - Sciences de la terre, XXIII, 1-59.
- WIMMENAUER, W. (1980): Episyenit, ein verbreiteter hydrothermal-metasomatischer Gesteinstyp. - Fortschr. Mineral., 58, Beih. 1, 139-141.
- WIMMENAUER, W. (1980): Lithology of the Precambrian in the Schwarzwald: an interim report. - N. Jb. Miner., Mh., 1980, 364-372.
- STENGER, R. & WIMMENAUER, W. (1980): Das Kristallin der Forschungsbohrung Urach III im Rahmen des süddeutschen Grundgebirges. - Programm Energieforschung und Energietechnologien 1979-1982, Statusreport 1980, Geotechnik und Lagerstätten. - Jülich (BMFT), 61-72.
- WIMMENAUER, W. (1981): Minerale zwischen Feuer und Wasser. - Jb. Heidelberger Akad. Wiss. 1980, 73-81.
- WIMMENAUER, W. (1981): Die Gesteine des Kaiserstuhls im Wandel der wissenschaftlichen Anschauungen. - Aufschluß, 32, 309-322.
- WIMMENAUER, W. (1981): Carte des gîtes minéraux de la France 1:50 000, Feuille Strasbourg (1983), partie Forêt-Noire. - B.R.G.M., Orléans.
- WIMMENAUER, W., LIEHL, E., SCHREINER, A. (1981): Geologische Karte von Baden-Württemberg 1:25 000, Blatt 8114 Feldberg, mit Erläuterungen.

- WIMMENAUER, W. (unveröffentlicht, 1983): Einführung und Inhaltsübersicht, S. 1-10; Das Gneisgebirge des Schwarzwaldes, S. 30-67; Die Erz- und Minerallagerstätten des Schwarzwaldes, S. 96-105. In: Beitr. Vorstudie Schwarzwald.
- WIMMENAUER, W. (1985): Petrographie der magmatischen und metamorphen Gesteine. Verlag Enke, Stuttgart.
- WIMMENAUER, W. (1985): A propos d'un sondage profond en Forêt-Noire: aspects scientifiques Européens. - 11e Réunion des Sciences de la Terre, Clermont-Ferrand, 187.
- WIMMENAUER, W. & FLUCK, P. (1985): Schwarzwald and Vosges – analogies and differences. - 2nd Internat. Symposium on the Observation of the continental crust through drilling, Seeheim/Odenwald, 66.
- WIMMENAUER, W. (1986): Beiträge zur Petrographie und Petrologie. In: von Gehlen K, Kleinschmidt G, Stenger R, Wilhelm H, Wimmenauer W (eds) Kontinentales Tiefbohrprogramm der Bundesrepublik Deutschland. Ergebnisse der Vorerkundungsarbeiten, Lokation Schwarzwald. 2. KTB-Kolloquium Seeheim/Odenwald 1986.
- WIMMENAUER, W. (1986): Paul Ramdohr: 1.1.1890-8.3.1985. - Jb. Heidelberger Akad. Wiss. 1985, 97-99.
- WIMMENAUER, W. & STENGER, R. (1989): Acid and intermediate HP metamorphic rocks in the Schwarzwald (Federal Republic of Germany). - Tectonophysics, 157, 109-116.
- WIMMENAUER, W. (1990): Geologische Karte von Baden-Württemberg 1:25 000, Blatt 8114 Feldberg, mit Erläuterungen (1990), dort Abschnitt „Das Grundgebirge“, 5-58.
- WIMMENAUER, W. (1990): Geologische Karte von Baden-Württemberg 1:25 000, Blatt 8114 Feldberg, mit Erläuterungen (1990), dort Abschnitt „Erz- und Mineralgänge“, 59-64.
- WIMMENAUER, W. (1990): Aspects pétrologiques et géochimiques du socle en Forêt-Noire (R.F.A.). Colloque „Le socle anté-alpin des Alpes“, Fribourg (Suisse).
- WIMMENAUER, W. (1991): Geochemie der metamorphen Sedimentgesteine in der Kontinentalen Tiefbohrung und ihrem Umfeld. Abschlußbericht zur Sachbeihilfe Wi 10/59-1 und Wi 10/59-2. - KTB-Rep., 91-1, 106 – 135.
- WIMMENAUER, W. (1992): Zwischen Feuer und Wasser. Gestalten und Prozesse im Mineralreich. Verlag Urachhaus, Stuttgart.
- WIMMENAUER, W. (1992): Der Granit – 200 Jahre nach Goethe. - Jb. Heidelberger Akad. Wiss. für 1992, 34-36.
- SEBERT, M. & WIMMENAUER, W. (1992): Metagabbros and meta-anorthosites in the Southern Black Forest (Germany) – fragments of an ancient layered intrusion? – Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg, 34, 193-212.
- VILADKAR, S. & WIMMENAUER, W. (1992): Geochemical and petrological studies on the Amba Dongar carbonatites (Gujarat, India). - Chem. Erde, 52, 277-291.
- WIMMENAUER, W. (1993): Geräusche des Wassers und der Luft in der freien Natur. - Weihnachtsbrief der Friedrich Husemann-Klinik 1993, Buchenbach-Wiesneck, 3-10.
- HANEL, M., LIPPOLT, H.J., KOBER, B. & WIMMENAUER, W. (1993): Lower carboniferous granulites in the Schwarzwald basement near Hohengeroldseck (SW Germany). - Naturwiss., 80, 1, 25-28. <https://doi.org/10.1007/bf01139753>
- WIMMENAUER, W. (1994): Zeit und Zeitmaß in der mineralischen Welt. - Freiburger Univ.-bl., 126, 7-21.
- WIMMENAUER, W. (1994): Der Granit – 200 Jahre nach Goethe. - Tycho de Brahe-Jahrbuch für Goeetheanismus, Niefern-Öschelbronn, 1994, 93-130.
- WIMMENAUER, W. (1995): Gesteine und Lagerstätten des Mittleren Schwarzwaldes (1995). - Mitt. Landesver. Naturk. Natursch., N.F. 16, 211-225.

- WIMMENAUER, W. (1995): Kugelformen im Mineralreich. - Tycho de Brahe-Jahrbuch für Goetheanismus, Niefern-Öschelbronn, 1995, 39-66.
- WIMMENAUER, W. & HANEL, M. (1997): Die Fortsetzung der Randgranit-Assoziation nach Nordosten und Norden. - Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg, 37, 7-24.
- WIMMENAUER, W., SCHREINER, A. (1999): Geologische Karte von Baden-Württemberg 1:25 000, Blatt 8014 Hinterzarten, mit Erläuterungen (1999), dort Abschnitt 1 „Einleitung“, 1-2; 2 „Geologischer und landschaftlicher Überblick“ (mit A. SCHREINER), 3 „Gesteinsfolge“, S.14-96, 5 „Tektonik und Rohstoffvorkommen“ (mit A. SCHREINER), 142-157.
- KALT, A., HANEL, M. & WIMMENAUER, W. (1999): Tectonometamorphic units in the Schwarzwald. - Terra Nostra, 1999/1, 116.
- WIMMENAUER, W. (2000): Die Farben des Wassers in der Natur. - Edition Vis-à-Vis, Freiburg i. Br.
- WIMMENAUER, W. (2001): Beiträge zu Kap. 4.15 (Schwarzwald). In: ANDERLE (Hrsg.) Stratigraphische Kommission Deutschlands „Stratigraphie von Deutschland II, Teil 2: Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Rheinland-Pfalz, Nordthüringen, Sachsen-Anhalt, Brandenburg. - Schweizerbart, Stuttgart, 13-64.
- WIMMENAUER, W. (2001): Étude pétrographique des pierres volcaniques employées dans le mur d'enceinte MR03. In: KUHNLE, G. et al.: Strasbourg, „Grenier d'abondance“: DFS de sauvetage urgent, 24-26 & Annexe 1a.
- ZIEGLER, P. A. & WIMMENAUER, W. (2001): Possible glaciomarine diamictites in Lower Paleozoic series off the Southern Black Forest (Germany): implications for the Gondwana/Laurussia puzzle. - N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 2001, 500-512.
- WIMMENAUER, W. (2002): Étude pétrographique des pierres volcaniques du Kaiserstuhl provenant de la fondation de la tour TO06 du Bas-Empire. In: GISSINGER & KUHNLE (Hrsg.): Rapport de l'Association pour les Fouilles Archéologiques Nationales, Strasbourg, 22-23.
- MÜLLER-SIGMUND, H. & WIMMENAUER, W. (2002): Fulgurite im Schwarzwald (BRD) und im Massif Central (F). - Ber. Dt. Mineral. Ges., 2002, Heft 1, 115.
- WIMMENAUER, W. (2003): Wirkungen des Blitzes (Sprengung und Fulguritbildung) an Felsen im Schwarzwald. - Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., 93, 1-32.
- WIMMENAUER, W. (2003): Geologische Karte von Baden-Württemberg 1:25 000 Blatt Kaiserstuhl mit Erläuterungen, dort Abschn. Die geologische Erforschung des Kaiserstuhls, 8-12.
- WIMMENAUER, W. (2003): Geologische Karte von Baden-Württemberg 1:25 000 Blatt Kaiserstuhl mit Erläuterungen, dort Abschn. Magmatisches und metamorphes Tertiär, 47-133.
- WIMMENAUER, W. (2004): Das Grundgebirge der Baar, I: Der Steinbruch im Groppertal. - Schr. Ver. Gesch. Naturgesch. Baar, 47, 108-114.
- WIMMENAUER, W. (2004): Vulkanische Gesteine des Kaiserstuhls in römischen Bauten der Oberrheinregion. - Archäol. Korrespondenzbl., 34, 255-261.
- WIMMENAUER, W. & WILMANN, O. (2004): Neue Funde von Blitzsprengung und Fulguritbildung im Schwarzwald. - Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., 94, 1-22.
- MÜLLER-SIGMUND, H. & WIMMENAUER, W. (2004): Charakterisierung von Blitzeinschlaggläsern. - 15th CAMUS workshop.
- WIMMENAUER, W. (2005): Das Grundgebirge der Baar (2), II: Die Steinbrüche von Zindelstein im Bregtal, III: Das Grundgebirge in der oberen Wutachschlucht, IV: Allgemeines zur Erscheinung und Erkennung der Gesteine im Gelände. - Schr. Ver. Gesch. Naturgesch. Baar, 48, 157-172.
- WIMMENAUER, W. (2006): Vorkommen und Strukturen von Fulguriten im Schwarzwald. - Aufschluß, 57, 325-328.
- WIMMENAUER, W., MEHLHORN, W. & MÜLLER-SIGMUND, H. (2006): Centimeter-scale magnetic structures caused by lightning impact in basalt. - Mitt. Dt. Geophys. Ges., 1/2006, 18-21.

- WIMMENAUER, W. (2007): Erzlagerstätten und ihre Minerale (HANS SCHNEIDERHÖHN) – Forschung und Lehre am Freiburger Mineralogischen Institut 1926-1962. In: Rüchardt et al. (Hrsg.): 550 Jahre Albert-Ludwigs-Universität Freiburg: Festschrift / 4: Wegweisende naturwissenschaftliche und medizinische Forschung. - Verlag Karl Alber, Freiburg, 274-278.
- WIMMENAUER, W. (2007): Philippe Frédéric de Dietrich et le Kaiserstuhl. - In: Kintz (Hrsg.): Autour des De Dietrich de 1685 à nos jours. - Ass. De Dietrich, Reichshoffen, 99-103.
- WIMMENAUER, W. (2007/2008): Gesteine und Minerale des Kaiserstuhlvulkans als Baumaterial und Werkstoffe. - Alem. Jb., 2010, 55/56, 9-78.
- WIMMENAUER, W. (2009): Nachruf auf W. von Engelhardt. - Jb. Heidelberger Akad. Wiss., 2008, 180-184.
- WIMMENAUER, W. (2009): Die Edelsteine des Osnabrücker Domschatzes aus mineralogischer Sicht. - Heimat-Jb. Osnabrücker Land, 2009, 3-23.
- WIMMENAUER, W. (2009): Vulkanische Gesteine und Minerale des Kaiserstuhls in Bauten und Kunstwerken. - In: G. GRASSEGGER, G. PATITZ & O. WÖLBERT (Hrsg.): Tagungsband Natursteinsanierung Stuttgart, Fraunhofer-Verlag Stuttgart, 2009, 127-132.
- WIMMENAUER, W. (2009): Zur Geologie von Günterstal. - Günterstaler Tor, Jubiläumsausgabe 2009, 5-7.
- WIMMENAUER, W. (2009): Wirkungen des Blitzes an Felsen, Mauerwerk und unter Tage. – Tagungsbd. 12. Internat. Montanhistorikworkshop, Bergbauhistorik Südwest e. V., 83-87.
- WIMMENAUER, W. (2010): Beitrag zu: LÖBBECKE, F.: Die Augustinereremitenklöster in Konstanz und Freiburg i. Br. Gründungsbau und Vorgängerbauung. - In: Kirchenarchäologie heute. Fragestellungen – Methoden – Ergebnisse, Darmstadt 2010, 350-381.
- WIMMENAUER, W. (2010): Kalkadern in vulkanischen und Sedimentgesteinen des Kaiserstuhls. - Mitt. Bad. Landesver. Naturk. Natursch., N. F. 21, 49-67.
- WIMMENAUER, W. (2010): Gesteine und Minerale des Kaiserstuhl-Vulkans als Baumaterial und Werkstoffe. – Alem. Jb., 55/56.2007/2008, 9-78.
- WIMMENAUER, W., FRANZ, M., MARTIN, M. & WIEBE, V. (2010): Vulkanische Gesteine im Untergrund der Freiburger Altstadt. - Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., 100, 147-158.
- WIMMENAUER, W. & MEHLHORN, W. (2010): Blitzmagnetisierung in Serpentin bei Todtmoos (Südschwarzwald). - Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., 100, 61-70.
- WIMMENAUER, W. & SEIFRIED, C. (2012): Farben des Wassers durch Kalkausfällung in der Rheinaue bei Burkheim am Kaiserstuhl. – Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., 102, 93 - 110.
- WIMMENAUER, W. & HIMSTEDT, F. (2013): Dokumentation zum Thema: Fulgurite auf Felsen und Mauerwerk in Südwestdeutschland und weiteren Fundgebieten. - <https://freidok.uni-freiburg.de/data/8807>.
- WIMMENAUER, W. (2014): Kataklastite und Mikrorisse in Gesteinen des Schwarzwälder Grundgebirges. - Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., 104, 111-130.
- WIMMENAUER, W. & KELLER, J. (2015): Rheingrabenvulkanismus: Ein phlogopitreiches olivin-melilithitisches Ganggestein von den Stöckenhöfen bei Freiburg. - Ber. Naturf. Ges. Freiburg i.Br., 105, 87-99.
- GIERÉ, R., WIMMENAUER, W., MÜLLER-SIGMUND, H., WIRTH, R., LUMPKIN, G. & SMITH, K.L. (2015): Lightning-induced shock lamellae in quartz. - Amer. Miner., 100, 1645-1648.
- WIMMENAUER, W. & F. HIMSTEDT (2016): Sphäroidische Absonderung am Forbachgranit (Nordschwarzwald) und an Vulkaniten des Kaiserstuhls. - Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., 106, 15-29.
- WIMMENAUER, W. (2017): Petrographie und Vorgeschichte der Gerölle im Buntsandstein Südwestdeutschlands und der Vogesen. - Jber. Mitt. Oberrhein. Geol. Ver., 99, 553-571.
- WIMMENAUER, W. (2017): Vulkanische Gesteine des Kaiserstuhls in den Fundamenten römischer Befestigungen in Straßburg. - In: Gertrud Kuhnle (2017): Argenterate - le camp de la VIIIe légion et la présence militaire romaine à Strasbourg. – Mainz, Verl. d. Röm.-Germ. Zentralmus., Annex 9, 505-511.

Bücher- und Zeitschriftenschau

Die Vögel Baden-Württembergs, Nicht-Singvögel 1.3

Greifvögel und Falken sind faszinierende Lebewesen, die durch ihr furchtloses Aussehen und ihre Flugleistungen begeistern. Diese Vögel ziehen viele Menschen weltweit in ihren Bann. Zahlreiche Staaten zeigen in ihren Wappen einen Greifvogel oder Falken. Allerdings hat dies wenig zum Schutz dieser Vogelarten beigetragen. Im Gegenteil, ein Großteil zeigt trotz vielfältiger Schutzbemühungen einen anhaltenden Rückgang.

Die vorliegende Publikation erscheint in der Reihe der 50 Bände umfassenden „Grundlagenwerke zum Artenschutzprogramm Baden-Württembergs“. Allein die Artbeschreibungen über „Die Vögel Baden-Württembergs“ füllen sieben Bände und bilden damit ein Alleinstellungsmerkmal zumindest für Deutschland. Das Gesamtwerk über die Avifauna Baden-Württemberg findet mit dem vorliegenden Band der Greifvögel und Falken in gewohnt herausragender Qualität ihren krönenden Abschluss. Diese Handbücher mit Praxisbezug suchen in Europa bis heute ihresgleichen. Nach dem Tod von Jochen Hölzinger (ohne ihn wäre die Reihe nicht vorstellbar) hat erfreulicherweise Dr. Hans-Günther Bauer die Serie über die Vögel Baden-Württembergs (B.-W.) weitergeführt und jetzt zu einem erfolgreichen Abschluss gebracht.



Zahlreiche – darunter viele ehrenamtliche – Ornithologen des Bundeslands haben durch ihr immenses Wissen und ihre oft jahrzehntelangen akribischen Beobachtungen und Kartierungen zu diesem eindrucksvollen avifaunistischen Grundlagenwerk beigetragen. Diese Kartierungsarbeiten haben einen bedeutsamen gesellschaftlichen Wert und können nicht hoch genug gewürdigt werden. Ausgezeichnete Fachkenner aus B.-W. vermitteln auf 523 Seiten kompetent das aktuelle Wissen über alle hier nachgewiesenen Greifvogel- und Falkenarten.

Nach einer kurzen Einführung und einer systematischen Übersicht erfolgt die ausführliche Beschreibung der einzelnen Vögel. Die Abhandlung folgt überwiegend demselben Muster. Kernpunkt der Bearbeitung bildet die Brutverbreitung in B.-W. Das Verbreitungsgebiet wird auf mehreren farbigen Karten dargestellt: Verbreitung in Europa, bei manchen Arten historische Brutverbreitung und Brutverbreitung in unterschiedlichen Zeitabschnitten in B.-W. Zusätzlich wird auch die Anzahl der Brutpaare angegeben. Weitere Kernpunkte sind die Bestandsentwicklung, der Lebensraum und die Fortpflanzung (jeweils mit Abbildungen, Diagrammen und Karten). Anschließend folgen Kapitel zum jahreszeitlichen Auftreten, zu Wanderungen und zum Überwinterungsgebiet – diese Angaben werden ebenfalls in Diagrammen und Kartendarstellungen präzise beschrieben. Die Ernährung bzw. Nahrung ist

ebenfalls ein Schwerpunktthema der Beiträge. In hochwertigen und meist außergewöhnlichen Fotos sind alle beschriebenen Vogelarten abgebildet. Abgeschlossen werden die Artkapitel durch umfassende Angaben zu früheren und aktuellen Gefährdungen sowie dadurch notwendige Schutzmaßnahmen. Somit erhält man wertvolle Argumente und Informationen. Dem Steckbrief des Rotmilans ist beispielsweise zu entnehmen, dass er zwar eine der wenigen Arten ist, die in B.-W. im Bestand zugenommen hat (ausschließlich in Gebieten mit keinen oder nur wenigen Windkraftanlagen) – jedoch nicht in den meisten anderen Bundesländern. Deshalb trägt B.-W. für ihn eine bedeutende internationale Verantwortung, da etwa 15 % des Weltbestands hier vorkommen. Den Untersuchungen ist außerdem zu entnehmen, dass die mit Abstand häufigste Todesursache beim Rotmilan Kollisionen mit Windkraftanlagen ist.

Dieser letzte Avifauna-Band genügt sicher auch anspruchsvollen Anforderungen an eine aktuelle Bestandsaufnahme und wird bei zahlreichen „Ornis“ großen Zuspruch finden. Eine weite Verbreitung auch über die Landesgrenzen hinaus ist diesem empfehlenswerten Fleißwerk sehr zu wünschen. Es ist zu hoffen, dass in Anbetracht eines äußerst schlechten Zustands von Fauna, Flora und ihrer Lebensräume – Stichwort Artensterben – das zuständige Ressortministerium eine weitere Aktualisierung dieser Grundlagenwerke sowie die Erforschung der Landesfauna und -flora als wichtige Daueraufgabe betrachtet. Nur hierdurch sind Gefährdungen sichtbar zu machen und können notwendige Schutzmaßnahmen ergriffen werden.

(Rudolf Deile)

- Jochen Hölzinger, Hans-Günther Bauer (2021): Die Vögel Baden-Württembergs, Band 2.1.2: Nicht-Singvögel 1.3. Pandionidae (Fischadler) – Falconidae (Falken). 523 Seiten, 117 Farbfotos, 344 Abbildungen, 18 Tabellen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. ISBN 978-3-8001-5143-1, 49,95 Euro.

Bundesnaturschutzgesetz

Der ganzheitliche Naturschutz gehört zu den wichtigsten Aufgaben unserer Zeit. Dieses schließt nicht nur den Schutz der Tier- und Pflanzenwelt einschließlich ihrer Lebensräume mit ein, sondern auch die biologische Vielfalt, die Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts, die Nutzungsfähigkeit der Naturgüter, die Vielfalt, Eigenart und Schönheit sowie den Erholungswert von Natur und Landschaft. Trotzdem sollte man sich bewusst sein, dass das Naturschutzrecht allein kaum in der Lage ist, die weitere Zerstörung von Natur und Landschaft aufzuhalten. Auch deshalb ist dieser in jeder Hinsicht überzeugende Kommentar zu begrüßen, da er zudem versucht, die Zögerlichkeit des bundesdeutschen Gesetzgebers in Bezug auf den Naturschutz zu kompensieren und im Naturschutzrecht eine Orientierung zu bieten.

Nicht nur die Natur ändert sich fortwährend, sondern auch das Naturschutzrecht befindet sich in ständiger Novellierung und wird immer komplexer. Es überrascht daher nicht, dass die Kommentare zum Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) regelmäßig neu aufgelegt werden müssen. Eine Reihe der fachlich besten Expertinnen und Experten dieser Rechtsmaterie brachten auch diese dritte, wesent-



lich erweiterte Auflage auf den neuesten Stand: Prof. Dr. Thomas Bunge, Prof. Dr. Detlef Czybulka, RA Peter Fischer-Hüftle, Dr. Dietrich Kratsch sowie Dipl.-Biol. Anke Schumacher und Ass. jur. Jochen Schumacher.

In dieser Neuauflage sind alle aktuellen Änderungen des BNatSchG enthalten. Sie betreffen beispielsweise den Artenschutz, das Fracking, den Meeresnaturschutz und Strafvorschriften, außerdem die Mitwirkungsrechte und Rechtsbehelfe von anerkannten Naturschutzvereinigungen. Auch zahlreiche neue Entscheidungen deutscher Gerichte und des Europäischen Gerichtshofs der letzten Jahre sind umfassend eingearbeitet.

Im ersten Teil findet sich ein ausführliches Literaturverzeichnis, die Gesetzestexte des BNatSchG, die Fauna-Flora-Habitat- und die Vogelschutzrichtlinie. Anschließend folgen die sehr ausführlichen und praxisnahen Kommentierungen. Sie orientieren sich an der Rechtsprechung des Europäischen Gerichtshofs (EuGH), Bundesgerichtshofs, Bundesverwaltungsgerichts und von Instanzgerichten. Die Autoren legen dabei großen Wert auf eine gelungene Kombination von rechtlicher und fachlicher Erläuterung sowie eine hohe Übersichtlichkeit. Ebenso werden die naturschutzfachlichen Hintergründe sowie Fragen behördlicher Beurteilungsspielräume beschrieben. Bei landesrechtlichen Abweichungen vom Bundesrecht finden sich entsprechende Informationen.

Von den (neuen) BNatSchG-Paragrafen und Kommentierungen seien nachfolgende Beispiele besonders erwähnt. Bei den Erläuterungen des § 31 (Netz „Natura 2000“) wird ausführlich die große Bedeutung der Berner Konvention für den europäischen und internationalen Arten- und Lebensraumschutz herausgestellt. Fragwürdig ist, ob diese Konvention über die „Erhaltung der europäischen wildlebenden Pflanzen und Tiere und ihrer natürlichen Lebensräume“ noch die ihr zustehende Rolle in der öffentlichen Naturschutzdiskussion spielt. Eingearbeitet wurde die Kommentierung zum § 33 (Verbot der Errichtung von Fracking-Anlagen in Natura-2000-Gebieten). Der § 45a regelt den Umgang mit dem Wolf und soll mehr Rechtssicherheit im Umgang mit ihm schaffen. Genannt seien auch der § 60 (Haftung), der die Verantwortlichkeitsbereiche beim Betreten der freien Landschaft abgrenzt, die Änderungen der Bußgeld- und Strafvorschriften sowie die im Juni 2020 in Kraft getretene Bundeskompensationsverordnung (BKomV). Diese konkretisiert die gesetzlich vorgesehene naturschutzrechtliche Eingriffsregelung für Vorhaben im Zuständigkeitsbereich der Bundesverwaltung.

Erläutert sind naturschutzrechtliche Beurteilungen und Besonderheiten sowie der Umfang gerichtlicher Kontrolle des deutschen Naturschutzrechts. Das gilt nicht zuletzt für das Artenschutzrecht, das in bewährter Weise von Dr. Kratsch erläutert wird. Der fächerübergreifende Ansatz des Werks wurde beibehalten, indem Dipl.-Biol. Anke Schumacher wiederum die fachlichen Aspekte der Rechtsvorschriften behandelte. Schlussendlich enthält das Werk die Umweltverbandsklage im Umwelt-Rechtsbehelfsgesetz (UwRG), das 2017 in zahlreichen Punkten überarbeitet wurde. Ein eigener Abschnitt behandelt u. a. die Zulässigkeitsvoraussetzungen von Umweltrechtsbehelfen der Verbände. Die Kommentierung erfolgte hier durch den ausgezeichneten Sachkundigen Prof. Dr. Thomas Bunge.

Ein sehr gutes Stichwortverzeichnis steigert die Benutzbarkeit wesentlich. Die Neuauflage, die auf 1636 Seiten angewachsen ist, zeichnet sich durch eine Darstellung der Vorschriften

des Bundesnaturschutzgesetzes auf fachlich höchstem Niveau und eine gute Übersichtlichkeit aus. Der bewährte Kommentar ist deshalb für eine Orientierung bei der Auslegung der Gesetzestexte unentbehrlich und hat das Potenzial eines Standardwerks. Er bietet auch Nichtjuristen eine leicht verständliche, wertvolle Hilfestellung in allen naturschutzrechtlichen Fragen und kann allen, die mit dem Naturschutzrecht in Berührung kommen, uneingeschränkt empfohlen werden.
(*Rudolf Deile*)

- Jochen Schumacher, Peter Fischer-Hüftle (Hrsg.) (2021): Bundesnaturschutzgesetz. Kommentar mit Umweltrechtsbehelfsgesetz und Bundesartenschutzverordnung. 3., erweiterte und aktualisierte Auflage. 1636 Seiten. Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart. ISBN 978-3-17-030715-5, 189,– Euro.

BLNN-Vereinsnachrichten

Protokoll der Mitgliederversammlung am 14. April 2021

Dies war die erste Mitgliederversammlung nach nunmehr 2 Jahren, denn die reguläre wie die für den November 2020 geplante verspätete MGV 2020 mussten coronabedingt abgesagt werden. Durchgeführt wurde eine nicht beschließende Mitgliederversammlung (Informationsveranstaltung als Video-Konferenz) und schriftliche Abstimmung mit Stichtag 21.(23.) April 2021

Tagesordnung:

- (1) Begrüßung durch den 1. Vorsitzenden Albert Reif, Feststellung der satzungsgemäßen Einladung, Erläuterungen zur Form der MV
- (2) Ehrung der verstorbenen Mitglieder
- (3) Information zur Mitgliederentwicklung im Berichtszeitraum April 2019 bis März 2021
- (4) Bericht der beiden Vorsitzenden mit Diskussion (Albert Reif, Wolfgang Ostendorf)
- (5) Berichte aus den Arbeitsgruppen AGN, FREAK, AGF, BEKS, Grönland mit Diskussion
- (6) Bericht des Rechners (Josef Großmann) mit Diskussion
- (7) Bericht der Kassenprüfung (Nicolas Schoof, Friederike Strauß) und Beantwortung von Fragen
- (8) Entlastung des Rechners Josef Großmann (beantragt durch Strauß/Schoof), schriftliche Abstimmung
- (9) Bericht der kommissarischen Schriftleitung, Vorstellung des Zukunftskonzepts „Mitt. BLNN“ (Gerd Süßbier, Christopher Traiser) mit Diskussion, schriftliche Abstimmung
- (10) Entlastung des Vorstands (beantragt durch Karl-Ernst Friederich; schriftliche Abstimmung)
- (11) Vorschau auf den Haushaltsplan 2021 (Josef Großmann) mit Diskussion
- (12) Wahlen zum Vorstand: Vorstellung und Befragung der Kandidaten u. Kandidatinnen, Hinweise zur Durchführung der Wahl, schriftliche Abstimmung

(13) Vorschau auf das Programm im Sommer 2021 (Albert Reif)

(14) Kurzbericht über laufende Aktivitäten des Vereins (Albert Reif):

(15) Verschiedenes und Anregungen der Mitglieder

TOP 1: Im Jahr 2020 (also für 2019(-20) hat keine MV stattgefunden.

In der VS vom 2.2.2021 wurde diskutiert, ob die MV im April 2021 schriftlich (postalisch) oder als ZOOM-Konferenz stattfinden soll. Ergebnis: schriftlich muss sein (für alle gleich); die ZOOM-Veranstaltung am 14.4. heißt nicht „digitale MV“ sondern dient nur der Information..... Es geht um die Jahreszeiträume 2019 und 2020, inwieweit sie in einen Zeitraum zusammengefasst werden können, wurde kurz angesprochen ohne definitives Ergebnis.

TOP 2: Verstorbene Mitglieder

Die Versammlung gedachte ehrend der folgenden verstorbenen Mitglieder:

Siegfried Schuster, † 30.01.2018

Friedrich Josef Saumer, † 11.11.2018

Helga Rasbach, † 29.07.2018

Dr. Kurt Rasbach, † 31.03.2019

Dr. Wolfgang Engesser, † 27.08.2019

Jürgen Metzler, † 05.06.2019

Heinz Schrempp, † 20.06.2019

Gerold Hügin, † 29.06.2019

Helmut Hille, † Nov. 2019

Jürgen Möller, † 16.10.2020

Peter Frank Röseler † Mai 2020

Gerda Einhart † 13.02.2020

Erika Strauß † 2020

Hans Dudel † Dez. 2020

Gisela Soergel † Dez. 2020

Dieter Kühnen † 13.1.2021

Hanspeter Sauter † Jan. 2021

TOP 3: Mitgliederentwicklung

Jubiläen: Hervorgehoben wurden in 2019 zwei 60-jährige Mitgliedschaften und eine 55-jährige, desgleichen in 2020 zwei 60-jährige Mitgliedschaften.

Neueintritte: genannt und damit begrüßt werden 13 Neumitglieder für 2019 und 26 Neumitglieder für 2020, desgleichen 11 Neumitglieder für 2021 vor dem 14. April

Im Gesamtzeitraum gab es 25 Austritte, 17 Todesfälle (s.o.) und 130 Streichungen. Namentlich genannt wurden nur 8 Austritte. Die Mitgliederzahl lag am 14.4.2021 bei 343 Personen.

Zerstreut finden sich folgende Zitate: Im Mitgliederverzeichnis des BLNN im Jahr 2019 stehen 456 Mitglieder (Einträge). Im Laufe eines Jahres gab es folgende Änderungen: 4 Neueintritte, 6 Todesfälle, 8 Kündigungen. Anfang 2020 wurden alle Einträge von Mitgliedern gelöscht, die länger als 3 Jahre keine Beiträge bezahlt hatten (etwa 130). Im Lauf des Jahres

mussten einige wieder eingetragen werden. Außerdem gab es folgende Bewegungen: 23 Neueintritte, 4 Todesfälle, 17 Kündigungen. Seit 2020 wird im Mitgliederverzeichnis zwischen Personen und Institutionen unterschieden. Institutionen erhalten die „Mitteilungen“ als Geschenk (z.B. Museen, Bibliotheken, Forschungsinstitute). Ende 2020: 334 Beitrag zahlende Mitglieder und 42 Institutionen.

TOP 4: Berichte der beiden Vorsitzenden

Auf einer außerordentlichen Mitgliederversammlung am 3.4.2019 fand ein Vorstandswechsel statt. Exkursionen im Sommer 2019 und Sommer 2020: Folgende vier Exkursionen fanden statt.

Sa 18.5.2019, 9:30-16:00 Naturkundl. Wanderung im Willertal (Val de Villé) bei Hohwarth und bei Andlau/Unterelsaß. Leitung: Marcial Boutantin, Vizepräsident des SNH de Colmar und Regina Ostermann.

Fr 31.5.2019 14:00 -So 2.6.2019 18:00 Naturkundliche Exkursion Schwäbische Alb (Albert Reif)

Fr 5.7.2019 13:30-17:00 Baldenweger Hof b. Stegen/Wittental (Nikolas Schoof)

So 21.6.2020 Exkursion zum Langenhard bei Lahr ins Schutttertal (Regina Ostermann)

Ausgefallen sind: Entlebuch (3-tägig), Rumänien (2-wöchig).

Vortragsreihe WS 2019/20 fand planmäßig statt (siehe publiziertes Programm).

- Thema: Biodiversität und ihre Gefährdung (7 Vorträge, Koop. m. Museum u. Universität)
- Film im Planetarium „Zurück in die Heißezeit – die Klimageschichte der Erde“
- Zwei Halbtagsseminare (Biogeographie 8.1.20; Naturnähe d. Baumartenzusammensetzung 22.1.20)

Seminar „Ausgleich und Ersatz“ 4 Vorträge am 6.3. 2020. Die Themen waren:

- Rechtliche Rahmenbedingungen (Stefan Schill, LA Emmendingen)
- Stellungnahmen zu Planfeststellungsverfahren“ Christian Blank RP Stuttgart
- Baurechtlicher Ausgleich in 9 Gemeinden um den Schönberg (AR)
- Was ist ein Ökokonto und wie entstehen Ökopunkte? (Thomas Breunig, Karlsruhe)

Vortragsreihe WS 2020/21 coronabedingt abgesagt; Ersatz: 4 ZOOM-Vorträge an 3 Abenden, Themen:

- Grund zur Sorge? Fledermäuse und Krankheiten (Martin Straube LRA Ortenau)
- Atmosphärische Stickstoffeinträge (Dr. Andreas Prüß LUBW Karlsruhe)
- Stickstoffsensitive Lebensräume (Prof.Dr. Markus Röhl Hochschule Nürtingen)
- Gefährdungen der heimischen Weichtiere (Dr. Ira Richling, Naturkundemuseum Stgt.)

Weiterhin hat der BLNN unter dem Dach des Landesnaturschutzverbands an Stellungnahmen und bei der Förderung von Artenkenntnis mitgearbeitet. Zuletzt erfolgte eine ablehnende Stellungnahme zu geplanten Wohnmobilstellplätzen und einer Hotelerweiterung am Windgfallweiher (Januar 2021).

Vereinsinterne Schwerpunktthemen des Vorstands waren u. a. die Neustrukturierung der Forschungsförderung aus dem Prof. Kiefer-Fonds sowie die Erarbeitung eines zeitgemäßen

Konzepts der „Mitteilungen des BLNN“ als regional ausgerichtetes wissenschaftliches Publikationsorgan.

TOP 5: Berichte aus den Arbeitsgruppen

Botanischer Exkursionskreis Südbaden (BEKS):

Im Jahr 2019 fanden alle 6 geplanten Exkursionen statt (Schönberg, Stollenbach, Neuenburg, Notschrei, Höfener Höhe, Mauchen/Westbaar), wegen Trockenheit abgesagt wurde die Pilzexkursion mit Veronika Wähnert.

Im Jahr 2020 fanden von 10 angekündigten Exkursionen nur 5 statt:

- Wutachflühen, Wutachschlucht, Leitung Albert Reif und Christofer Traiser, (14.3./6.6.)
- Zollhausried und Aitrachtal unter Leitung von Friedo Kretzschmar, (20.6.)
- Stadtnatur in Herdern unter Leitung von Winfried Meier, (5.7.)
- Utzenfluh im Wiesental unter Leitung von Christoph Bausch und Georg Paulus. (15.8.)
- Pilzexkursion Schönberg, Günter Saar außer Programm 26.10.2019

AG Grönland:

Benoit Sittler berichtete: Das Grönland-Projekt war in den vergangen beiden Jahren im Wesentlichen mit den jährlichen Feldforschungen befasst. Dabei konnte diese Langzeitforschung um zwei weitere Jahre (32. + 33.) verlängert werden. Erwähnenswert ist vor allem die Dokumentation einer Erholung der Lemming-Population im Jahre 2019, die zum langersehnten (und vorausgesagten) Lemming-Peak in 2020 geführt hat. Zur letztjährigen Expedition kann hinzugefügt werden, dass sie nur Dank einer Sondergenehmigung der Greenland Covid Commission trotz Einreisesperre ermöglicht wurde. Dabei wäre es sehr bedauerlich gewesen, wenn man dieses Lemming-Peak verpasst hätte, inklusive die Beobachtung der Rückkehr der Schnee-Eulen, von denen 3 mit Satellitensender ausgerüstet wurden. Im Vergleich mussten andernorts in der Arktis, inklusive bei Partnerprojekten in Alaska, Kanadische Arktis, Sibirien und Spitzbergen die Feldforschungen coronabedingt ausfallen. Im März 2020 war zudem das Projekt noch mit zwei Teilnehmern bei der Konferenz der International Snowy Owl Working Group in Kirkenes (Lapland) vertreten. Auch für den kommenden Sommer laufen die Vorbereitungen auf Hochtouren.

Von AG Naturschutz, AG Fledermaus und FREAK liegen keine Berichte vor.

TOP 6: Bericht des Rechners

Seit der Übernahme der Kassenführung durch Josef Großmann am 3. April 2019 wurden einige Umstrukturierungen begonnen, auch im Hinblick auf die Konsolidierung des Mitgliederverzeichnisses. Die wichtigsten Punkte werden im Folgenden angesprochen. Der eigentliche Geschäftsbericht ist, da er nicht veröffentlicht werden soll, hier nicht wiedergegeben.

Struktur der Kasse

Die Bilanz des BLNN gliedert sich in drei Teile: A umfasst die Vereinskontoen, B die Abrechnung der Grönlandexpedition und C die Abrechnung der Arbeitsgruppe Naturschutz (AGN). Bei den Vereinskontoen (A) wurde das Girokonto bei der Postbank in 2019 aufgelöst, da es nur Kosten verursachte und nicht mehr genutzt wurde. Im Laufe des Jahres 2020 kamen

das sog. Bußgeldkonto und das Deko-Depot neu dazu. Das Bußgeldkonto wurde versuchsweise für ein Jahr eingerichtet mit dem Ziel, Spenden für den BLNN aus öffentlichen Bußgeldern zu generieren. Hierfür ist ein eigenes Konto unerlässlich, damit bezahlte Bußgelder nicht als Spende deklariert werden können. Sollte sich dieser Versuch nicht lohnen, wird das Konto wieder aufgelöst werden. Das Deko-Depot wurde eingerichtet um die Vermögen des Professor-Friedrich-Kiefer-Fonds anzulegen um Zinserträge zu generieren.

Hinweise zur Bilanz

Die Bilanz der Vereinskonto war in 2019 mit rund -4 T€ negativ und in 2020 leicht positiv. Der Grönlandexpedition verblieb in 2020 ein Überschuss von rund 9800 €, welcher als Rücklage etwa zum Kauf von GPS-Sendern für die Expedition in 2021 vorgesehen ist. Die Einnahmen der AGN überstiegen die Ausgaben um circa 1400 € in 2019. 2020 war die Bilanz der AGN mit rund - 7500 € stark negativ. Dies lag an der Anschaffung neuer Geräte. Der Verkauf der Alt-Maschinen wird in 2021 erfolgen. Insgesamt betrug das Vereinsvermögen zum 31.12.2020 99115,73 € (96111,54 € zum 31.12.2019)

Hinweise zu den Einnahmen und Ausgaben

Die Einnahmen des BLNN blieben in den Jahren 2019 und 2020 etwa gleich (ca. 14000€). Nach den Mitgliedsbeiträgen stellten Spenden an den BLNN den größten Einnahmeposten dar. Das erhöhte Spendenaufkommen hängt mit der Konsolidierung der Mitgliederliste zusammen und beinhaltet viele versäumte Mitgliedsbeiträge der vergangenen Jahre. In 2020 wurden Erträge aus der Finanzanlage (siehe Friedrich-Kiefer-Fonds) verbucht. Weitere Einnahmen waren in 2020 eine LNV-Förderung für ein Forschungsprojekt als auch der Verkauf von Büchern (Sonderband Mooswald, Schönberg).

Die beiden größten Ausgabeposten über rund 5000€ waren die Druckkosten für die Mitteilungen und Gelder für Forschungsförderung. Versandkosten stellen in Summe den drittgrößten Ausgabeposten dar, wobei diese Höhe auch durch den Corona-bedingt erhöhten Postversand erklärt werden kann. Die Beiträge für die Vereinshaftpflichtversicherung wurden für die beiden Jahre 2019 und 2020 in 2020 abgebucht, da es hier durch die Vertragsumstellung zu Verzögerungen kam. Corona-bedingt waren die Kosten für Referenten und die Vortragsreihe in 2020 deutlich geringer als 2019.

Friedrich-Kiefer-Fonds

In den vergangenen Jahren waren keine Zinseinnahmen aus dem Friederich-Kiefer-Fonds (FKF) zu verzeichnen. Bedingung bei der Einrichtung des FKF war, dass die Erträge aus der Bewirtschaftung des FKF zur Forschungsförderung verwendet werden sollen. Wenn keine Zinseinnahmen anfallen, wäre auch keine Forschungsförderung aus dem FKF möglich, ohne das Vermögen abzuschmelzen. Letzteres widerspricht den Bedingungen bei der Errichtung des FKF, daher entschloss sich der Vorstand des BLNN 2020 die Hälfte des Vermögen des FKF in mündelsicheren Anlagen bei der Deko-Investmentbank anzulegen um einerseits das Vermögen zu halten und andererseits Zinserträge/Ausschüttungen aus dem Vermögen zu generieren. Das Wort „mündelsicher“ ist in diesem Zusammenhang von Bedeutung, da es sich um Vereinsvermögen handelt und keine private Geldanlage darstellt. Eine Liste mit mündelsicheren Fonds wird vom Deutschen Fondsverband BVI geführt. Die Vorgabe der

Mündelsicherheit schränkt die Wahl von Anlage-Fonds ein. Nach intensivem Austausch wurde das Vermögen in drei Fonds (halb Renten, halb Aktien) investiert.

Forschungsförderung

Der BLNN ist aufgrund seines satzungsgemäßen Zwecks zur „Förderung von Wissenschaft und Forschung“ gemeinnützig. Seit 2020 hat der Vorstand die Forschungsförderung vom Friederich-Kiefer-Fonds gelöst und allgemeine Grundsätze zur Forschungsförderung durch den BLNN erarbeitet. In den Jahren 2019 und 2020 wurden vier Projekte gefördert:

- terrestrische Arthropodenfauna des Eulitorals am nördlichen Bodenseeufer
- Entwicklung von Mikrohabitaten an Pionierbaumarten
- Falter bei Lenzkirch
- Ameisenbestimmung im Kaiserstuhlprojekt

Sonstige Bemerkungen zur Kasse

Der vereinfachte Spendennachweis gilt künftig für Spenden bis zu 300,-- Euro (bisher 200,-- Euro). Als Nachweis gilt dann auch der Bareinzahlungsbeleg oder die Buchungsbestätigung (z. B. ein Kontoauszug). Mitgliedsbeiträge werden immer in dem Jahr verrechnet in dem sie gebucht wurden. Die Steuererklärung für die Jahre 2017-2019 verlief problemlos, die Gemeinnützigkeit des BLNN durch „Förderung von Wissenschaft und Forschung“ besteht weiterhin. Vereinshaftpflichtversicherung wurde erneuert.

TOP 7 u. 8: Kassenprüfung und Entlastung des Rechners

Die Kasse wurde durch Nicolas Schoof und Friederike Strauß geprüft. Es liegen keine Beanstandungen vor. Die Kassenprüfer bitten daher die Mitglieder, den Rechner zu entlasten. Nach einstimmiger Entlastung (unter Enthaltung der Betroffenen) dankt Albert Reif dem Rechner und den beiden Kassenprüfern für ihre Tätigkeit.

TOP 9: Bericht der Schriftleitung der „Mitteilungen des BLNN“

Seit Juli 2020 ist die (kommissarische) Schriftleitung ein Team aus Gerd Süßbier und Christopher Traiser. Band 23 soll im April 2021 erscheinen. Das Umbruchverfahren ist neu. Band 24 ist ein Sonderband zur Situation und Zukunft der Urwälder Rumäniens (Autoren: Rainer Luick, Albert Reif, Erika Schneider, Manfred Grossmann, Ecaterina Fodor) und ebenfalls für April 2021 vorgesehen; neu ist die zeitliche Trennung von digitaler und Print-Version.

Zum Zukunftskonzept der Mitteilungen gingen Rückmeldungen von Mitgliedern ein, die in die weitere Planung integriert werden. Das seit Juni 2020 erarbeitete Konzept zielt darauf ab, die Online-Verfügbarkeit zu verbessern, die Beiträge den formellen Wissenschaftsstandards anzupassen, eigeninitiativ Beiträge einzuwerben und hierfür einen – noch zu bildenden – Beirat zu installieren. Zudem sollen umweltpolitische Berichte sowie ein ansprechenderes Äußeres die Mitteilungen attraktiver machen – auch für Personen jenseits des BLNN-Mitgliederkreises. Die Rückmeldungen der Mitglieder waren überwiegend zustimmend. Die Cover-Neugestaltung wird bereits mit Band 23 umgesetzt. Darüber hinaus gingen Wünsche nach mehr Berichten über regionale Naturschutzprojekte, BLNN-Vorträge und -Exkursionen sowie Informationen über das sonstige Vereinsgeschehen.

TOP 10: Entlastung des Vorstandes, siehe Abstimmungen unter TOP 12.**TOP 11: Vorschau auf den Haushaltsplan 2021/22**

Für kommendes Jahr ist die Auflösung des Sumser Fonds vorgesehen. Nach Rücksprache mit dem Gründer Dr. Dieter Knoch wird das Vermögen dem Friederich-Kiefer-Fonds zugeführt.

TOP 12: Wahlen bei der Mitgliederversammlung im April 2021

Alle 2 Jahre muss satzungsgemäß der gesamte Vorstand neu gewählt werden. Die Abstimmungen wurden schriftlich durchgeführt. Die Wahlzettel lagen dem Einladungsschreiben zur Mitgliederversammlung bei. Abzustimmen war über die Entlastung des gesamten Vorstandes, weiterhin über die Neuwahl der einzelnen Vorstandsmitglieder jeweils separat. Für jeden Posten lag nur eine Kandidatur vor. Die Liste sowie schriftliche Vorstellung der neu sich bewerbenden Personen lag ebenfalls der Einladung bei (Anhang). Der Posten „Schriftleitung“ wurde gesplittet: Es bewarben sich Gerd Süßbier (1. Schriftleiter) sowie Christopher Traiser (Vertreter bzw. 2. Schriftleiter) als Tandem um diesen zeit- und arbeitsaufwändigen Posten. Zudem sind 2 Kassenprüfer zu wählen, Abgabe-Stichtag für die Stimmzettel war 23.4.2021 (Poststeingang). Die Stimmauszählung der Wahlzettel fand im Hörsaal R400 im Herderbau statt. Beteiligt sind das BLNN-Mitglied Matthias Jäger (als Mitglied außerhalb des bisherigen Vorstandes), assistiert von Albert Reif, Gerd Süßbier, Joachim Bammert, Zeit 10:00 – 13:00. Gesamtzahl der eingereichten Stimmzettel = 114, davon einer ein leeres Blatt. Gültige Stimmen 113.

Stimmenverteilung:	für d. Antrag	gegen d. Antrag	Enthaltung
Entlastung des Rechners	112	0	1
Zukunftskonzept der Mitteilungen	111	0	2
Entlastung des Vorstandes	111	0	2

Vorstandswahl:

1. Vorsitzender A. Reif	112	0	1
2. Vorsitzender W. Ostendorp	111	0	2
Schriftführer J. W. Bammert	111	0	2
Rechner J. Großmann	111	0	2
Schriftleiter G. Süßbier/C. Traiser	111	0	2
1. Kassenprüfer F. Strauß	112	0	1

(2. Kassenprüfer N.N.: Keine Person nominiert, daher nicht wählbar, viele Enthaltungen)
Doppelt nachgezählt und zusätzlich überprüft.

Nicht gewählt, sondern vom künftigen Vorstand berufen werden müssen die Positionen Webmaster und Bibliothekar bzw. Bibliothekarin. Hier zeichnet sich ab, dass Peter Rasch (Webmaster) seine Aufgabe weiterführen möchte, und dass Ingeborg Haug die Tätigkeit der bisherigen Bibliotheksbeauftragten Daniela Prange, die aus beruflichen Gründen das Amt abgibt, weiterführen möchte.

TOP 13: Vorschau auf das Sommerprogramm 2021

Im SS 2021 sind ein- und mehrtägige Exkursionen vorgesehen, die allerdings dem Corona-Vorbehalt unterliegen.

19.6.2021, 9:00-ca.17:00 Bannwald/NSG Zweribach (Thomas Ludemann)

22.6.-24.6. Biosphärengebiet Entlebuch (Gruppe 1)

25.6.-27.6. dito (Gruppe 2) Führung: Franz Portmann.

2.8.-5.8. Mittelfranken (Ansbach – Bad Windsheim) Leitung: Albert Reif.

Aufgrund der unsicheren Lage sollen zusätzlich 2 bis 3 Seminarvorträge als ZOOM-Konferenzen angeboten werden. Alle Mitglieder, deren Email-Adressen vorliegen, werden benachrichtigt.

TOP 14: Kurzbericht laufender Aktivitäten

Hinsichtlich der Vortragsreihe im kommenden Wintersemester soll versucht werden, ausgefallene Vorträge nachzuholen, diese auch aufzuzeichnen und den Mitgliedern als Video-Vortrag anzubieten.

TOP 15: Verschiedenes.

Albert Reif (Versammlungsleiter)

Joachim Bammert (Protokollschreiber)

Anhang

Vorstellung der neu kandidierenden Vorstandsmitglieder

Bewerbung als 1. Schriftleiter: Gerd Süßbier

„Seit zehn Jahren bin ich Mitglied im Badischen Landesverein und verfolge die Exkursionen und Vorträge mit Interesse. Die großen Leistungen des Vereins bestehen meiner Meinung einerseits im Austausch wissenschaftlicher Erkenntnisse, andererseits in der Wissensvermittlung an ein interessiertes Laienpublikum. Diese Ziele des BLNN und seine „engagierte Wissenschaftlichkeit“ würde ich gerne unterstützen. Seit Jahresbeginn 2021 bin ich im Ruhestand und habe nun die Gelegenheit dazu. Zu meiner Person: Ich habe Forstwissenschaft und Journalistik studiert und habe zuletzt im Presseamt der Stadt Freiburg gearbeitet und verschiedene Printmedien betreut. Überdies biete ich ehrenamtlich seit vielen Jahren Exkursionen für die Naturfreunde, das Waldhaus Freiburg und den BUND an. Für die Mitteilungen des BLNN wünsche ich mir eine breite Resonanz in den naturkundlich engagierten Kreisen unserer Region. Dafür würde ich mich gerne einsetzen.“

Bewerbung als Stellvertreter und 2. Schriftleiter: Christopher Traiser

„Ich bin seit gut 20 Jahren Mitglied im BLNN. Nach meinem Studium in Freiburg war ich lange Zeit im Datenmanagement geowissenschaftlicher Daten sowie in der Konzeption und am Aufbau von Forschungsdatenbanken tätig. Vor diesem Hintergrund reizt mich die Tätigkeit in der Schriftleitung in Zusammenarbeit mit Gerd Süßbier, da ich eine gute inhaltliche Ergänzung von uns beiden bei der Herausgabe der Mitteilungen des BLNN sehe.“

Bewerbung für die Betreuung der Bibliothek des BLNN: Ingeborg Haug

„Die Themen und Aktivitäten des BLNN habe ich über die Zeitschrift Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz kennengelernt. Mein besonderes Interesse gilt dem Thema Naturschutz in der Regio. Ich bin Diplom-Bibliothekarin und leite seit über 30 Jahren die Bibliothek der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt in Freiburg. In dieser Zeit habe ich vielfältige Kontakte vor allem im Bereich Forst und Naturschutz gepflegt, immer verbunden mit einem intensiven Schriftentausch. Ende Mai dieses Jahres gehe ich in Ruhestand und möchte mich in einem neuen Betätigungsfeld mit Bezug zur Natur einbringen. Daher würde ich gerne die Betreuung der Bibliothek des BLNN übernehmen.“

Protokoll der Mitgliederversammlung am 6. April 2022

Tagesordnung

1. Begrüßung durch den 1. Vorsitzenden Albert Reif, Feststellung der satzungsgemäßen Einladung, Erläuterungen zur Mitgliederversammlung
2. Ehrung der verstorbenen Mitglieder
3. Mitgliederentwicklung im Berichtszeitraum April 2021 bis März 2022
4. Bericht der beiden Vorsitzenden (Albert Reif, Wolfgang Ostendorf)
5. Berichte aus den Arbeitsgruppen AGN, FREAK, AGF, BEKS, Grönland
6. Kurzbericht über verschobene Entlastung von Kassenführer und Vorstand
7. Bericht der Schriftleitung (Gerd Süßbier, Christopher Traiser)
8. Informationen zur geplanten Neufassung der Satzung (Wolfgang Ostendorf)
9. Vorschau auf den Haushaltsplan 2022 (Josef Großmann)
10. Vorschau auf das Programm im Sommer 2022 (Albert Reif)
11. Kurzbericht über laufende Aktivitäten des Vereins (Albert Reif)
12. Verschiedenes und Anregungen von Seiten der Mitglieder

TOP 1: Begrüßung und Eröffnung durch den 1. Vorsitzenden Albert Reif

Albert Reif begrüßt die zugeschalteten Teilnehmer. Alle Mitglieder sind satzungsgemäß eingeladen worden. Aufgrund der noch andauernden Krise der Corona-Pandemie darf die Universität uns noch keinen Raum für die Mitgliederversammlung zur Verfügung stellen, und die Anmietung eines außeruniversitären Raumes können wir uns nicht leisten. Daher findet die Versammlung wieder als online-ZOOM-Übertragung statt und dient nur der Information und Diskussion. Beschlussfassungen sind nicht vorgesehen, und Wahlen stehen keine an. Siehe dazu auch TOP 6.

TOP 2: Ehrung verstorbener Mitglieder

Es lagen die Angaben von 7 im Jahr 2021 verstorbenen Mitgliedern vor.

Prof. Dr. Günther Reichelt ist am 1.5.2021 gestorben. Er stand in seinem 95. Lebensjahr und war 70 Jahre lang Mitglied des BLNN, also Mitglied seit 1951.

Außerdem sind im Jahr 2021 verstorben:

Hans Dudel	Mitglied seit 1971	siehe MV am 14.4.2021
Gerda Einhart	Mitglied seit 1988	siehe MV am 14.4.2021
Franz Filser	Mitglied seit 1973	
Dieter Heß	Mitglied seit 1954	
Dieter Kühnen	Mitglied seit 1987	siehe MV am 14.4.2021
Hanspeter Sauter	Mitglied seit 1987	siehe MV am 14.4.2021

TOP 3: Mitgliederentwicklung im Berichtszeitraum April 2021 bis März 2022

Jubiläen: Es wurden einige (wohl nicht alle) 50-jährige und 25-jährige Mitgliedschaften ehrend genannt, können jedoch hier nicht publiziert werden, siehe Versammlungsprotokoll 2017, wo dies zum ersten Mal der Fall war.

Neue Mitglieder: Entsprechendes gilt für die Neumitglieder, die wir herzlich begrüßen, aber nicht namentlich nennen. Im Zeitraum 1.4.-31.12.2021 sind 17 neue Mitglieder gemeldet, im Zeitraum 1.1.-31.3.2022 weitere 4 neue Mitglieder. Eine andere Quelle nennt 28 Neueintritte. Vielleicht sind dort die Fälle vom 1.1. bis 14.4.2021 mitgezählt worden.

Austritte: 6 Mitglieder haben im Berichtszeitraum ihre Mitgliedschaft gekündigt.

Todesfälle: 7 Mitglieder sind im Berichtszeitraum verstorben. (s.o.)

Zwei Mitglieder wurden gestrichen, da sie seit mehr als drei Jahren keinen Beitrag mehr entrichtet haben. Der Mitgliederbestand lag zum Jahresende 31.12.2021 bei 358 (Ausgangswert =342). Zwischen dem 01.01.2022 bis April 2022 gab es 4 Beitritte, 1 Austritt, 1 Todesfall (von 2019 nachgemeldet)

Der nachgemeldete Todesfall betrifft Paul Bühler, Mitglied seit 1973.

Mitgliederbestand: 360 (zum 31.3.2022).

TOP 4: Bericht der beiden Vorsitzenden

Wahlen 2021: Im Anschluss an die vorige Mitgliederversammlung vom 6.4.2021 wurden schriftlich auf postalischem Wege Wahlen durchgeführt, deren Ergebnisse hier nochmals rekapituliert werden sollen:

Die Stimmauszählung der Wahlzettel erfolgte im Hörsaal R400 im Herderbau durch das nicht zum Vorstand gehörige BLNN-Mitglied Matthias Jäger, assistiert von Albert Reif, Gerd Süßbier, Joachim Bammert. Alles wurde doppelt nachgezählt und zusätzlich überprüft. Das Ergebnis lautet:

Gesamtzahl der eingereichten Stimmzettel = 114, davon einer ein leeres Blatt. Gültige Stimmen 113.

<u>Stimmenverteilung:</u>	<u>für d.Antrag</u>	<u>gegen d.Antrag</u>	<u>Enthaltung</u>
Entlastung des Rechners	112	O	1
Zukunftskonzept der Mitteilungen	111	O	2
Entlastung des Vorstandes:	111	O	2
<u>Vorstandswahl:</u>			
1. Vorsitzender A. Reif	112	O	1
2. Vorsitzender W. Ostendorp	111	O	2
Schriftführer J.W. Bammert	111	O	2
Rechner J. Großmann	111	O	2
Schriftleiter G. Süßbier/C. Traiser	111	O	2
1. Kassenprüfer F. Strauß	112	O	1

(2. Kassenprüfer N.N.: Keine Person nominiert, daher nicht wählbar, viele Enthaltungen)

Exkursionen im Sommer 2021:

Es konnten drei Exkursionen erfolgreich durchgeführt werden.

- Exkursion im Bannwald/NSG Zweribach bei St. Peter am 19.06.2021 Führung: Thomas Lüdemann. Geschichtsträchtiger Lebensraum zwischen Urwald und „Urwald von morgen“ – Landnutzungswandel und natürliches Vegetationsmosaik.

- Exkursion ins Biosphärenreservat Entlebuch/Kt.Luzern mit Franz Portmann, Unterkunft im Berggasthaus Salwidi; die schon für 26.-28.6.2020 vorgesehene und dann abgesagte Exkursion konnte endlich nachgeholt werden. Der Zuspruch war so groß, dass zwei Gruppen gebildet wurden (22.-24.6. und 25.-27.6.2021).

- Exkursion nach Mittelfranken 2.-7.8.2021 mit Unterbringung im Naturfreundehaus Gumbertusbrunnen. Themen waren die Vegetation der Hutungen für Schafe sowie die noch aktive Mittelwaldbewirtschaftung im Steigerwald. Besucht wurden u.a. die Kreuzeiche auf dem Bocksberg bei Ansbach, einer der ältesten und umfangreichsten Bäume Deutschlands.

Rückblick auf die Vortragsreihe im Wintersemester 2021/22

Die Vortragsreihe des Vereins im Winterhalbjahr 2020/2021 stand unter dem Rahmenthema „Unbekannte Biodiversität“ und wurde in Kooperation mit dem Museum Natur und Mensch und der Universität durchgeführt. Wie schon früher wurde das Programm in einem Faltblatt mitgeteilt. Zunächst bestand die Aussicht, dass die Veranstaltungen wieder in Präsenz stattfinden können, wenn auch unter den geforderten Corona-Schutzmaßnahmen. Damit die Hörer auf Distanz gesetzt werden können, waren ausreichend große Räume bereitgestellt worden. Bei Beginn der Vortragsreihe jedoch hatte sich die Situation wieder so verschlechtert, dass nach dem zweiten Vortrag auf ZOOM-online-Veranstaltung umdisponiert werden musste, nachdem die ersten beiden noch hybrid durchgeführt werden konnten, d.h. präsent und ZOOM-online simultan. Die 8 Vorträge waren:

27.10.2021 Dr. Helmer Schack-Kirchner, Universität Freiburg: Was machen der Badische Riesenregenwurm und andere Würmer Südbadens im Boden?

10.11.2021 Prof. Dr. Rainer Luick, HS Rottenburg: Unser Essen, unsere Landschaften – was sich seit der Entdeckung Amerikas alles verändert hat.

30.11.2021 Dr. Frank Krumm, WSL Birmensdorf, Univ. Freiburg: Geschichte der Zeidlerei, Baumbienenhaltung.

08.12.2021 Uwe Fischer, Fischtours Berlin: Rumäniens letzte Hirten (Filmabend)

14.12.2021 Karsten Horn, Dormitz/Franken: Formenvielfalt, Biologie und Ökologie der Flachbärlappe (*Diphasiastrum* spp.) Mitteleuropas.

12.01.2022 Prof. Dr. Peter Biedermann, Universität Freiburg: Alkohol, Inzucht und Kinderarbeit – Unbekanntes von Borken- und Ambrosiakäfern.

09.02.2022 Robert Klessner, Naturkundemuseum Leipzig: Blockhalden und ihre Arthropoden – Eiszeitliche Refugien in deutschen Mittelgebirgen.

23.02.2022 Prof. Dr. Jörg Ewald, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf: Cool to be poor: Kann man nährstoffarme Lebensräume in einer Überfluggesellschaft erhalten?

Filmvorführungen und Seminare:

Der für den 17.12.2021 vorgesehene Film „Feuer! – Die kosmische Geschichte des Sauerstoffs“ im Planetarium wurde abgesagt. Von den beiden angekündigten Halbtagsseminaren konnte nur das erste stattfinden.

18.11.2021 Halbtagsseminar „Wälder und Waldbewirtschaftung der Hartholzaue an Rhein und Donau“. Hierbei ging es vorwiegend um neuere Veränderungen und Probleme in diesen Ökosystemen, wie z.B. den Niedergang der Eschen- und Ulmen-Bestände.

27.01.2022 Halbtagsseminar „Perspektiven des Naturschutzes“. Dieses Seminar musste abgesagt werden. Nur ein Beitrag wurde zu einem Abendvortrag umgewandelt, der wie die anderen der Reihe online mit ZOOM übertragen wurde:

27.01.2022 Dr. Gerhard Bronner, LNV Baden-Württemberg: Perspektiven des Naturschutzes in Baden-Württemberg. Die Mühe hat sich gelohnt. Es wurden 116 Teilnehmer gezählt.

TOP 5: Berichte aus den Arbeitsgruppen AGN, FrEAK, AGF, BEKS, Grönland

Von AGN und AGF liegen keine Berichte vor.

FrEAK: Für den Freiburger Entomologischen Arbeitskreis verliert Albert Reif den Bericht des Sprechers Frank Baum. Die ehemals aktive Mehrheit des Arbeitskreises ist stark überaltert. Viele mussten die Sammeltätigkeit aufgeben, bestenfalls stark einschränken. Dies gilt auch für den Sprecher selbst, der ja auch immer älter wird. Die jüngeren Mitglieder sind beruflich stark in Anspruch genommen und mit Arbeit überlastet. Sie haben kaum genügend Zeit für die ehrenamtlich erfolgende Bemühung um die regionale Entomologie. Aber für das Frühjahr 2022 ist ein Wiederbelebungsstreffen geplant.

BEKS: Für den Botanischen Exkursionskreis Südbaden berichtet Albert Reif: Im Jahr 2021 fanden sechs Exkursionen statt.

08.05.2021 Kostgefall/Rohrhardsberg, Leitung: F. Kretzschmar, A. Reif, P. Stratz

15.05.2021 Limberg/Lüzelberg bei Sasbach, Leitung Winfried Meier

22.05.2021 Isteiner Klotz Standorte, Vegetation, altes Dorf Istein, Mickey Wiedermann; wurde in eine private Exkursion umgewandelt um stattfinden zu können.

13.06.2021 Falter und Vegetation im Gletscherkessel Präg, Leitung: Ch. Bausch, G. Paulus

10.07.2021 Arboretum in Günterstal, Leitung Winfried Meier

17.07.2021 Wutachschlucht (Muschelkalkteil), Leitung: A. Reif, Ch. Traiser

29.09.2021 Pilzexkursion, Leitung Veronika Wähnert

Fessenheimer Rheininsel 24.4. wurde abgesagt, wird später nachgeholt.

AK Grönland-Expedition: Benoît Sittler berichtet (z.T. ergänzender Nachtrag).

Im Jahr 2021 fand die 34. Expedition des Karupelv-Valley-Projekts statt. Corona verursachte Komplikationen für die Einreise über Island und Grönland. Am 1. Juli öffnete Grönland den Zugang an die Ostküste. Der Hinflug erfolgte am 1. Juli. Das deutsch-französische Team umfasste diesmal 5 erfahrene und 3 neue Teilnehmer. Die Schneeschmelze zeichnete sich schon Anfang Juni ab. Die Hütte auf der Insel Traill war diesmal unbeschädigt, und die Feldarbeiten konnten unverzüglich beginnen. Zur Vermessung des Untersuchungsgebiets kam erstmals eine Drohne zum Einsatz. Es wurden 32 Flüge durchgeführt - eine sehr zeitaufwändige Arbeit. Dies ermöglicht ein hochauflösendes Geländemodell (Auflösung 10 cm).

Die Ergebnisse sind zusammengefasst folgende: Lemminge sind zurückgegangen auf einen mittleren Stand (471 Winterester gezählt), entsprechend einer Dichte von <1 Lemming/ha; Direktbeobachtung im Sommer 2021 nur 2 Lemminge. Schnee-Eulen hatten keine Brut. Falkenraubmöwen brüteten mit wenig Erfolg (nur ein Jungvogel wurde flügge). Von Polarfüchsen waren 6 Bauten belegt, aber nur wenige Welpen überlebten den Sommer. Ein Fuchspaar wurde mit GPS-Halsband-Sendern ausgerüstet. Die hochaufgelösten Bewegungsmuster zeigen nun das Revierverhalten bei mittleren Lemmingdichten. Hermeline sind wohl erst spät im Winter eingewandert, denn nur 3 Lemming-Winterester waren von ihnen besetzt. Aber im Frühjahr haben sie sich erfolgreich fortgepflanzt. Die 4 Direktbeobachtungen sind ungewöhnlich viel, was für den folgenden Winter (21/22) einen hohen Fressdruck auf die Lemminge erwarten lässt.

Im Rahmen der Beteiligung am internationalen Interactions-Programm wurden 6 Nester von Sanderlingen beobachtet, 50 Vögel neu beringt. An Falkenraubmöwen wurden zwei Geollogger und ein GPS-Sender angebracht, von denen man sich neue Einblicke in das Zugverhalten nach Süden verspricht. Die nur am Rande vermerkten Beobachtungen von Eisbären bestätigen den Eindruck zunehmender Verlagerung von deren Aktivität aufs Festland.

Die bevorstehende 35. Kampagne lässt ein Tief in der Lemmingpopulation erwarten, aber auch die Hoffnung, dass die neu erschlossenen Datenquellen Ergebnisse bringen. Die Vortagsreisen und Teilnahme an internationalen Kongressen sind leider z.T. durch Corona-Probleme stark eingeschränkt. Auch ist künftig unsicher, ob die russischen Kollegen vertreten sein können - bedauerlich, da etwa 1/3 aller Forscher auf dem Gebiet Russen sind.

Die Forschungsgruppe bedankt sich auch beim BLNN für die andauernde Unterstützung und getätigte Spenden.

TOP 6: Bericht über Kassenführung und Entlastung

Kurzbericht über verschobene Entlastung von Kassenführer und Vorstand: Unter den gegenwärtigen Bedingungen der online-Versammlung müsste die Entlastung, die zumindest für den Kassenführer (Josef Großmann) anstünde, mittels schriftlicher Abstimmung und Rücksendung von Abstimmungsbögen durchgeführt werden. Dies wäre sehr aufwändig und

möglicherweise mit einer nur niedrigen Rücklaufquote verbunden. Daher werden diese Entlastungen verschoben und erst in 2023 für die zusammengefassten Perioden 2021/22 und 2022/23 durchgeführt. Aus diesem Grund entfiel in der Versammlung auch der Kassenbericht.

Forschungsförderung: Es wurden in 2021 insgesamt 800 € als Forschungsförderung ausgeschüttet für drei Masterarbeiten zum Thema Allmendweiden im Schwarzwald.

TOP 7: Bericht der Schriftleitung (Gerd Süßbier, Christopher Traiser)

Die beiden Schriftleiter berichten gemeinsam, dass nach neuer Zählung die Hefte nicht mehr zu Bänden zusammengefasst werden; was früher Heft hieß, heißt nun Band. In 2021 sind zwei Bände der Mitteilungen des BLNN erschienen, ein regulärer Band 23 und als Band 24 der Themenband „Urwälder im Herzen Europas“, der die Urwälder in Rumänien zum Thema hat. Zur Werbung für diesen Band wurde einiges erfolgreich unternommen.

Andere im Berichtszeitraum vorgenommene Entscheidungen betreffen das neue Erscheinungsbild der Zeitschrift, die Einführung von DOI-Nummern, durch die Texte dauerhaft eindeutig gekennzeichnet sind; auch wird für Layout, Formatierung und Umbruch endgültig auf das Programm Adobe InDesign umgestiegen. Neu ist auch die Einführung eines Review-Verfahrens. Es wird den Autoren empfohlen, jeder soll für seinen Artikel etwa 3 mögliche Gutachter selbst vorschlagen. Ein fester allgemeiner Termin für den Redaktionsschluss soll künftig entfallen. Eine digitale Vorveröffentlichung einzelner Beiträge wird vorgenommen, während die Druckversion erst dann erscheint, wenn der Band „voll“ ist. Bei der Themenwahl soll künftig etwas mehr als in den vorangegangenen Jahren auf Naturschutz und Exkursionsberichte geachtet werden, was der Tradition des Vereins entspricht.

TOP 8: Informationen zur geplanten Neufassung der Satzung

Der zweite Vorsitzende Wolfgang Ostendorf berichtet: Ein wichtiges Thema ist die Neufassung der Satzung des BLNN: Der Vorstand hat im Herbst 2021 die Satzung in der Fassung vom 03.08.2005 geprüft und dabei festgestellt, dass sie in vielen Punkten einer Überarbeitung und Ergänzung bedarf. Diese Neugestaltung hat der Vorstand daraufhin als einen Vorschlag (Fassung Februar 2022) ausgearbeitet. Dabei ist der zweite Vorsitzende federführend. Das derzeitige Ergebnis wurde allen Mitgliedern als Anlage zum Rundschreiben vom März 2022 zugesandt mit der Ermunterung, dazu kritisch Stellung zu nehmen. Änderungs- und Ergänzungsvorschläge kann jedes Mitglied bis 31.10.2022 einreichen, damit ein neu überarbeiteter Entwurf dem Registergericht Freiburg zur Prüfung und im Frühjahr der Mitgliederversammlung 2023 zur Beschlussfassung vorgelegt werden kann.

TOP 9: Vorschau auf den Haushaltsplan (Kassenbericht) 2022

Der Rechner, Josef Großmann, berichtet: Da noch keine Kassenprüfung erfolgt ist, und die Abrechnungen der Arbeitsgruppen teilweise noch nicht vorliegen, beschränkt sich der Bericht auf die vorläufigen Zahlen der BLNN-Kernkonten, insbesondere das Girokonto bei der Sparkasse. Vergleicht man den Kontoverlauf von 2021 mit dem des Vorjahres, fällt auf, dass deutlich mehr Spenden eingegangen sind. Jedoch waren die Druckkosten sehr hoch (vorläufige Zahl: ca. 7300€, für zwei Mitteilungsbände). Die Forschungsförderung ist zurückgegangen (siehe Einschiebung bei TOP 6). Die aktuelle finanzielle Aufstellung (Stand März/April 2022) ist zufriedenstellend. Die Zahl der Konten ist verringert; das Konto des Sumser-

fonds wurde im Einverständnis mit D. Knoch, der es seinerzeit (1969/70) im Namen des Vereins gegründet hatte, aufgelöst (Vorstandsbeschluss vom 24.01.2022), man vergleiche dazu auch Mitt. BLNN Bd. 23 S.212-215. Auch das Bußgeldkonto wurde wegen Aussichtslosigkeit gelöscht. Die Mitgliederentwicklung ist positiv, größere Ausgaben stehen zur Zeit nicht an.

TOP 10: Vorschau auf das Programm im Sommer 2022

Der erste Vorsitzende, Albert Reif, berichtet, welche Veranstaltungen im kommenden Sommer geplant sind.

BLNN-Exkursion So.12.6. bis Mi.15.6.22 „Landschaften und Lebensräume Nordostbayerns“

Vier Teilziele werden – von Bildern unterstützt – besonders hervorgehoben: Wälder des Fichtelgebirges (z.B. „Platte“ und Schneeberg), Tanzlinde bei Limmersdorf, Kleinziegenfelder Tal (Schutzkonzept für Vegetation und Tierwelt z.B. Uhu, Wanderfalke, Apollofalter), Stadtbesuch in Bayreuth (Botanischer Garten, Urweltmuseum Oberfranken, auch Wagner-Museum und Liszt-Museum sind möglich). Das ausführliche Programm ging als Anhang zum Rundschreiben vom März 2022 allen Mitgliedern zu.

BEKS-Exkursionen: Geplant sind 9 Exkursionen. Ob sie alle stattfinden können, hängt wie z.Zt. üblich von der Entwicklung der Bedingungen ab. Auch dieses Programm lag dem Rundschreiben bei.

13.03.2022 Landschaft, Flora und Vegetation der „Wutachflühen“ (A. Reif)

26.03.2022 Moose und Flechten am Schönberg bei Freiburg (R. Kray)

29.04.2022 Rheinaue, „Trockenaue“ der Fessenheimer Rheininsel (A. Reif)

21.05.2022 Falter und Orchideen im NSG Ochsenberg-Litzelstetten (Ch. Bausch, G. Paulus)

29.05.2022 Arboretum Freiburg-Günterstal (W. Meier)

25.06.2022 Wälder und Grünland am Schönberg bei Freiburg (A. Reif)

26.06.2022 Pflanzenarten des Grünlands am „Schafhof“ bei St. Peter (A. Reif)

10.07.2022 Eichberg/Wutachschlucht (M. Wiedermann)

24.07.2022 Von der Rheinaue zum Schlossberg von Burkheim (W. Meier)

TOP 11: Kurzbericht über laufende Aktivitäten des Vereins (Albert Reif)

Über den Landes-Naturschutz-Verband (LNV) sind derzeit Bemühungen zur Stadtentwicklung Freiburgs im Gange.

TOP 12: Verschiedenes und Anregungen von Seiten der Mitglieder

Alle Mitglieder sind angesprochen, Ideen beizusteuern, wie Beiräte angeworben werden können, die laut Satzung zwar kein eigenes Vereinsorgan sein sollen, aber den Vorstand in bestimmten Fragen und Tätigkeiten unterstützen. Außerdem sind jederzeit Vorschläge, Vorstellungen und Wünsche gefragt, zu welchen Themen Vorträge ins Programm des Wintersemesters aufgenommen werden sollen/können. Auch mögliche Rahmenthemen sind gefragt.

Der erste Vorsitzende Albert Reif spricht vielen Dank an den BLNN-Vorstand und an die Mitglieder und Freunde des Vereins aus und schließt die Versammlung um 19:50 Uhr.

Albert Reif (Versammlungsleiter)

Joachim W. Bammert (Protokollführer)

Hinweise für Autorinnen und Autoren

1. Profil

Die „Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz e. V.“ (BLNN) publizieren regionalspezifische Beiträge aus dem südwestdeutschen und angrenzenden Raum mit den Schwerpunkten Botanik, Zoologie, Geologie, Landschafts- und Landnutzungsgeschichte sowie Naturschutz. Inhalte aus anderen Regionen mit Bezug zur regionalen Forschung sind willkommen. Insbesondere werden hier die Ergebnisse von Projekten, die durch den BLNN gefördert wurden, publiziert. In den Mitteilungen werden

- wissenschaftliche Originalbeiträge (bis 25 Druckseiten inkl. Abbildungen u. Tabellen, bzw. 50.000 Zeichen ohne Leerzeichen)
- Kurzmitteilungen
- Funde und Exkursionsberichte
- Nachrufe und Archivnachrichten
- Rezensionen und Literaturberichte
- Vereinsnachrichten

veröffentlicht. Die fertigen Beiträge stellen wir nach Abschluss des Lektorats zeitnah über den Dokumentenserver FreiDok der Universität Freiburg frei zugänglich zur Verfügung. Die Druckausgabe sammelt alle im Laufe eines Jahres entstandenen Beiträge. Alle erscheinen mit einem DOI (Digital Object Identifier).

Bitte senden Sie uns, soweit nicht anders abgesprochen, fachlich wie sprachlich druckreife Beiträge (Text, Abbildungen, Tabellen, Anhänge). Bei den eingereichten Beiträgen muss es sich um Originalbeiträge handeln, die nicht bereits anderweitig veröffentlicht wurden und deren Rechte (Copyright) bei den Autoren liegen.

Alle wissenschaftlichen Beiträge unterliegen einem redaktionellen und fachlichen Begutachtungsprozess (Peer Review). Über die Annahme, ggf. mit geringen oder größeren Änderungen entscheidet die Schriftleitung auf der Grundlage der Gutachten. Das von dem Autor oder der Autorin überarbeitete Manuskript wird gesetzt und geht dem Autor oder der Autorin als fertig umbrochene Seiten zur abschließenden Korrektur, Druckfreigabe (Impri-matur) und der einfachen Rechteübertragung noch einmal zu.

Die Herausgeber möchten insbesondere junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ermuntern, die wichtigsten Ergebnisse ihrer Bachelor-, Master- oder Doktorarbeit zu veröffentlichen, und bieten ihnen Beratung und kollegiale Unterstützung bei der Abfassung eines einreichungsfähigen Manuskripts an. Kontaktieren sie in diesem Fall bitte die BLNN-Schriftleitung unter schriftleitung@blnn.de.

2. Manuskript

Das Manuskript umfasst den Text (Abschn. 2.1), die Abbildungen (Abschn. 2.2), die Tabellen (Abschn. 2.3) sowie etwaige Anhänge (Abschn. 2.4).

2.1 Text

Die Sprache des Artikels kann deutsch oder englisch sein. Der Artikel muss folgende Informationen enthalten:

- Titel (deutsch und englisch).
- Verfasser (Vorname, Name).
- Kurzzusammenfassung auf Deutsch (max. 200 Wörter), bis zu fünf Schlüsselwörter,
- Abstract (English, max. 200 words), up to five key words. Freigestellt ist ein französisches Résumé (200 Wörter) zzgl. der Mots clef.
- Komplette (Dienst-)Anschrift und E-Mail-Adressen der Verfasser bzw. Verfasserinnen.

Die Länge des gesetzten Artikels sollte die oben angegebenen Richtwerte nicht überschreiten. Kürzere Beiträge sind willkommen, längere Artikel müssen einen umfassenderen Inhalt mit einem hohen Wert für die Leserschaft enthalten.

Der Text muss orthographisch und grammatikalisch korrekt sein (neue deutsche Rechtschreibung von 2006 mit Nachträgen von 2011 u. 2017). Manuskripte sind ohne eingebundene graphische Elemente und Tabellen im .doc-, .docx-Format oder als .rtf (bevorzugt MS®-Word 2010 ff) anzulegen. Wir bitten darum, auf feste Formatierungen wie Fettschrift, Kapitälchen, Unterstreichungen, Zeilenumbrüche, Zentrierungen, Rahmen, Blocksatz, automatische oder manuelle Trennung etc. zu verzichten. Gattungsnamen, Art-Suffixe und Formelzeichen werden kursiv geschrieben. Zur Zuweisung der Überschriftenebenen sind dezimalklassifikatorisch max. 3 Ebenen, also 1., 1.1 und 1.1.2 usw. vorzunehmen.

Bitte verwenden Sie die untenstehende Artikelvorlage, die auch unter www.blenn.de/Artikelvorlage abgerufen werden kann oder Ihnen auf Nachfrage zugeschickt wird. (schriftleitung@blenn.de).

Im Text werden Literaturquellen mit Namen und Jahreszahl angegeben:

- ein Autor/eine Autorin: Wilmanns (1996) oder: (Wilmanns, 1996);
- zwei Autoren/Autorinnen: Ludemann & Nelle (2002) oder: (Ludemann & Nelle, 2002);
- drei und mehr Autoren /Autorinnen: Meier et al. (2004).
- Autoren/Autorinnen mit mehreren Aufsätzen: Wilmanns (1994, 1996), Wilmanns (1994a, b) oder (Wilmanns 1994, 1996) bzw. (Wilmanns 1994a, b)
- mehrere Autoren/Autorinnen in Klammern werden mit einem Semikolon abgetrennt, also: (Wilmanns 1994, 1996; Ludemann & Nelle, 2002)

Im Quellenverzeichnis werden die Literaturquelle wie folgt aufgelöst:

Zeitschriftenartikel: Name des Autors/der Autoren (Vornamen abgekürzt), Erscheinungsjahr (in Klammern): Titel der Arbeit. Abgekürzter Name der Zeitschrift, Bandzahl/Heft: Seitenzahlen. Beispiel:

Sauer K. (1976): Beiträge zur Hydrologie der näheren Umgebung von Freiburg i. Br. Mitt. Bad. Landesv. Naturk. u. Natursch. N.F. 9/3: 611-637.

Buchartikel: Name des Autors/der Autoren (Vornamen abgekürzt), Erscheinungsjahr (in Klammern): Titel der Arbeit. Seitenzahl in: Name des Herausgebers (Vornamen abgekürzt):

Buchtitel: Verlag, Erscheinungsort. Beispiel:

Schwoerbel, J. (1971): Hydrobiologie des Wutachgebiets. S. 481-500. In: Sauer, K., Schnetter, M. (Hrsg): Die Wutach - Naturkundliche Monographie einer Flusslandschaft. Natur- u. Landschaftsschutzgebiete Bad.-Württ. 6, Freiburg.

Monografie: Name des/der Autors/der Autorin (Vornamen abgekürzt), Erscheinungsjahr (in Klammern): Titel des Buches. Auflage, Seitenzahl, ggf. Anhang, Verlag, Erscheinungsort. Beispiel:

Oberdorfer, E. (1994): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 7. Aufl., 1051 S., Ulmer, Stuttgart.

Internet-Quelle: Die Zitation von Internetseiten sollte vermieden werden. Falls dies unverzichtbar erscheint, sind der Name des Autors/der Autoren bzw. der Institution zu nennen und in Klammern Tag, Monat, Jahr des letzten geprüften Aufrufs der Seite, Titel der Seite und die vollständige http-Adresse. In letztere keine Trennstriche einfügen. Beispiel:

Haybach, A. (22.03.2011): Liste europäischer taxonomischer Literatur über Eintagsfliegen. <http://ephemeroptera.de/pdf-files/EGTaxlit.pdf>.

Für anderen Quellen, z. B. Rechtsquellen oder Patente gelten besondere Zitierungsvorschriften, über die wir Sie ggf. gern informieren.

2.2 Abbildungen

Als Abbildungen zählen Grafiken, Fotos, Karten und evtl. auch besondere Tabellen (z. B. Vegetationstabellen). Fotos sind mit einer Angabe zu versehen, aus der das Copyright hervorgeht (z. B. ... Foto: L. Mayer), bei Karten ist ggf. die Kartengrundlage anzugeben (z. B. ... Kartengrundlage DTK25, mit freundlicher Genehmigung des Landesamts für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg).

Bei Grafiken u. a., die aus anderen Werken übernommen wurden, ist in ähnlicher Weise zu verfahren.

Karten, Grafiken, Fotos und Tabellen müssen nach der Verkleinerung auf den Satzspiegel (192 x 128 mm) noch gut lesbar oder erkennbar sein. Vorlage, die diesen Anforderungen nicht genügen, können zwar in der digitalen Version (als Anhang), nicht aber in der gedruckten Version wiedergegeben werden (s. u.)

Als Format sollte tif, jpg, psd, eps oder gif verwendet werden. Nach der Umrechnung auf den Satzspiegel muss eine Auflösung von mindestens 300 dpi erreicht werden.

Alle Abbildungen und Tabellen müssen im Text jeweils fortlaufend nummeriert werden. Die Abbildungsunterschriften und Tabellenüberschriften sind in deutscher und englischer

Sprache am Ende des Textes aufzuführen. Die Bilddateien müssen als einzelne Dateien mit Angabe der Nummerierung wie im Text zur Verfügung stehen.

Bilder, Karten, Grafiken und andere grafische Elemente sind separat zu liefern und zu benennen z. B. (Abb. 2). Ihre Position im Text sollte entsprechend markiert werden, z.B. (Abb. 2), (Tab. 4)

2.3 Tabellen

Tabellen können als Bild, besser jedoch als Neusatz veröffentlicht werden. Damit die Tabellen von Word korrekt in ein DTP-Programm importiert werden können, ist auf eine sorgfältige Formatierung in Word zu achten.

2.4 Anhänge

Informationen, die für das Textverständnis und die Nachvollziehbarkeit der Resultate von nachrangiger Bedeutung sind, können als Anhänge wiedergegeben werden, beispielsweise

- Verzeichnisse von Abkürzungen, Begriffserläuterungen, Formelzeichen
- Formeln, statistische Verfahren, R-Skripte usw.
- Artenliste(n), Fundortliste(n)

Die Anhänge müssen den obigen Anforderungen genügen und sind sowohl in der digitalen als auch der Druckversion enthalten. Sind die Vorlagen nicht in dieser Weise reproduzierbar, erscheinen sie nur in der digitalen Ausgabe. (s.u.)

2.5 Ergänzende Materialien

Wichtige Informationen, die nicht satzspiegelgerecht in der Druckversion reproduzierbar sind, können im notwendigen Umfang in separaten Dateien der digitalen Version beigegeben werden. Hierzu gehören beispielsweise:

- Erläuterungen zur Methodik (z. B. als Textdatei)
- Fotodokumentationen (z. B. als PDF-Datei)
- Dokumentation der Mess- bzw. Erhebungsdaten
- Tabellenkalkulationsdateien (Ms Excel o. a.), Datenbankauszüge
- GIS-Projekte (ArcGIS, QGIS) und Shape-Dateien
- R-Skripte

Die ergänzenden Materialien besitzen den gleichen DOI wie der Haupttext, erscheinen aber nicht in der gedruckten Version.

3. Artikelvorlage

Titel

Vorname, Name

Zusammenfassung: Deutscher Text und Schlüsselwörter

Englischer Titel Abstract, Englische Zusammenfassung, Keywords

Optional Französischer Titel, französische Zusammenfassung, Mots clef

1. Überschrift

1.1 Überschrift

Text

1.1.1 Überschrift

Text

Literatur

Autor (Jahr): Titel. In Zeitschrift: Seiten x-x

Bitte senden Sie Ihre Beiträge an die Schriftleitung des BLNN (schriftleitung@blnn.de), entweder direkt oder bei größerem Datenumfang per Download. Selbstverständlich steht Ihnen die Schriftleitung gerne beratend zur Seite.

Die Schriftleitung des BLNN

(Gerd Süßbier, Christopher Traiser)