

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

FREIBURG IM BREISGAU

BAND 27 (NF), 2025

SCHRIFTFÜHRUNG

GERD SÜSSBIER UND DR. PETER POSCHEN

Herstellung: april & tochter Druckerei OHG, Mitscherlichstr. 5, 79108 Freiburg im Breisgau

Titelbild: © Hans-Peter Döler. Die Korallenwurz (*Corallorhiza trifida*) ist eine seltene Orchidee moosreicher, schattiger Fichtenwälder. (Zum Beitrag Seite 157)

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 im Breisgau
schriftleitung@blnn.de
www.blnn.de

ISSN 0067-2858

Inhaltsverzeichnis

■ Wissenschaftliche Originalbeiträge

Ausbreitung und Etablierung des Riesen-Lebensbaumes (*Thuja plicata* Donn. ex D. Don) im Tennenbacher Tal, Landkreis Emmendingen

GREGOR BENNETER, ALBERT REIF Seite 5

Die Vegetation der Steinschutt- und Blockwälder (Tilio-Acerion) der Wutachschlucht

CHRISTOPH SCHMIDT, ALBERT REIF Seite 25

Beitrag zur eulitoralen Käferfauna am nördlichen Bodenseeuferr

JENS PETER ARMBRUSTER, WOLFGANG PANKOW, AARON BELLERSHEIM & WOLFGANG OSTEN-DORP Seite 47

Zur Bedeutung der Bahnanlagen im Raum Mannheim als Lebensräume für Pflanzen

THOMAS JUNGHANS Seite 71

Landschaftsprägende Stechpalmen (*Ilex aquifolium* L.) auf Weideflächen im Schwarzwald

TIM HERBERT, ALBERT REIF Seite 83

Die Verjüngung der Flaum-Eiche (*Quercus pubescens* WILLD.) und ihrer Hybride am Kaiserstuhl

MAX COLLÉ, ALBERT REIF Seite 93

Zur Bedeutung der Gallen der Fichtengallenläuse (Hom., Adelgidae) als Überwinterungshabitate für Arthropoden

LAURA STREITEL, GREGOR SCHMITZ Seite 139

Neue Naturschutzgebiete im Regierungsbezirk Freiburg: NSG „Lupfen“ – Ringen um den „Wächter der Baar“

JOACHIM GENSER Seite 157

■ Nachruf

Zum Tod von Professor Dr. Arno Bogenrieder

THOMAS LUDEMANN, JOACHIM GENSER, CHRISTOPH HUBER Seite 169

■ Bücher- und Zeitschriftenschau

Die Rückkehr der großen Pflanzenfresser – Konfliktfeld oder Chance für den Artenschutz?

RUDOLF DEILE Seite 181

Das Ende der Evolution. Wie die Vernichtung der Arten unser Überleben bedroht

RUDOLF DEILE Seite 182

Faktencheck Artenvielfalt

RUDOLF DEILE Seite 183

Schmetterlinge – Die Tagfalter und Widderchen Deutschlands

RUDOLF DEILE Seite 183

Wildbienen. Die anderen Bienen

RUDOLF DEILE Seite 184

BfN-Handbuch zur Umsetzung der FFH-Richtlinie

BfN Seite 186

■ **Vereinsnachrichten und Sonstiges**

Korrektur und Ergänzung zu Mitteilungen Bd. 25

GERD SÜSSBIER Seite 187

Protokoll der Mitgliederversammlung des Badischen Landesvereins

für Naturkunde und Naturschutz (BLNN) für das Vereinsjahr 2024/25 Seite 188

Hinweise für Autorinnen und Autoren Seite 194

Mitt. Bad. Landesverein Naturkunde u. Naturschutz	Bd.27	2025	DOI: 10.6094/BLNN/Mitt/27.02	Seiten 5-24	Freiburg/Breisgau Oktober 2025
--	-------	------	------------------------------	-------------	-----------------------------------

Ausbreitung und Etablierung des Riesen-Lebensbaumes (*Thuja plicata* Donn. ex D. Don) im Tennenbacher Tal, Landkreis Emmendingen

GREGOR BENNETER, ALBERT REIF

Zusammenfassung: Im Tennenbacher Tal (Landkreis Emmendingen, Baden-Württemberg) wurde Anfang des 20. Jahrhunderts der nordamerikanische Riesen-Lebensbaum (*Thuja plicata* Donn. ex D. Don) angepflanzt. In der Folgezeit hat sich dieser natürlich ausgesamt und breitet sich lokal aus. Durch eine Vollaufnahme und Vermessungen von Einzelindividuen wurde die räumliche Verteilung und die Populationsdichte in den vier forstlichen Bestandestypen mit Thuja-Vorkommen dokumentiert. Distanzen jüngerer Individuen zu potentiellen Samenquellen und die aktuelle Stellung der Baumindividuen im Bestand wurden untersucht. Hieraus ergeben sich Hinweise auf das räumliche Ausbreitungsvermögen dieser Baumart.

Ergebnis: Mehr als hundert Jahre nach der eigentlichen Anpflanzung hat sich der Riesen-Lebensbaum lokal etabliert, jedoch nur kleinräumig weiter ausgebreitet. Die Dichte der etablierten Population ist in den vier Beständen mit Thuja-Vorkommen sehr variabel, im Allgemeinen aber als eher gering zu bewerten. Das mögliche Invasionspotenzial der Baumart wird diskutiert: Die Baumart scheint sich nur langsam auszubreiten, damit gut regulierbar zu sein und befindet sich fast ausschließlich auf Standorten mit guter bis ausreichender Wasserversorgung.

Schlüsselwörter: Baden-Württemberg, Verbreitungsmodell, Verjüngung, Ansamung

Spread and establishment of the giant arborvitae (*Thuja plicata* Donn. ex D. Don) in the Tennenbacher Tal, Emmendingen district

Abstract: The North American giant arborvitae (*Thuja plicata* Donn. ex D. Don) was planted in the Tennenbacher Tal (Emmendingen district, Baden-Württemberg) at the beginning of the 20th century. In the period that followed, it seeded naturally and spread locally. The spatial distribution and population density in four forest stand types with Thuja occurrences were documented through a complete survey and measurements of individuals. Distances of younger individuals to potential seed sources and the current position of the tree indi-

viduals in the stand were examined. This provides information about the spatial dispersal ability of this tree species.

Result: More than a hundred years after it was originally planted, the giant arborvitae has established itself locally, but has only spread in small areas. The density of the established population is very variable in the four stands with Thuja occurrence, but is generally considered to be rather low. The invasive potential of the tree species is discussed: The tree species appears to spread only slowly and is therefore easy to regulate. It is found almost exclusively in locations with a good to moderate water supply.

Keywords: Distribution model, regeneration, seeding

1. Einleitung

Im 19. Jahrhundert wurden in Mitteleuropa viele offene Flächen aufgeforstet, vor allem mit Nadelbäumen. Diese waren vor allem einheimische Wald-Kiefern (*Pinus sylvestris* L.) und Fichte (*Picea abies* L.). Jedoch begann man bereits damals auch mit einem vermehrten Anbau fremdländischer Baumarten zu experimentieren (BOOTH 1903). So sollte dem steigenden Holzbedarf und der Armut der heimischen Dendroflora durch den Anbau gebietsfremder, wachstumsstarker Baumarten entgegengewirkt werden (KOWARIK & RABITSCH 2010).

Neben wirtschaftlich erfolgreichen Baumarten, insbesondere der Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco), finden sich jedoch immer wieder unkontrollierbare bzw. ungewollte Ausbreitungen eingeführter Baumarten – mit negativen Auswirkungen auf die heimischen Ökosysteme und teilweise drastischen wirtschaftlichen Folgen (MACK et al. 2000). Sehr hohe Reproduktionspotenziale und überlegene Konkurrenzkraft können auf bestimmten Standorten eine Verdrängung heimischer Arten mit sich bringen, zu einem Verjüngungshemmnis für forstliche Zielbaumarten werden, oder zu einem Rückgang der Biodiversität führen (WALKER 1999). Die Späte Traubenkirsche (*Prunus serotina* Ehrh.) und die Robinie (*Robinia pseudoacacia* L.) sind hierfür aktuelle Beispiele (BÖCKER 1995).

In solchen Fällen taucht meist der Ausdruck 'Invasivität' auf – ein kontroverser Begriff, der viele Facetten birgt und Eingang in Politik und Naturschutz gefunden hat (Vor et al. 2015; Klingenstein et al. 2005). Als 'invasiv' ist laut Schaefer (2012, S.134) eine Art schon dann zu beurteilen, wenn sie „sich in den neuen Lebensräumen in größerer Individuenzahl auf Dauer etabliert hat“. Andere Definitionen gehen deutlich darüber hinaus und beziehen das Gefährdungspotenzial für die jeweiligen Ökosysteme mit ein. Hierbei spielt vor allem die Verdrängung heimischer Arten und somit ein Rückgang der Biodiversität eine Rolle (siehe auch § 7 Abs. 2 Nr. 9 BNatSchG). Eine einheitliche Begriffsklärung ist also schwierig zu finden, jedoch besitzen die weithin bekannten Eingrenzungen zumindest einen gemeinsamen Nenner: die anthropogen induzierte Verbreitung und dauerhafte Etablierung des jeweiligen Neophyten im Ökosystem.

Der versuchsweise Anbau des aus Nordamerika stammenden Riesen-Lebensbaumes (*Thuja plicata*) lässt sich in Deutschland bis zum Ende des 19. Jahrhunderts zurückverfolgen (SCHENCK 1939). Gezielte Untersuchungen über diese Baumart gibt es in Baden-Württemberg bisher nur hinsichtlich ihrer Wuchskraft und ihrer allgemeinen Anbauwürdigkeit (SCHLÜTER 2014; NOE & WILHELM 1997; LANDESFORSTVERWALTUNG BW 1997; SCHENCK

1939). Bezüglich ihrer Ausbreitung gibt es bislang lokale Beobachtungen, jedoch keine umfassenden quantifizierenden Untersuchungen. Auf den Listen der „naturschutzfachlichen Invasivitätsbewertung“ (NEHRING et al. 2015) wird die Baumart nicht genannt, sie wird also weder als invasiv noch als nicht-invasiv eingestuft.

Im Tennenbacher Tal bei Emmendingen wurde *Thuja plicata* Anfang des 20. Jahrhunderts durch eine künstliche Anpflanzung eingebracht (FORSTAMT BREISGAU-HOCHSCHWARZWALD 1910). Diese steht vermutlich im Zusammenhang mit den sog. „Soldatengräbern“, die ein Massengrab von etwa 1500 österreichischen und bayerischen Soldaten aus den Befreiungskriegen 1813 bis 1815 gegen Napoleon darstellen (das nahegelegene ehemalige Kloster Tennenbach diente damals als Lazarett). Im Jahre 1851 wurde das erste Denkmal errichtet und einige Jahre später durch eine Steinpyramide ersetzt. Zusätzlich entstand seit 1907 links und rechts neben der Pyramide je ein weiterer Gedenkstein für die Soldaten aus Österreich und Bayern. Heute stehen nur noch wenige der ursprünglich gepflanzten Thuja-Individuen im Bestand. Allerdings sind stellenweise aus natürlicher Verjüngung entstandene Einzelbäume vorzufinden. Manche von ihnen fruktifizieren bereits, dies teilweise seit mehreren Jahrzehnten.

Ziel der vorliegenden Studie ist es, die aktuelle lokale Verbreitung des Riesen-Lebensbaumes in den unterschiedlich bewirtschafteten Waldbeständen und auf den unterschiedlichen Standorten im Hauptvorkommensgebiet im Tennenbacher Tal (Landkreis Emmendingen) zu dokumentieren. Folgende Fragen wurden näher untersucht:

1. Wie hoch ist die Dichte der jungen Thuja-Individuen in vier Beständen mit Thuja-Verjüngung im Tennenbacher Tal?
2. Wie ist das Wachstum der Jungbäume zu beurteilen?
3. Auf welchen Flächen breitete sich die Art aus?

Hieraus kann auf das Ausbreitungspotenzial dieser Nadelbaumart geschlossen werden, können Aussagen zur Notwendigkeit einer eventuellen Regulierung abgeleitet werden.

2. Der Riesen-Lebensbaum (*Thuja plicata* Donn. ex D. Don)

Ursprung, Verbreitung, Ökologie

Das Ursprungsgebiet des Riesenlebensbaumes der Gattung der Lebensbäume (*Thuja*) aus der Familie der Zypressengewächse (Cupressaceae) befindet sich im Westen Nordamerikas und lässt sich in zwei Teilareale aufteilen (Abb. 1). Im westlichen Teilareal besiedelt die *Thuja plicata* die Küstengebirge von Südalaska bis nach Nordkalifornien („Coastal Region“). Weiter im Inland kommt sie auf den West-Hängen der Rocky Mountains von British Columbia über Idaho bis Montana vor („Interior Region“) (ROLOFF et al. 2010; EARLE 2014).

Innerhalb des Ursprungsgebiets besiedelt *Thuja plicata* Höhenlagen vom Meeresspiegel bis zu etwa 2300 m. Das Klima dort ist maritim, mit kühlen Sommern und milden Wintern, niederschlagreich und mit hoher Luftfeuchtigkeit (MINORE 1995; ROLOFF et al. 2010). Der jährliche Niederschlag weist eine breite Amplitude von 500 bis 5750 mm auf, mit fallendem Trend von West nach Ost. Wo Wasser kein limitierender Faktor ist, beeinträchtigen niedrige Temperaturen die Vitalität des Riesenlebensbaumes. Er ist nicht resistent gegen starken

Winterfrost und kann durch Früh- bzw. Spätfroste erhebliche Schäden erleiden (MINORE 1995).

Thuja plicata ist auf einem breiten Spektrum an Bodenarten vorzufinden. Präferiert werden skelettreiche, gut durchlüftete, humusreiche Böden (SCOTT & BARRETT 1980; ROLOFF et al. 2010; ROLOFF & BÄRTELS 2014). Die Böden müssen eine gute Wasserversorgung gewährleisten, denn *Thuja plicata* wurzelt flach und bildet nur selten Pfahlwurzeln aus (ROLOFF et al. 2010; MINORE 1995). Die Nadelstreu gilt als gut zersetzbar (RUHM 2013).

Im Ursprungsgebiet trifft man die Baumart nur selten in Reinbeständen an. Meist kommt sie einzel- oder gruppenweise in Mischbeständen vor. Die häufigsten Begleitbaumarten sind dort die Nadelbaumarten *Tsuga heterophylla*, *Picea sitchensis*, *Abies grandis*, *Pinus monticola*, *Pseudotsuga menziesii*, *Picea engelmannii* und *Abies lasiocarpa* (SCHENCK 1939). In natürlichen Beständen wird *Thuja plicata* aufgrund ihrer hohen Schattentoleranz als Klimax- oder Subklimax-Art eingestuft (SCHÜTT 2001; ROLOFF et al. 2010).



Abb 1: Natürliches Verbreitungsgebiet von *Thuja plicata* in Nordamerika. Quelle: https://en.wikipedia.org/wiki/Thuja_plicata, basierend auf Little (1971)

Natürliche Verjüngung

Thuja plicata verjüngt sich in aller Regel generativ (Abb. 2, 3). Männliche und weibliche Blüten befinden sich am selben Baum, niemals jedoch in unmittelbarer Nähe am selben Zweig. Die Blütezeit ist normalerweise im April oder Mai, die recht kleinen Zapfen sind im August reif (Abb. 4). Jeder Zapfen erzeugt ca. drei bis sechs geflügelte Samen, jedoch werden sehr viele Zapfen pro Individuum und große Samenmengen produziert (ROLOFF et al. 2010). Bei genügend Schatten und geeignetem Oberboden (z.B. feuchtes Moos, Nadelstreu, Totholz) kommt in den Ursprungsgebieten üppige Verjüngung an. Sind diese Voraussetzungen nicht gegeben, so leidet die Verjüngungsintensität stark darunter und es kann zu hohen Sterblichkeitsraten der Sämlinge kommen (SCHENCK 1939). Die Zapfenbildung beginnt in etwa ab dem 15. (MINORE 1995) oder 20. (FANAL 2023) Lebensjahr und findet dann jährlich statt. Die Verbreitung der Samen geschieht durch Wind, wobei es selten zu einer direkten Ausbreitung über Distanzen von mehr als 100 m (MINORE 1995) oder 200 m (FANAL et al. 2021) kommt. Sehr selten findet sich vegetative Verjüngung durch "Schleppenbildung" (Abb. 5). Dabei bilden bodennahe Äste Wurzeln aus und ermöglichen somit eine lokale Vermehrung.



Abb. 2: Extrem reiche Naturverjüngung von *Thuja plicata*. Seibelsdorf, Frankenwald, 3.8.2023. Foto: PD Dr. Gregor Aas, Bayreuth.



Abb. 3: *Thuja plicata*, Verjüngung unter einem Samenbaum. Bad Peterstal, Schwarzwald, 22.5.2014. Foto: PD Dr. Gregor Aas, Bayreuth.



Abb. 5: Vegetative Vermehrung durch „Schleppbildung“. Foto: Gregor Benneter.



Abb. 4: Zapfen von *Thuja plicata*. Foto: PD Dr. Gregor Aas, Bayreuth.

Wachstum und Ertrag

In Gebieten mit optimalen Klima- und Standortsbedingungen stellt der Riesen-Lebensbaum einen der größten Bäume des Nadelbaumoptimums dar. Minore (1995) beziffert das Maximalalter auf 800-1000 Jahre und verweist auf ein Individuum in Washington mit einem BHD von 592 cm und einer Höhe von 54,3 m. Die Zuwachsraten im natürlichen Verbreitungsgebiet sind meist enorm, aber auch bei Versuchsanbauten in Deutschland lagen diese meist über denen der Fichte (SCHLÜTER 2014; TRAUBOTH 2006, HENNECKE & GRUBER 2005; NOE & WILHELM 1997; VOR, T. 2015). Im Schweizer Mittelland hatte der Riesen-Lebensbaum gegenüber der Fichte oder der Buche eine nur leicht erhöhte Wuchsleistung (DIEZ & BÜRGI 1991).

Erscheinungsbild

Thuja plicata besitzt in der Regel einen geraden Stamm mit faseriger, längsrissiger Borke und rotbrauner bis hellgrauer Färbung (Abb. 3). Bei geringer bis durchschnittlicher Bestandesdichte zeichnet sie sich durch eine schlechte Astreinigung aus (Abb. 6) und besitzt aufgrund ihrer hohen Schattentoleranz oft eine große, hohe Krone mit niedrigen Kronenan-



Abb. 6: Stamm von *Thuja plicata* mit schlechter Astreinigung („Totasterhalter“). (Foto: Gregor Benneter)



Abb. 7: Oberseite (oben) und Unterseite (unten) eines Zweiges von *Thuja plicata*. (Foto: Gregor Aas)

satz. Im Alter wird der Stamm meist stark abholzig, und häufig kommt es zu Stammfäule an der spannrückigen Basis (ROLOFF et al. 2010).

Die kleinen, dunkelgrünen und schuppenförmigen Blättchen mit gelbfarbigen Einstichen stehen sich an den Zweigen paarweise gegenüber und besitzen eine glänzende Oberfläche. An der Unterseite sind sie hellgrün gefärbt mit grauen bis weißen Flecken und deutlich matterer Erscheinung (BAUCH, 1975) (Abb. 7).

Holzeigenschaften und -verwendung

Das Holz der *Thuja plicata* zeichnet sich durch eine sehr hohe Dauerhaftigkeit, eine mittlere Härte und mittlere Belastbarkeit bei äußerst geringem Gewicht aus. Es ist allgemein gut bearbeit- und spaltbar und hat ein gutes Stehvermögen. Aus diesen Gründen findet es vornehmlich im Außenbereich Verwendung, so z.B. zur Herstellung von Schindeln oder Masten (SACHSSE 1991). Es wird meist unter dem amerikanischen Namen 'Western Red Cedar' gehandelt. Für die Ureinwohner Nordwestamerikas stellte der Riesenlebensbaum eine viel genutzte und geschätzte Ressource dar (ROLOFF et al. 2010).

3. Methoden

Untersuchungsgebiet

Das untersuchte Waldgebiet liegt im Tennenbacher Tal im Landkreis Emmendingen. Naturräumlich gehört es zum Mittleren Schwarzwald. Die potenziell natürliche Vegetation wird standortskundlich als 'atlantisch-submontaner Buchen-Eichen-Tannenwald' klassifiziert (Wuchsbezirk 3/03c „Schwarzwaldrand zwischen Kinzig und Elz“) (FORSTAMT EMMENDINGEN 2000).

Abgrenzung des Untersuchungsgebiets

Das untersuchte Gebiet umfasst den öffentlichen Wald mit einer Fläche von etwa 12,4 ha, seine Grenzen erstrecken sich über die forstlichen Abteilungen 20 ('Soldatengrab') und 21 ('Hofswald'). Diese beiden Abteilungen sind in unterschiedliche Bestände bzw. Altersklassentypen weiter untergliedert (Abb. 8). In allen Beständen beträgt der Anteil an *Thuja plicata* in der Baumschicht weniger als 5% (FORSTAMT EMMENDINGEN 2010, 2015).

Der Kernbereich des Vorkommens von *Thuja* wird durch eine Gruppe von Altbäumen am „Soldatengrab“ gebildet. Von dort aus wurden die Vorkommen von Jungwüchsen in acht Himmelsrichtungen erfasst, und zwar bis zur Grenze von Vorkommen von Jungwüchsen. Zur genauen Eingrenzung wurden Linien entlang der äußersten *Thuja*-Individuen mit einem Puffer von 10 m gelegt und als Polygon verbunden. Östlich des Soldatengrabes befindet sich privater Waldbesitz, der nicht in die Untersuchung einbezogen wurde.

Innerhalb des damit definierten Untersuchungsgebietes erfolgte im Sommer 2018 die Vollaufnahme und kartografische Dokumentation aller *Thuja*-Einzelindividuen. Zur Veranschaulichung der räumlichen Verteilung wurde eine Rasterdichtekarte auf Basis der Punktobjekte über die Waldeinteilungskarte erstellt (Abb. 8).

Für diese wurden die Parameter Baumhöhe (Zollstock, bei Bäumen Blume-Leiss-Höhenmessung); Brusthöhendurchmesser; Stellung der Individuen im Bestand (Unterschicht - bis 1/3 der Bestandesoberhöhe; Mittelschicht - 1/3 bis 2/3 der Bestandesoberhöhe; Ober-

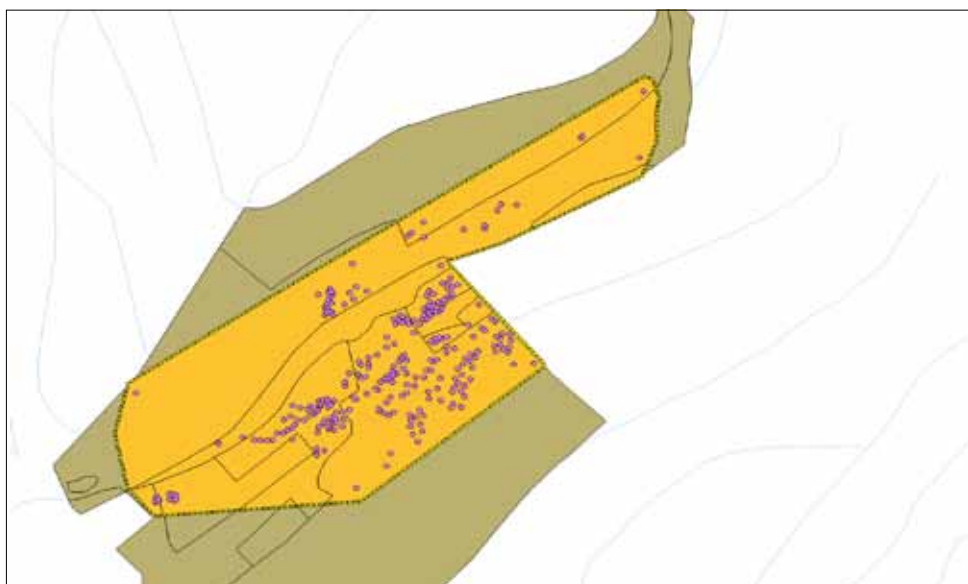


Abb. 8: Bestandestypenkarte und Vorkommen von *Thuja plicata* im Tennenbacher Tal; Kartengrundlage: FORSTGEO

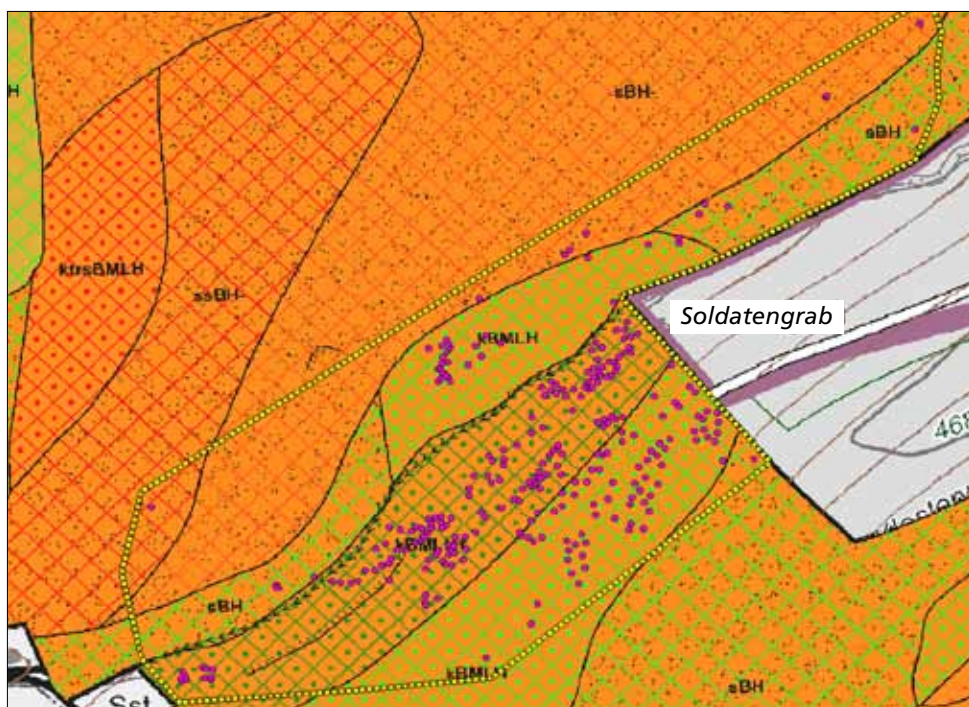


Abb. 9: Standortseinheiten und Vorkommen von *Thuja*. Ein Großteil der Individuen befindet sich auf den Standortseinheiten kBMLH+ (frischer Buntsandstein-Mischlehmhang) und kBMLH (mäßig frischer Buntsandstein-Mischlehmhang)

schicht - ab 2/3 der Bestandesoberhöhe; nach RITTERSHOFER, 1994); sowie die Art der Überschildung über den Jungwüchsen bestimmt.

Eine einfache und präzise, nicht-destruktive Altersschätzung zeigte sich bei *Thuja plicata* als kaum durchführbar. Im Gegensatz zu einigen anderen Nadelbaumarten werden keine einheitlichen Jahrestriebe gebildet. Daher ist das reine Abzählen der Triebe zur Altersbestimmung wenig geeignet (PARKER & JOHNSON, 1986). Daher wurde eine Altersschätzung nach Erprobung nicht weiter in die Geländearbeit mit einbezogen, auch wenn die Altersbestimmung hinsichtlich der Ermittlung des Fruktifizierungszeitpunkts sehr hilfreich gewesen wäre und ein belastbareres Modell für die Distanzberechnung ermöglicht hätte.

Standortseinheiten

Die untersuchten Waldbestände befinden sich etwa zwischen 310 m bis 370 m über Normalnull. Das Ausgangsgestein wird von Buntsandstein geprägt (Abb. 9; Tab. 1). Auf den zwei Standortseinheiten mit lehmigen, als mäßig frisch bis frisch kartierten Böden finden sich die meisten Individuen. Das Klima entspricht den mild-warmen Bedingungen der Oberrheinebene. Durch die beginnende Luvlage zum Schwarzwald sind jedoch die Niederschlagssummen (Jahresdurchschnitt: 1000 mm bis 1100 mm) leicht erhöht, die Jahresmitteltemperatur (zwischen 8,0°C und 9,0°C) etwas niedriger (FORSTAMT EMMENDINGEN, 2000).

Ökologische Begründung der Szenarienbildung zum Ausbreitungspotenzial

Für die Berechnung der Ausbreitungsdistanz wurde die Entfernung zwischen einem Jungwuchs und der jeweiligen nächstgelegenen potenziellen Samenquelle („fruktifizierender Altbaum“) berechnet. Da sich die nicht-destruktive Altersschätzung als schwierig und ungenau gezeigt hatte, wurden – basierend auf der Baumhöhe – vier Modelle zur Berechnung der Distanzen zwischen Jungbäumen und möglichen Samenquellen aufgestellt.

Hierbei wurde angenommen, dass *Thuja plicata* ab einem Alter von etwa 15 Jahren bei optimalem Wachstum bereits fruktifizieren kann. Unter Berücksichtigung der Höhenkurven

Tab. 1: Standortseinheiten

Standortskürzel	kBMLH+	kBMLH
Standortsbeschreibung	frischer Buntsandstein-Mischlehmhang	mäßig frischer Buntsandstein-Mischlehmhang
Fläche im U-Gebiet	3,23 ha	3,77 ha
Thuja-Individuen	153	103
Standortskürzel	sBH	sBH-
Standortsbeschreibung	mäßig frischer sandiger Buntsandsteinhang	mäßig trockener sandiger Buntsandsteinhang
Fläche im Untersuchungsgebiet	2, 13 ha	2,97 ha
Thuja-Individuen	8	7

verschiedener Versuchsanbauten in Deutschland (PANKA 2014; LOCKOW 2002; LANDES-FORSTVERWALTUNG BW 1997) wurde für diese Modellierung die Mindesthöhe eines kartierten Individuums als potentieller Samenbaum mit 5 m definiert.

Entsprechend wurde die obere Höhengrenze natürlich angekommener, jüngerer Individuen mit maximal 5 m festgelegt. So sind kartierte Individuen im Stadium „Jungwuchs bis 2 m“ wie auch im Stadium „frühe Dickungsphase“ (2 bis 5 m) einbezogen (RITTERSHOFER 1999): Insgesamt waren 67 % der aufgenommenen *Thuja*-Individuen bis 5 m hoch.

Um einen möglichst ausreichenden Altersunterschied zwischen den natürlich angekommenen Jungwüchsen und deren potentiellen Samenquellen zu gewährleisten, wurden modellhaft vier verschiedene Distanzen zwischen dem Jungbaum und dem nächstgelegenen potentiellen Samenbaum definiert. In den vier Modellszenarien wurde die Höhe des Samenbaumes mit über 10 m, über 15 m, über 20 m und über 25 m festgesetzt. Durch den Vergleich der Ergebnisse ergeben sich Hinweise auf das Ausbreitungspotenzial von *Thuja plicata*.

Technische Vorgehensweise der Szenarienbildung

Zur Berechnung der Distanzen der möglichen Ausbreitung von *Thuja plicata* in den vier Szenarien wurde das R-Package („raster“) verwendet. Grundlage des daraus verwendeten ‚pointDistance‘- Befehls ist das Modell der Erde als Ellipsoid mit WGS84-Koordinaten. So können Distanzen zwischen Punkten unterschiedlicher Koordinaten berechnet werden. So wurde die Distanz jedes der Individuen <5 m Höhe zum nächsten potentiellen Samenbaum in den vier Szenarien berechnet. Die Distanzwerte in Metern wurden als csv-Datei ausgegeben und in den Datensatz der Geländeaufnahmen eingefügt.

Modelldiagnostik

Nach dem Bündeln und Ordnen der Daten in einen großen Datensatz wurden verschiedene Parameter in Histogrammen dargestellt und deren Dichtefunktionen eingezeichnet, um einen ersten Überblick über eventuelle Verteilungen zu erhalten. Es wurden der AIC (‘Akaike’s Information Criterion’) und die ‘log-likelihood’ für mögliche Verteilungen berechnet. Mit dem ‘Kolmogorov-Smirnov-Test’ konnte bei Unklarheit die am besten passende Verteilung ermittelt werden (DORMANN 2017).

Die gemessenen Baumhöhen der Individuen bis 5 m Höhe konnten an eine Lognormalverteilung gefittet werden. Diese Verteilung kann weiterhin wie eine Normalverteilung bei den verschiedenen Tests und Regressionsmodellen behandelt werden – die einzig durchzuführende Transformation ist die Logarithmierung der Werte (hier: der Baumhöhe) (LEYER & WESCHE 2008). Die Baumhöhen und Brusthöhendurchmesser der Individuen ab 2 m Höhe konnten wiederum direkt an eine Normalverteilung gefittet werden.

Distanzen zwischen Samenquelle und Jungbaum

Aus dem Datensatz mit den Ergebnissen der Distanzberechnungen wurden vier Baumindividuen <5 m Höhe mit mehr als 150 m Distanz zum nächsten Baum mit einer Mindesthöhe von 10 m als Ausreißer betrachtet und nicht weiter in die statistischen Analysen mit einbezogen. Für alle anderen Baumindividuen <5 m wurden die berechneten Distanzen für das jeweilige Modell in einem Histogramm dargestellt. In einem nächsten Schritt wurden die möglichen Ausbreitungen in Klassen von jeweils 25 m unterteilt (0 bis 25 m; 25 bis 50

m; usw). Daraufhin wurden mit Hilfe des Packages ‚ggplot2‘ Boxplots der Jungbäume <5 m innerhalb der Distanzkategorien dargestellt.

Um eventuelle signifikante Unterschiede zwischen den Kategorien hinsichtlich ihrer Höhenverteilung festzustellen, wurde für das jeweilige Distanzmodell eine ‚Anova‘ formuliert und ein ‚TukeyHSD‘-Test durchgeführt. Hier wurden – der Lognormalverteilung der Höhen entsprechend – wieder logarithmierte Höhenwerte verwendet.

Regressionsmodelle

Der Zusammenhang zwischen der Höhe der jüngeren Bäume <5 m und der minimalen Distanz zur nächsten Samenquelle wurde mit Hilfe von Regression genauer untersucht. Zur Ermittlung des geeigneten Regressionsmodells wurden zunächst mögliche lineare Zusammenhänge überprüft. Jedoch konnte auch durch verschiedene Transformationen der Parameter Baumhöhe und Distanz (z.B. durch Logarithmierung) kein robuster Fit an ein GLM erreicht werden.

Daher wurden im nächsten Schritt nicht-lineare Regressionsmodelle aufgestellt. Doch auch hier konnte aufgrund der Datenstreuung kein optimales Modell ermittelt werden. Nun wurden die jeweiligen R^2 -Werte der verschiedenen Regressionen betrachtet – ein Gütemaß eines Regressionsmodells, dass die erklärte Streuung mit der Gesamtstreuung ins Verhältnis setzt. Es kann Werte zwischen 0 und 1 annehmen, wobei 0 eine niedrige Robustheit und 1 den optimalen Fit anzeigt (DORMANN 2017). Aus der Vielzahl der Regressionsergebnisse wurde das am besten passende Modell mit dem höchsten R^2 -Wert ermittelt, nämlich eine lineare Regression mit logarithmierter Antwortvariable.

Höhen- und Durchmesserverteilungen

Für die beiden Standortseinheiten mit dem Hauptvorkommen der *Thuja plicata* wurden Häufigkeitsverteilungen der Höhen- und BHD-Werte erstellt. Hier wurden nur Höhen von Jungbäumen über 2 m mit einbezogen, da erst ab dieser Höhe ein BHD gemessen wurde.

4. Ergebnisse

Räumliche Verteilung

Die Lage der Individuen von *Thuja plicata* wurde als Rasterdichtekarte auf einem Satellitenbild dokumentiert (Abb. 10). Um jedes Individuum wurde dabei ein Puffer gelegt, damit konnte die Dichte der Bäume anhand verschiedener Farbabstufungen visualisiert werden. Als Radius für den Puffer wurden 5 m gewählt, um dichteres Vorkommen hervorheben zu können.

Dichten und Höhenmittelwerte in den Beständen

Die Dichte der *Thuja plicata* im gesamten Untersuchungsgebiet beträgt 21,8 Individuen/ha, die mittlere Höhe beläuft sich auf 6,93 m. Zwei Bestände eines „Tannen-Mischwaldes“ weisen mit hochgerechnet 41,6 bzw. 50,9 Individuen/ha die größten Dichten auf, zwei weitere Bestände („Douglasien-, Tannenmischwald“) mit 11,8 und 6,8 Individuen/ha eine eher geringe Besiedlung (Tab. 2).

Die aufgenommenen Thuja-Individuen befinden sich hauptsächlich in der Unterschicht (73 %). In der Oberschicht wurde insgesamt ein größerer (17 %) Anteil als in der Mittelschicht

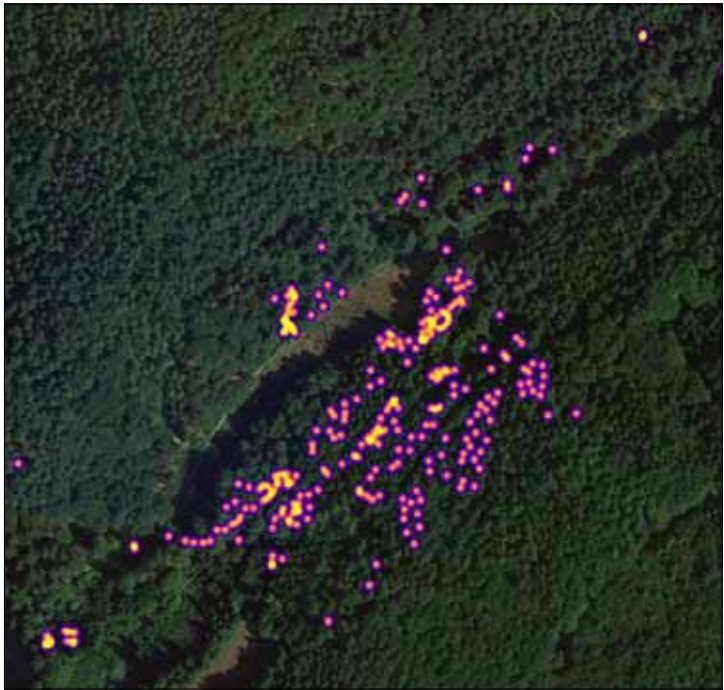


Abb. 10: Rasterdichte-
karte der aufgenommenen
Thuja-Einzelbäume über
einem Satellitenbild
[Kartengrundlage:
GOOGLE MAPS]. Die
helleren gelben Farbtöne
zeigen geklumpstes
Vorkommen an.

(10 %) gefunden. Der Großteil der Individuen wächst nicht direkt unter dem Schirm der größeren Thujen der Oberschicht.

Tab. 2: Bestände mit Vorkommen von *Thuja plicata* im Tennenbacher Tal.

Bestandesbezeichnung	t6 Tannen-Mischwald	tW Tannen-Mischwald
Bestandesbeschreibung	schlagweiser Hochwald ungleichalt gedrängt bis lockeres Baumholz	Dauerwald in Wachstumsphase inhomogener Bestand
Fläche im U-Gebiet	2,9 ha	1,6 ha
Anzahl Thuja-Individuen	121	82
Anteil an der Gesamtanzahl	44,8 %	29,6 %
mittlere Höhe	6,23 m	6,20 m
Dichte	41,6 n/ha	50,9 n/ha

Bestandesbezeichnung	d1 Douglasien-Mischwald	t12 Tannen-Mischwald
Bestandesbeschreibung	Douglasien-Kultur mit natürlicher Bergahorn-Verjüngung	schlagweiser Hochwald ungleichalt, gedrängt bis lockeres Baum- bis Altholz
Fläche im U-Gebiet	0,89 ha	4,7 ha
Anzahl Thuja-Individuen	17	33
Anteil an der Gesamtanzahl	6,3 %	12,2 %
mittlere Höhe	11,85 m	6,81 m
Dichte	19,1 n/ha	7 n/ha

Ausbreitung: Distanz zwischen potentieller Samenquelle und Jungwuchs

Die Entfernung zwischen Samenquelle und Jungwuchs kann auf der Basis von Modellen abgeschätzt werden. Bereits junge Thuja-Exemplare konnten fruktifizierend beobachtet werden, während die meisten Samen wohl von älteren („größeren“) Altbäumen stammen dürften. Je nach Setzung des Schwellenwertes der Höhe eines potenziellen Samenbaumes in einem der vier Modellszenarien ergeben sich verschiedene Ergebnisse der Ausbreitungsdistanz zwischen Jungwuchs und Samenquelle (Abb. 11). In den Modellszenarien 1 bis 3 befindet sich ein Großteil der Individuen nicht weiter als 40 m entfernt von der nächstmöglichen Samenquelle. In Modell 4 sind die Distanzen tendenziell etwas größer und deutlich verteilt.

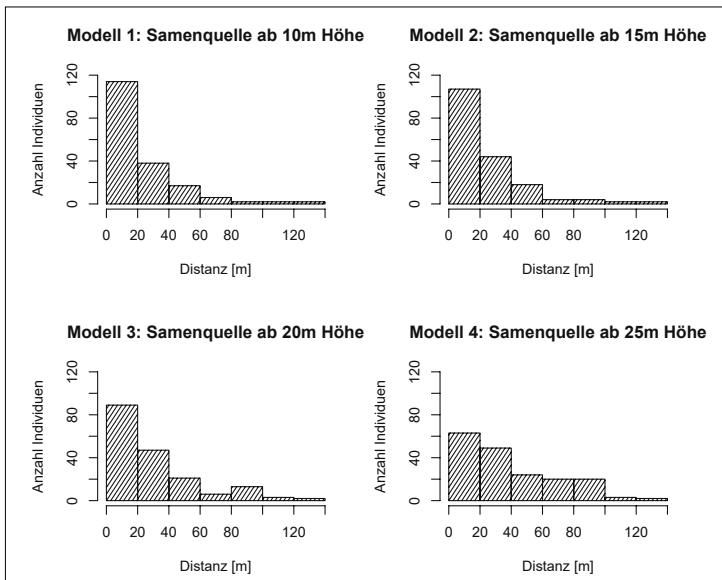


Abb. 11: Häufigkeitsverteilungen Distanzmodelle. Aufgetragen sind Ergebnisse von Szenarien, in denen die Thuja-Bäume („Samenquelle“) über 10, 15, 20 und 25 m hoch sind, und in deren Umgebung („Distanzen“) sich die Jungwüchse von Thuja befinden.

Mit zunehmender Distanz zur nächstmöglichen Samenquelle ist ein abnehmender Trend der Höhe der Thuja-Jungwüchse zu erkennen (Abb. 12). Dafür spricht der mit zunehmender Distanz sinkende Median der Baumhöhe und der sinkende Wert des oberen Quartils. Dieser Effekt lässt sich bei allen Modellen beobachten. Die Anova ergab für alle Modelle einen signifikanten Einfluss der Distanzklasse auf die Höhe der Jungwüchse. Der Tukey HSD-Test hingegen ergab für keine der Distanzklassen innerhalb des jeweiligen Modellszenarios signifikante Unterschiede. Das formulierte Regressionsmodell (Lognormalmodell) liefert für alle Szenarien einen hochsignifikanten Einfluss. Das dritte Modellszenario liefert den am stärksten signifikanten Einfluss des Prädiktors (Abb. 13).

Vorkommen der Jungwüchse und Standortseinheiten

Auf den beiden Standorten mit den Hauptvorkommen (kBMLH und kBMLH+) der Jungwüchse von *Thuja plicata* sind kleine Stammdurchmesser und Wuchshöhen am häufigsten (Abb. 14). In der Standortseinheit kBMLH ist die Diskrepanz zwischen der ersten und den darauffolgenden Durchmesser- bzw. Höhenklassen deutlich größer. Die beiden Standortseinheiten mit sehr wenigen Thuja-Individuen (sBH und sBH-) wurden aufgrund zu weniger Daten nicht ausgewertet.

Abb. 12: Höhe der Jungwüchse von *Thuja plicata* in Relation zur Entfernung der nächsten potentiellen Samenquelle in Form eines Thuja-Individuums über 10 m, über 15 m, über 20 m und über 25 m Höhe. Boxplots der Distanzklassen, die Whiskers zeigen Minima und Maxima an, die horizontalen Ränder der jeweiligen Box oberes und unteres Quartil, die Linie innerhalb der Box den Median. Aus Darstellungsgründen ist die Baumhöhe unlogarithmiert aufgetragen, auch wenn diese für die Anova und den TukeyHSD-Test logarithmiert wurde.

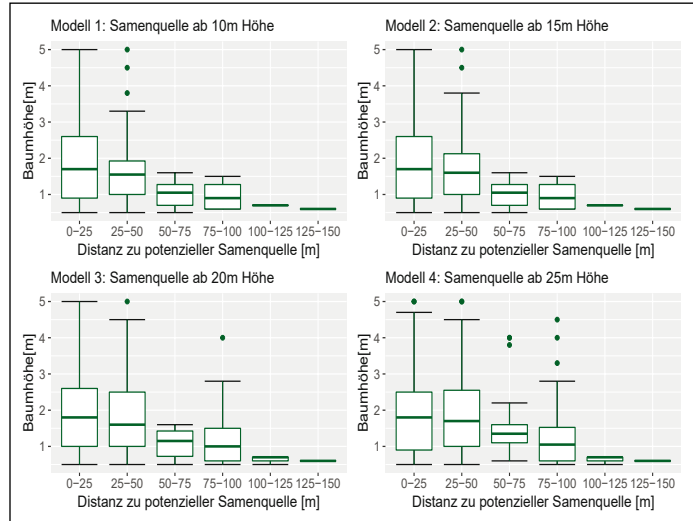
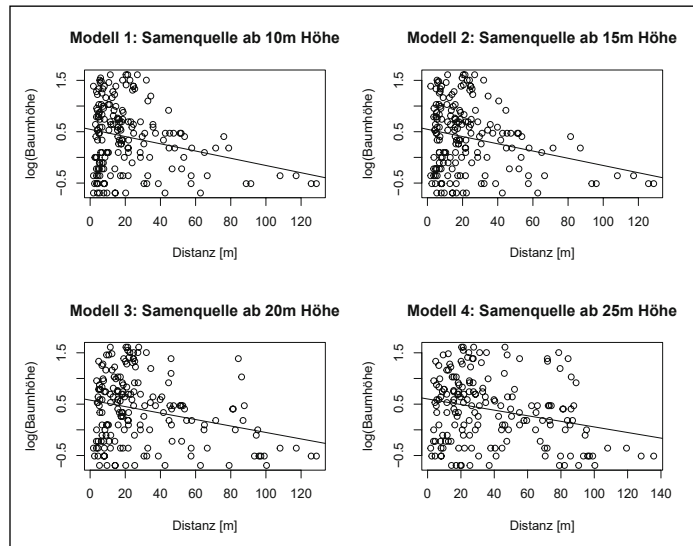


Abb. 13: Baumhöhe der Jungwüchse (logarithmierte Werte) in Relation zur Distanz zur nächsten potentiellen Samenquelle, berechnet als lineare Regressionen für die vier Modellszenarien. Das formulierte Regressionsmodell (Lognormalmodell) liefert für alle Szenarien einen hochsignifikanten Einfluss. Das dritte Modellszenario liefert den am stärksten signifikanten Einfluss des Prädiktors.



Diskussion

In der vorliegenden Studie wurde die vorhandene Naturverjüngung des Riesen-Lebensbaumes in einem Waldgebiet im Tennenbacher Tal bei Emmendingen quantitativ untersucht. Als historisch erste Samenquelle diente ein kleiner, etwa 100 Jahre alter Bestand unmittelbar nahe der sog. „Soldatengräber“. Hinsichtlich einer Einschätzung der Invasibilität gilt es zu bedenken, dass Maßnahmen zur Unterstützung bzw. Bekämpfung eines Neophyten einen großen Einfluss auf die Etablierung desselben haben (vgl. MACK et al. 2000). Das auf Basis der aktuellen Größenklassenverteilung rekonstruierte Ausbreitungsverhalten

wurde in der Vergangenheit möglicherweise durch forstliche Maßnahmen wie etwa Entfernung von Jungwüchsen („Jungwuchspflege“) beeinflusst. Diese Maßnahmen wurden allerdings nicht dokumentiert. Daher sind alle Schlußfolgerungen aus diesen Ergebnissen mit Vorsicht zu interpretieren.

Räumliche Verteilung

Trotz des stellenweise geklumpten Vorkommens (Abb. 8, 9, 10) scheint *Thuja plicata* auf den Standorten mit größeren Vorkommen relativ gleichmäßig verteilt zu sein. Dies spricht dafür, dass die Ausbreitung der Samen durch Wind über eine Entfernung von 50 bis 100 m erfolgreich sein kann (Abb. 11, 12). Zum Vergleich: In belgischen Arboreten betrug die mittlere Ausbreitungsdistanz 30,1 m und maximal über 200 m (Fanal 2023).

Die Dichte der Individuen ist über das gesamte Untersuchungsgebiet mit ca. 22 Individuen pro Hektar eher niedrig. Selbst in den Beständen mit größerem Vorkommen werden 51 Individuen pro Hektar nicht überschritten. Demnach hat sich *Thuja plicata* zwar stellenweise als beigemischte Baumart etabliert, stellt aber weiterhin nur einen geringen Anteil der Bestandeszusammensetzung dar, von einer Verdrängung anderer Arten kann somit aktuell nicht gesprochen werden.

Die „Douglasienkultur mit natürlicher Bergahornverjüngung“ (Bestand d1, Tab. 2) weist trotz des Vorkommens von Altbäumen und der frischen Standortbedingungen eine geringe Dichte der Jungwüchse von *Thuja plicata* auf. Dies ist wohl mit den wiederholten Jungwuchspflege- und Kultursicherungsmaßnahmen zur Unterstützung von Douglasie und Bergahorn zu erklären. Die mittlere Höhe der aufgenommenen Individuen in diesem Bestand ist mit knapp 12 m relativ hoch und deutet darauf hin, dass hier vor allem ältere Exemplare und weniger Jungwuchs steht. Dies zeigt, dass durch angepasste Pflegemaßnahmen die Verjüngung von *Thuja plicata* relativ gut reguliert werden kann.

Stellung der Individuen im Bestand

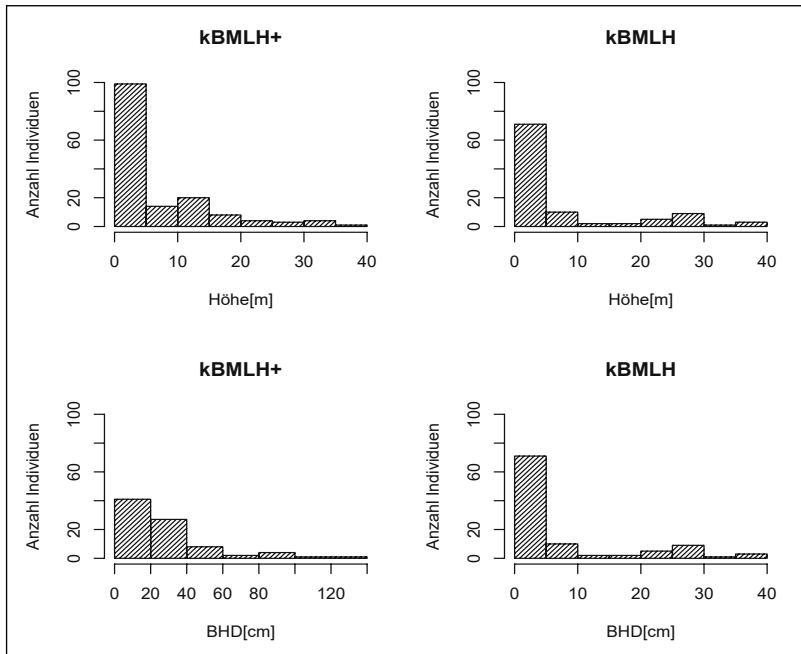
Ein Großteil der aufgenommenen Individuen befindet sich in der Unterschicht, allerdings auch ein beträchtlicher Teil in der Oberschicht. Dies ist wohl auf die hohe Schattentoleranz und das langsame Jugendwachstum der *Thuja plicata* zurück zu führen, so dass die Individuen aus der Unterschicht sehr lange benötigen, um in höhere Schichten hineinzuwachsen (PANKA 2013; NIEFENECKER 1989).

Auffällig ist auch, dass nur wenige der aufgenommenen Individuen direkt unter Thuja-Schirm aufgefunden wurden. Hauptursache dafür ist wohl die sehr dichte Krone von älteren Thujen, die kaum Unterwuchs ermöglicht – nicht einmal für schattentolerante Baumarten (SCHENCK 1939). Dieser Sachverhalt kann aber auch darauf hindeuten, dass die Samen zumindest über eine kurze Distanz vom Wind getragen werden und demnach nicht auf die unmittelbare Umgebung der Samenquellen beschränkt sind.

Distanz zu potenziellen Samenquellen

An den Häufigkeitsverteilungen der vier Modellszenarien kann man ableiten, dass die Ausbreitung der Baumart nur über limitierte Distanzen erfolgt. Nur in Distanzmodell 4 (Samenquelle ab 25 m Höhe) sind mehrere Individuen auch in weiterer Entfernung zu finden,

Abb. 14:
Höhen- und
Durchmesser-
klassenverteilung
der *Thuja plicata*-
Jungwüchse der
beiden Standorte
mit den größten
Thuja-Vorkom-
men.



was eine bereits vorangeschrittene Ausbreitung ausgehend von den Altbäumen (>25 m) impliziert (Abb. 12). Die vor der statistischen Auswertung aus dem Datensatz entnommenen Individuen mit mehr als 150 m Distanz zum nächsten Samenbaum ab mindestens 10 m Höhe sind große Ausnahmen.

Die Tendenz des Vorkommens der größeren (älteren) Individuen in größerer Nähe zur nächsten potenziellen Samenquelle spricht für eine sich eher langsam vollziehende Ausbreitung (Abb. 12). Robuste Aussagen über den Einfluss der unabhängigen Variable (Distanz) auf die Antwortvariable (Baumhöhe) sind mit den durchgeführten Regressionen angesichts der großen Streuung der Daten jedoch nicht möglich. Da sich bei geringen Distanzen neben größeren Individuen auch viele kleine Individuen befinden und da die Anzahl an Individuen mit zunehmender Distanz drastisch sinkt (Abb. 12, 13), ist kein verlässliches Regressionsmodell aufstellbar. Die R^2 -Werte, die sich bei allen Szenarien um etwa 0.07 bewegen, zeigen die Mangelhaftigkeit der Regression. Auch der Tukey HSD-Test konnte – im Gegensatz zur Anova – wegen der zu starken Streuung der Daten keine signifikanten Unterschiede der Baumhöhen innerhalb der Distanzkategorien feststellen. Darüber hinaus sei darauf hingewiesen, dass die Distanzen in den Modellszenarien sich immer auf die nächstmögliche Samenquelle beziehen – der tatsächliche Samenbaum kann sich auch in weiterer Entfernung befinden.

Standorte

Die Standortseinheiten zeigen im Untersuchungsgebiet ein sehr variables Vorkommen der Dichten von *Thuja plicata* auf. Die größte Dichte befindet sich vor allem auf der frischeren Standortseinheit (vgl. Tab. 1). Diese Tendenz bestätigt die Empfindlichkeit des Riesen-Lebensbaumes gegenüber Trockenstress (SCHLÜTER 2014; ROLOFF et al. 2010; MINORE 1995).

In der Diskussion über mögliche Gastbaumarten im Klimawandel (REIF et al. 2010; BACHMANN et al. 2009) lässt dies auf eine eher geringe Eignung der *Thuja plicata* schließen. Hier mag allerdings auch die Provenienz der Baumart eine Rolle spielen – verschiedene Klimarassen weisen unterschiedliche Trockenheitstoleranzen auf (HUBER & STORZ 2014). Über den Ursprung der damals gepflanzten Individuen lagen keine Informationen vor.

Die Durchmesser- und Höhenverteilung der Standortseinheit kBMLH+ (Abb. 14) mit frischen Bedingungen zeugt von einer recht vitalen, normalverteilten Population: reichlich Individuen kleinerer Dimensionen hin zu weniger Individuen größerer Dimensionen. Auch für den mäßig frischen Standort kBMLH trifft dies zu, hier sind jedoch manche mittlere Höhen- und Durchmesserklassen nur wenig vertreten. Im direkten Vergleich weist demnach der frischere Standort eine ausgeglichene Höhen- und Durchmesserverteilung auf.

5. Hat der Riesen-Lebensbaum das Potenzial einer invasiven Baumart?

Die Invasivität einer Pflanzenart ist sehr komplex, mit Ursachen von unterschiedlichsten Einflussvariablen (MACK et al. 2000; VOR et al. 2015). Das Invasionspotenzial ist immer auch eine standortsabhängige Größe, allgemeingültige Bewertungen sind nicht möglich (KOWARIK 1995). Diese Arbeit beschäftigte sich als lokale Fallstudie mit der räumlichen Komponente der Etablierung des Riesen-Lebensbaumes. Die untersuchte Population hat sich zwar scheinbar etabliert, jedoch sprechen die räumliche Verteilung und die Distanzen zu den Altbäumen zumindest gegen eine extrem schnelle Ausbreitung der Baumart.

Allerdings kann es sein, dass die Etablierung nur eine Phase in einem Invasionsprozess ist, auf welche erst später eine nicht mehr steuerbare Ausbreitung folgt. Daher ist die Zeitkomponente von biologischen Invasionen immer zu berücksichtigen – in manchen Fällen dauert es mehrere hundert Jahre (das sog. 'time lag') von der Einführung einer Baumart bis zum Aufkommen invasiver Tendenzen (RICHARDSON & REJMANEK 2012; KOWARIK & RABITSCH 2010; PYŠEK & JAROSĚK 2005). Während der Phase des 'time lags' sind Vorhersagen über eine potentielle Invasion bzw. ein Verschwinden des Neophyten kaum möglich (MACK et al. 2000).

Ausbreitungen, ausgehend von forstlichen Versuchsanbauten, sind auch aus dem Gebiet des Schönbuchs (Prof. Dr. Reinhard Böcker, pers. Mitt.) sowie Wildberg im Nordschwarzwald (Anpflanzungen durch Oberforstmeister Querengässer, seit 1955; pers. Beobachtung) bekannt. Damit hat der Riesen-Lebensbaum durchaus das Potenzial zu einer dauerhaften Einbürgerung, also zum Agriophyten.

Für Großbritannien nehmen RICHARDSON & REJMANEK (2004) bei *Thuja plicata* ein Potenzial zu Invasivität an. Basis dafür bildet eine Diskriminanzfunktion mit drei Parametern: Mittleres Samengewicht, Dauer der Jugendphase, und Zeitspannen zwischen großen Samenproduktionen. Es handelt sich damit um eine rein modellhafte Einschätzung der Verjüngungsintensität. Auch für Finnland gibt es Hinweise auf Invasivität (KUNTTU & KUNTTU 2013).

In Deutschland wurde *Thuja plicata* bereits in mehreren Fällen als allgemein anbauwürdige Mischbaumart angesehen (LOCKOW 2002; LANDESFORSTVERWALTUNG BW 1997; OTTO 1993;

SCHENCK 1939). Um ein mögliches Invasionspotenzial auszuschließen, wäre es sinnvoll, Versuchsanbauten auf unterschiedlichen Standorten anzulegen und über einen längeren Zeitraum wissenschaftlich zu begleiten. Dabei sollte das Augenmerk nicht nur auf der Invasivität der Baumart selbst, sondern auch auf dem Ökosystem im Ganzen und dessen 'Invasibilität' liegen (MACK et al., 2000; SCHAEFER, 2012).

6. Danksagung

Wir bedanken uns beim Forstbotanik-Professor Dr. Siegfried Fink († 2023) sowie Prof. Dr. rer. nat. Reinhard Böcker (Univ. Stuttgart-Hohenheim) für *hilfreiche* Kommentierung; beim Forstamt Emmendingen, bei Herrn Otteni für die Hilfsbereitschaft bei der Beschaffung des Kartenmaterials, bei Herrn Schillinger für den gemeinsamen Geländebesuch und bei Dr. Martin Schreiner für das allgemein große Interesse an dieser Arbeit, bei ForstGeo und der FVA für die Bereitstellung des Geomaterials.

7. Literatur

- BACHMANN, M., KONNERT, M., SCHMIEDINGER, A. (2009): Vielfalt schaffen, Risiko verringern – Gastbaumarten als Alternativen zur Fichte. LWF wissen 63: S.22-30.
- BAUCH, J. (1975): Dendrologie der Nadelbäume und übrigen Gymnospermen. Berlin [u.a.]: De Gruyter.
- BÖCKER, R. (1995): Beispiele der Robinien-Ausbreitung in Baden-Württemberg. – S.57-67 in: Böcker, R. (Hrsg): Gebietsfremde Pflanzenarten. Landsberg, ecomed.
- BOOTH, J. (1903): Die Einführung ausländischer Holzarten in die Preußischen Staatsforsten unter Bismarck und Anderes. 112 S., Berlin.
- DIEZ, C. & A. BÜRGI (1991): Wuchsleistung und Qualität von Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* [Mirbel] Franco), Riesen-Lebensbaum (*Thuja plicata* Donn) und Roteiche (*Quercus rubra* L.) in der Schweiz. – Berichte der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft 329: 26–29.
- DORMANN, C. (2017): Parametrische Statistik: Verteilungen, maximum likelihood und GLM in R. – 2. Auflage, Berlin; Heidelberg: Springer Spektrum.
- EARLE, C. J. (2014): *Thuja plicata* (western redcedar) description. The Gymnosperm Database. (http://www.conifers.org/cu/Thuja_plicata.php, letzter Zugriff: 25.09.23)
- FANAL, A., MAHY, G., FAYOLLE, A. & ARNAUD MONTY, A. (2021): Arboreta reveal the invasive potential of several conifer species in the temperate forests of western Europe. – NeoBiota 64: 23-42.
- FANAL, A. (2023): The invasive potential of non-native trees introduced in temperate forests of Western Europe: towards a forest invasion syndrome? Dissertation, 184 S., Gembloux/Belgien.
- FORSTAMT BREISGAU-HOCHSCHWARZWALD (1910): Forsteinrichtungswerk Distrikt 3 Abteilung 20.
- FORSTAMT EMMENDINGEN (2000): Allgemeiner Teil der Forsteinrichtung, 77 S.
- FORSTAMT EMMENDINGEN (2015): Bestandesblätter des Forsteinrichtungswerks Distrikt 33 Abt. 20 u. 21. Stichtag: 01.01.2015.
- HENNECKE, U. & GRUBER, F. (2005): Jugendwachstum von *Abies concolor*, *Pinus ponderosa*, *Sequoiadendron giganteum* und *Thuja plicata* im Aboretum Bad Grund. – AFJZ 176: 120-129.
- HUBER, G., STORZ, C. (2014): Zedern und Riesenlebensbaum – welche Herkünfte sind bei uns geeignet? - LWF-Wissen 74: 63–71.
- KLINGENSTEIN, F., KORNACKER, P.M., MARTENS, H., SCHIPPMANN, U. (2005): Gebietsfremde Arten. Positionspapier des Bundesamtes für Naturschutz. – BfN-Skripten 128, Bonn: Bundesamt für Naturschutz.

- KOWARIK, I. (1995): Ausbreitung nichtheimischer Gehölzarten als Problem des Naturschutzes? - S. 33-56 in: Böcker R. (Hrsg): Gebietsfremde Pflanzenarten. Landsberg: ecomed.
- KOWARIK, I., RABITSCH, W. (2010): Biologische Invasionen – Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa. 2. Auflage, Stuttgart (Hohenheim): Ulmer
- KUNTTU, P., & KUNTTU, S. (2013): Tuleeko jättituijasta haitallinen vieraslaji? Särkisaloon Petun tapaus (Will Western Redcedar become an invasive alien species in Finland? Case study from island of Pettu, SW Finland). – Lutukka 29: 51-54.
- LANDESFORSTVERWALTUNG BADEN-WÜRTTEMBERG (1997): Versuchsanbauten mit nicht heimischen Baumarten: historische Entwicklung in Baden-Württemberg. Landesforstverwaltung Baden-Württemberg, Stuttgart.
- LEYER, I., WESCHE, K. (2007): Multivariate Statistik in der Ökologie. Berlin, Heidelberg [u.a.]: Springer.
- LITTLE, E.L. JR. (1971): Atlas of United States trees. Volume 1. Conifers and important hardwoods. – Miscellaneous Publication 1146. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 9 p., illus. [313 maps, folio].
- LOCKOW, K.W. (2002): Ergebnisse der Anbauversuche mit amerikanischen und japanischen Baumarten. - S. 41–101 in: Landesforstanstalt Eberswalde (Hrsg): Ausländische Baumarten in Brandenburgs Wäldern. Berlin: Hendrik Bäßler Verlag.
- MACK, R.N., SIMBERLOFF, D., LONDSDALE, W.M., EVANS, H., CLOUT, M., BAZZAS, F.A. (2000): Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. – S. 689-710 in: Ecological Applications 10. Springer.
- MINORE, D. (1990): *Thuja plicata* Donn ex D.Don., Western Redcedar. – S. 590-600 In: Burns H.M., Honkala, B.H. (eds): Silvics of North America, vol. 1, Conifers. Washington D.C: USDA, Forest Service.
- NEHRING, S., ESSL, F., RABITSCH, W. (2015): Methodik der naturschutzfachlichen Invasivitätsbewertung für gebietsfremde Arten. Version 1.3. Bonn: Bundesamt für Naturschutz.
- NIEFNECKER W. (1989): Zur Wuchsleistung und waldbaulich-ertragskundlichen Behandlung des Riesenlebensbaumes (*Thuja plicata* D. Don). – Sozialistische Forstwirtschaft 39:149-153.
- NOE, E.U., WILHELM, U. (1997): Der Exotenwald in Weinheim 1872-1997. - S. 146-147 in: Ministerium für Ländlichen Raum Baden-Württemberg (Hrsg.): Versuchsanbauten mit nicht heimischen Baumarten. – Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg 79.
- OTTO, H.J. (1993): Fremdländische Baumarten in der Waldbauplanung. - Forst und Holz 48: 454-456.
- PANKA, S. (2013): Riesen-Lebensbaum (*Thuja plicata* Donn ex. D. Don) in langfristiger Schirmstellung. - DVFFA, Sektion Ertragskunde: Beiträge zur Jahrestagung 2013: 154-164.
- PANKA, S. (2014): Der Riesen-Lebensbaum (*Thuja plicata* Donn ex D. Don) – Wachstum einer bisher unterschätzten Baumart in Brandenburg. - Eberswalder forstliche Schriftenreihe 55: 77-87.
- PARKER, T., JOHNSON, F.D. (1986): Branching and terminal growth of Western Redcedar. – Northwest Science 61: 7-12.
- PYŠEK, P., JAROSÍK, V. (2005): Residence time determines the distribution of alien plants. – S. 77-96 in: Inderjit, S. (Hrsg): Invasive plants: ecological and agricultural aspects. Basel: Birkhäuser.
- REIF, A., BRUCKER, U., KRATZER, R., SCHMIEDINGER, A., BAUHUS, J. (2010): Waldbau und Baumartenwahl in Zeiten des Klimawandels aus Sicht des Naturschutzes. – Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.): Abschlussbericht eines F+E-Vorhabens.
- RICHARDSON, D.M., PYŠEK, P. (2006): Plant invasions: merging the concepts of species invasiveness and community invasibility. – Progress in Physical Geography 30: 409-431.
- RICHARDSON, D.M., REJMÁNEK, M. (2004): Conifers as invasive aliens: a global survey and predictive framework. – Diversity and Distributions 10: 321-331.

- RICHARDSON, D.M., REJMÁNEK, M. (2012): Naturalization of introduced plants: ecological drivers of biogeographical patterns. – *New Phytologist* 196: 383-396.
- RITTERSHOFER, F. (1999): *Waldpflege und Waldbau für Studierende und Praktiker*. (2. Auflage). Freising: Rittershofer.
- ROLOFF A., WEISGERBER, H., LANG, U., STIMM, B. (2010): *Die Bäume Nordamerikas: von Alligator Wacholder bis Zucker-Ahorn*. Weinheim: Wiley-VCH.
- ROLOFF, A., BÄRTELS, A. (2014): *Flora der Gehölze. Bestimmung, Eigenschaften und Verwendung*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- RUHM, W. (2013): *Thuja plicata* (Riesenlebensbaum, Kanadische Rotzeder). BFW Österreich (http://www.waldwissen.net/wald/baeume_waldpflanzen/nadel/bfw_riesenlebensbaum/index_DE, letzter Zugriff: 24.04.18)
- SACHSSE, H. (1991): *Exotische Nutzhölzer*. Hamburg, Berlin: Parey.
- SCHAEFER, M. (2012): *Wörterbuch der Ökologie*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- SCHENCK, C.A. (1939): *Fremdländische Wald- und Parkbäume*. 2. Die Nadelhölzer. Berlin: Parey
- SCHLÜTER, R. (2014): *Dickenzuwachs der exotischen Thuja plicata und der einheimischen Picea abies in Abhängigkeit von Klima und Witterung in Süddeutschland*. – Masterarbeit an der Universität Bayreuth, ÖBG.
- SCHLÜTER, R., STEINBAUER, M.J., REMMELE, S. & AAS, G. (2016): Einfluss der Witterung auf den Dickenzuwachs der exotischen *Thuja plicata* und der einheimischen *Picea abies* in Süddeutschland. - *Allg. Forst- u. J.-Ztg.* 186: 205-215.
- SCHÜTT, P. (2001): *Thuja plicata*. – In: ROLOFF, A., WEISGERBER, H., LANG, U.M., STIMM, B. Hrsg.): *Enzyklopädie der Holzgewächse*. Wiley-VCH, Weinheim. 25. Erg.Lfg. 9/01, 1-8.
- SCOTT, D.R.M. (1980): The Pacific Northwest Region. – S. 447- 493 In: BARRETT J.W. (ed.): *Regional Silviculture of the United States*. 2. Auflage, New York: Wiley.
- SCOTT, D.R.M. (1980): The Alaska Region. – S. 495-515 in: BARRETT J.W. (ed.): *Regional Silviculture of the United States*. 2. Auflage, New York: Wiley.
- SCHÜTT, P., SCHUCK, H.J., STIMM, B. (Hrsg.) (2002): *Lexikon der Baum- und Straucharten. Das Standardwerk der Forstbotanik. Morphologie, Pathologie, Ökologie und Systematik wichtiger Baum- und Straucharten*. Nikol, Hamburg.
- TRAUBOTH, V. (2006): *Pflanzungen des Riesenlebensbaumes (Thuja plicata) in Thüringen*. - *Forst und Holz* 61: 373-376.
- VOR, T., SPELLMANN, H., BOLTE, A., AMMER, C. (2015): *Potenziale und Risiken eingeführter Baumarten*. Universitätsverlag Göttingen.
- VOR, T. (2015): *Kurzportrait Riesenlebensbaum (Thuja plicata)*. - <https://www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/waldbau/kurzportrait-riesenlebensbaum>, Zugriff 1.10.2023.
- WALKER, B.H. (1999): *The terrestrial biosphere and global change: implications for natural and managed ecosystems*. Cambridge [u.a.]: Cambridge Univ. Press.

Mitt. Bad. Landesverein Naturkunde u. Naturschutz	Bd.27	2025	DOI: 10.6094/BLNN/Mitt/27.03	Seiten 25-46	Freiburg/Breisgau Oktober 2025
--	-------	------	------------------------------	--------------	-----------------------------------

Die Vegetation der Steinschutt- und Blockwälder (Tilio-Acerion) der Wutachschlucht

CHRISTOPH SCHMIDT, ALBERT REIF

Zusammenfassung: In dieser Arbeit werden die Vegetation der feinerdearmen Steinschutt- und Blockwälder im Kalkgebiet der Wutach- und Gauchachschlucht untersucht. Ziel der Arbeit war es, die für dieses Gebiet bislang nur unzureichend erfassten Pflanzengesellschaften auf steinschuttreichen, feinerdearmen Standorten zu erfassen und den Einfluss von Steinschuttgröße und Bedeckungsgrad der Bodenoberfläche mit Steinschutt bzw. Mineralboden auf die Vegetation zu ermitteln. Mithilfe numerischer Klassifikation, Indikatorartenanalyse und Stetigkeitskriterien wurden die Waldgesellschaften und ihre diagnostischen Arten ermittelt. Die Ökologie der Gesellschaften wurde anhand einer CCA den Stetigkeitsunterschieden und dem ökologischen Verhalten der Arten erklärt.

Zwei Waldgesellschaften (Assoziationen) kommen vor:

- Der Bergahorn-Eschen-Wald (Fraxino-Aceretum) findet sich an den Schatthängen, unterteilt in die zwei Ausbildungen des Silberblatt-Bergahorn-Eschen-Waldes (Fraxino-Aceretum, *Lunaria rediviva*-Ausbildung) an schattigen, kühlen, luft- und bodenfeuchten hangschuttreichen Standorten; und den Hirschzungen-Bergahorn-Eschen-Blockwald (Fraxino-Aceretum, *Asplenium scolopendrium*-Ausbildung) an blockschuttreichen Standorten.
- Der Spitzahorn-Sommerlinden-Wald (Aceri-Tilietum) gedeiht an wärmeren, südlich ausgerichteten hangschuttreichen Sommerhängen.

Diese Steinschutt- und Blockwälder unterliegen seit langem keiner menschlichen Holznutzung, ihr naturnaher Zustand wurde jedoch bereits durch Neobiota verändert (weitgehender Ausfall von Bergulme (*Ulmus glabra*) und Esche (*Fraxinus excelsior*) aus dem Kronendach). Der Schutz dieser Wälder und ihrer weiteren natürlichen Entwicklung wäre sinnvoll, auch hinsichtlich eines Monitorings der weiteren Entwicklung.

Schlüsselwörter: Fraxino-Aceretum, Aceri-Tilietum.

Englischer Titel: The vegetation of the scree and block forests (Tilio-Acerion) of the Wutach Gorge, Southwest Germany

Abstract: This study investigates the vegetation of the fine-soil-poor scree and block forests in the limestone area of the Wutach and Gauchach Gorges, SW Germany. The aim of the study was to record the previously inadequately documented plant communities in this area on scree-rich, fine-soil-poor sites as well as to identify the influence of scree and boulder size and the degree of ground cover with scree versus fine earth on the vegetation. Numerical classification, indicator species analysis, and consistency criteria were used to identify the forest communities and their diagnostic species. The ecology of the communities was explained using CCA, frequency differences and the ecological behavior of the species. Two forest communities (associations) occur:

- The sycamore-ash forest (Fraxino-Aceretum) is found on shady slopes, divided into two subtypes: the silver-leaf sycamore-ash forest (Fraxino-Aceretum, *Lunaria rediviva* type) on shady, cool, moist, scree-rich sites; and the hart's-tongue sycamore-ash block forest (Fraxino-Aceretum, *Asplenium scolopendrium* type) on scree-rich sites.
- The Norway maple-large-leaved linden forest (Aceri-Tilietum) thrives on warmer, south-facing, scree-rich summer slopes.

These scree and boulder forests have long been free from human timber harvesting, but their near-natural state has already been altered by neobiota (extensive loss of wych elm (*Ulmus glabra*) and ash (*Fraxinus excelsior*) from the canopy). Protecting these forests and their continued natural development would be useful, including monitoring their further development.

Keywords: Fraxino-Aceretum, Aceri-Tilietum.

1. Einleitung

Das Alb-Wutach-Gebiet ist der südlichste Naturraum der Großlandschaft Neckar- und Tauber-Gäuplatten (LUBW, 2006). Die Wildflusstäler der Wutach und ihren Nebenflüssen wie der Gauchach sind das Ergebnis der geologisch gesehen sehr jungen Flussanzapfungen der nacheiszeitlichen „Feldberg-Donau“ durch den Rhein vor etwa 17.000 Jahren (HEBESTREIT, 2016) (Abb. 1). Hier haben sich die Wutach und ihre Zubringer infolge einer geologisch gesehen jungen Flussablenkung tief in die Hochflächen der danubisch geprägten Landschaft eingeschnitten und die Gesteinsschichten des südwestdeutschen Deckgebirges aus dem Mesozoikum aufgeschlossen (SIMON, 2014; HEBESTREIT, 2016). Die Gesteinsschichten sind durch die Hebung des Schwarzwaldes nach Südosten hin bis zu 6° geneigt, also steiler als das Gefälle der Wutach, weshalb der Fluss bis zum Wutachknie bei Achdorf zunehmend Schichten geringeren Alters durchquert (NITSCH, 2014; HEBESTREIT, 2016).

Anhand der Abfolge der durchquerten Gesteinsschichten lässt sich das Wutachgebiet in vier Abschnitte teilen: Die Wutach entsteht mit dem Zusammenfluss von Gutach und Haslach und verläuft bis zur Schattenmühle in den Gesteinen des Grundgebirges. Dann durchquert sie einen kurzen Abschnitt des Buntsandsteins und geht in den Muschelkalk



Abb. 1: Verlauf des Wutachtales und Lage der Probestellen im Bereich der Muschelkalkabschnitte des Wutach- und Gauchachtales, und Zuordnung zu den Waldgesellschaften. Kartengrundlage: © OpenStreetMap-Mitwirkende 2024. Veröffentlicht unter der Open Database License (ODbL). <https://www.openstreetmap.org>

Fig. 1: Course of the Wutach Valley and location of the sample plots in the Muschelkalk sections of the Wutach and Gauchach valleys, and allocation to forest communities. Map source: © OpenStreetMap contributors 2024. Published under the Open Database License (ODbL). <https://www.openstreetmap.org>

über. Diesen durchquert sie bis auf Höhe der Mündung der Gauchach, welche ihrerseits ab der Ruine Grünburg bis zum Zusammenfluss mit der Wutach Muschelkalk durchquert hat. Nach der Gauchachmündung folgt ein Abschnitt des Keupers bis hin zum jurassischen Opalinuston, der bei dem Wutachknie übergeht in die Felswände der Wutachflühen, die im Muschelkalk liegen und große, flächig ausgebildete Schuttdecken und Felsstürze aufweisen (HEBESTREIT, 2016; REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG & LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU, 2021b, 2021c).

Die Eigenschaften der Gesteinsschichten und ihrer Böden wirken sich auf den Basenreichtum, die Korngrößenzusammensetzung sowie (Grob-) Skelettreichtum der aus ihnen entstehenden Böden aus (GROSSMANN, 2014). Die reich gegliederte Geologie und Topographie des Gebietes führt zu einer Vielzahl von außergewöhnlichen Lebensräumen: Landschaftsprägend sind Hang- und Blockschutt-Standorte, insbesondere im Kalkgebiet der Schluchten. Lokal tritt Quell- oder Hangdruckwasser an den Übergängen von wasserdurchlässigen zu darunterliegenden stauenden, meistens tonigen Gesteinsschichten aus (GROSSMANN, 2014; WILMANN, 2014b). Am Talgrund führen die fluvialen Erosions- und Umlagerungsprozesse von Wildwasserflüssen zu einer ausgeprägten standörtlichen Dynamik. An den Hängen finden sich Lehrbuchbeispiele für alle Abtragungs- und Umlagerungsformen von fließfähigen, tonreichen bis hin zu widerstandsfähigen, wandbildenden Gesteinen (GROSSMANN, 2014).

Diese bis heute dynamische Landschaft beherbergt eine charakteristische Vielzahl von sukzessionalen Pflanzengesellschaften (MAILÄNDER & REIF 2018; WIEDERMANN et al. 2019). Jeder der vielfach azonalen Lebensräume ist gekennzeichnet durch eine einzigartige Kombination von Standortfaktoren. Dadurch findet sich eine höchst artenreiche Pflanzen- und Tierwelt. So sind mehr als ein Drittel der in Süddeutschland erfassten Farn- und Blütenpflanzen

hier zu finden. Die Zahl der Wirbel-, Glieder-, und Weichtierarten wird auf etwa 10.000 geschätzt (WILMANN, 2014b).

Ziel dieser Arbeit ist es, die bislang für das Kalkgebiet der Wutach- und Gauchachschlucht sowie die Wutachflühen nur unzureichend durch Vegetationsaufnahmen belegten Waldgesellschaften auf Steinschutt vegetationskundlich und standörtlich zu erfassen (vgl. OBERDORFER 1943, 1957, 1971). Diese Wälder haben sich durch das sog. „Ulmensterben“ und danach das „Eschentriebsterben“ floristisch und strukturell stark verändert. Daher dient die vorliegende Arbeit durch eine genaue Angabe der Koordinaten der Probeflächen und ihres Arteninventars als Grundlage für spätere vergleichende Untersuchungen. Grundlage dieser Veröffentlichung ist die Masterarbeit von SCHMIDT (2024).

2. Untersuchungsgebiet

In der Wutach- und Gauchachschlucht bildeten die kartierten Waldbiotope des Ahorn-Eschen-Waldes [54.13] und der Ahorn-Linden-Waldes [54.21] auf Hang- und Blockschutt-Standorten die Grundlage für die Auswahl der Aufnahmeflächen (WEDLER & MIOCIC, 2023) (Anhang Abb. 1a - 1e, nur online). Dort ist das Ausgangsgestein Muschelkalk-Steinschutt, in den Wutachflühen Hangschutt mit Steinen und Blöcken aus Kalk und Dolomit des relativ harten Oberen Muschelkalks (REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG & LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU, 2021a).

Standorte auf Hang- und Blockschutt

Neben der Einstrahlung sind Größe und Dynamik des Hang- und Blockschutts wesentliche standörtliche Faktoren für die Ausbildung der Vegetation.

Hangschutt ist ein Lockergestein mit einem Volumenanteil von meist über 50% an groben Komponenten wie Grus (2 – 63 mm), Steinen (63 - 200 mm Durchmesser) bis hin zu Blöcken (20 cm - 2 m Durchmesser) und entsteht meist polygenetisch (AG GEOLOGIE, 2021, 2023; DIN 4022). Das Material für die Hangschuttbildung entstammt der Verwitterung von Festgestein an den Oberhängen und Felswänden der Schlucht (AG GEOLOGIE, 2021, 2023). Unterhalb der schuttliefernden Felswände sammelt sich das Material in Form einer Halde. Dort wird es durch Schuttrutschungen, Solifluktion und lawinenartige Verlagerungen weiter hangabwärts transportiert. Die Bildung von Hangschutt erfolgte überwiegend unter periglazialen Bedingungen, hält aber teilweise bis heute an, wenn auch in stark verringertem Maße (AG GEOLOGIE, 2021, 2023). Im Kalkgebiet lässt sich das Nachrutschen und teilweise sogar Stürzen von Steinen aus oberen Hanglagen sowie das Rutschen besonders von Hangschutt mit Steinen geringeren Durchmessers beobachten.

Bei der Entstehung von **Blockschutt** löst sich Material in überwiegend Blockgröße (20 cm - 2 m Durchmesser) aus dem Festgestein und wird nach unten verlagert, wo es anschließend durch Kriechen und Gleiten weiter hangabwärts befördert wird und zum Stillstand kommt (Abb. 2). Die Mächtigkeiten der Hang- und Blockschuttlagen variieren stark und können hangabwärts mehrere Meter erreichen (AG GEOLOGIE, 2021, 2023).

Der Begriff **Steinschutt** wird in dieser Arbeit zusammenfassend für die Begriffe Hang- und Blockschutt verwendet. Letztere werden nur dann separat angesprochen, wenn es inhalt-

lich wichtig erscheint. Steinschuttreiche Böden finden sich im Kalkgebiet der Wutachschlucht in unterschiedlicher Ausdehnung, von kleinen wenige Quadratmeter umfassenden Bereichen unterhalb einzelner Felsen, bis hin zu mehreren Hektar großen Feldern in den Wutachflühen.

Je nach Größe, flächenhafter Ausbreitung, Mächtigkeit und Aktivität des Schuttes bzw. der Blöcke finden sich unterschiedliche **Bodentypen**. Diese reichen von Braunerde-Rendzina über mitteltief bis flach entwickelte Rendzina und Lockersyrosem-Rendzina bis hin zu Skeletthumusboden auf mächtigen, meist blockigen Lagen (AD-HOC-AG BODEN, 2005; REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG & LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU, 2021a).

Klima

Die Wutachschlucht liegt in der feucht-temperierten Klimazone Mitteleuropas (NEUWIRTH, 1971). Das Regionalklima ist geprägt durch die (1) Lage im Leebereich des Schwarzwaldes, (2) von Kaltluftmassen, welche von Nordosten aus der kontinentaleren Baar einströmen und für kalte Winter sorgen, (3) der Warmluftzufuhr aus dem Hochrheintal; und (4) durch die Lage in der montanen Höhenstufe (Probeflächen zwischen 600 und 800 m NN; KLESS, 1960; NEUWIRTH, 1971).

Das langjährige Jahresmittel der Lufttemperatur liegt zwischen 7,9° C und 8,5° C (DWD CLIMATE DATA CENTER (CDC), no date a) und die langjährigen Niederschläge bei 880 bis 950 mm (DWD CLIMATE DATA CENTER (CDC), no date b).

Die Schluchtstruktur führt zu einem ausgeprägten Lokalklima. Dieses ist allgemein kontinentaler, kälter und luftfeuchter als auf den Hochflächen, allerdings bestehen auf kleinem Raum große Unterschiede (NEUWIRTH, 1971). Während manche Orte nie direkte Sonneneinstrahlung erfahren, können sich insbesondere nach Süden und Südwesten ausgerichtete Hänge an Sonnentagen in Lagen warmer und sehr trockener Luft befinden (KLESS, 1960; NEUWIRTH, 1971). Daher kann ein wärmerer, trockener „Sonnenhang“ (Expositionen Ost, Südost, Süd, Südwest und West) von einem kühleren, besser wasserversorgten „Schattang“ (Expositionen Nordwest, Nord, Nordost oder Ost) unterschieden werden (AK STANDORTSKARTIERUNG 2016). Die unterschiedliche Erwärmung von Nordwest- und Südosthängen führt dann zu Ausgleichsströmungen (NEUWIRTH, 1971). In der Nacht kühlen die exponierten Hänge und Felswände aus und es entsteht ein hangabwärts gerichteter Kaltluftabfluss (NEUWIRTH, 1971).



Abb. 2: Bergsturz vom 6. März 2017 oberhalb von Bad Boll: 112.600 Kubikmeter Gestein, die nach dem Hangrutsch ein fragmentiertes Gesteinsvolumen von 152.700 Kubikmeter einnehmen (GREINER 2020). (Foto A. Reif, 21.4.2017)

Fig. 2: Landslide of March 6, 2017, above Bad Boll: 112,600 cubic meters of rock, which, after the landslide, have a fragmented rock volume of 152,700 cubic meters (GREINER 2020). (Photo: A. Reif, April 21, 2017)

3. Methoden

3.1 Datenaufnahme

Die Aufnahmeflächen innerhalb der kartierten Waldbiotope mussten folgenden Kriterien entsprechen:

- Die Fläche muss standörtlich und bestandesstrukturell homogen sein.
- Der Untergrund besteht aus feinerdearmem Hangschutt. Skelettreiche feinerdereiche Standorte mit Tilio-Acerion-Wäldern, wie sie vor allem an Unterhängen vorkommen, wurden aus Zeitgründen nicht einbezogen.
- Die Flächengröße beträgt 100 m² (vgl. DIERSCHKE 1994). Die Kantenlängen 10 m x 10 m in einem „kompakteren“ Schuttfeld und 5 m x 20 m meist parallel zum Fuß einer schuttliefernden Felswand waren dabei die am häufigsten gewählten Dimensionen, während eine Aufnahmefläche mit 4 m x 25 m den extremsten Fall darstellte. Aufgenommen wurden 45 Probeflächen (vgl. Anhang, Abb. 2a, b, nur online).

Im Juni/Juli 2023 wurden alle dann noch sichtbaren Gefäßpflanzen sowie die dominanten Moose aufgenommen. Dadurch konnten vorkommende Frühlingsgeophyten nur mehr unzureichend erfasst werden, teilweise erfolgte eine ergänzende Nachkartierung im April 2025. Dies betrifft insbesondere die teilweise flächendeckenden Arten Bärlauch (*Allium ursinum*) (Abb. 3), Hohler Lerchensporn (*Corydalis cava*) und Märzenbecher (*Leucojum vernum*). Die beiden Windröschen-Arten (meist *Anemone nemorosa*, daneben *A. ranunculoides*) waren nicht mehr sicher unterscheidbar, sie wurden auf Gattungsebene („*Anemone spec.*“) zusammengefasst. Ursache war die zeitlich beschränkte Bearbeitungszeit der dem Artikel zugrundeliegenden Masterarbeit.

Die Nomenklatur der Arten folgt MÜLLER et al. (2021; „Rothmaler“). Zur Aufnahme der Artmächtigkeiten wurde die kombinierte Abundanz-Dominanz-Skala nach Braun-Blanquet, modifiziert durch REICHELT & WILMANN (1973) angewendet (vgl. Symbole in Tab. I). Diese hat folgende Skalierung („I.“ = Individuenzahl; Deckungsgrad als Prozentzahl): r (<1 % oder 1 - 2 I.); + (<1 % oder 3 - 10 I.); 1 (1 - 5 % oder 11 - 50 I.); m (2 m, 1 - 5 % oder > 50 I.); a (2a, >5 - 15 %, I. beliebig); b (2b, >15 - 25 %, I. beliebig); 3 (>25 - 50 %, I. beliebig); 4 (>50 - 75 %, I. beliebig); 5 (>75 - 100 %, I. beliebig).

Die Vorkommen und Artmächtigkeiten wurden in drei Schichten aufgenommen, um Informationen über die Bestandesstruktur zu gewinnen (Krautschicht: Arten bis 150 cm Höhe; Strauchschicht: 151 cm - 5 m; Baumschicht: > 5 m). Gehölzarten, welche von außen mit weniger als einem Prozent Deckung und an weniger als 3 Stellen in die Aufnahmefläche hineinragen wurden mit „r“ erfasst. In der Krautschicht treten Baum- und Straucharten in Form von niedrig-wachsenden Ästen, Austrieben am Stamm, umgefallenen oder schrägliegenden Stämmen oder als Triebe auf. Hier wurde keine Unterscheidung zwischen Trieben und Blättern von juvenilen oder ausgewachsenen Individuen einer Art vorgenommen. Für jede Schicht wurde außerdem die Gesamtdeckung in Prozent geschätzt. Die Umweltvariablen Hangneigung, Exposition, Hanglage, Schuttbedeckung des Oberbodens und mittlere Schuttgröße wurden als Indikatoren für den Standort erfasst. Als Indikator für die Stabilität der Blockhalde diente die Bedeckung des Steinschutts mit Moosen. Als differenzierender



Abb. 3: Bärlauch (*Allium ursinum*) im Bereich der Gauchachschlucht. (Foto A. Reif, 5.4.2025)

Fig. 3: Wild garlic (*Allium ursinum*) in the Gauchach Gorge area. (Photo: A. Reif, April 5, 2025)

Indikator für die Licht- und Wasserversorgung (Verdunstung) wurde das im Sommer (April bis August) direkt potentiell täglich einfallende Sonnenlicht als aufsummierte Stunden mittels Solarkompass abgeschätzt.

3.2 Datenauswertung

Die Klassifikation der Aufnahmen basierte auf dem Jaccard-Index (also ohne Einbeziehung der Deckungsgrade der Arten) und „minimum variance“ clustering (LEYER & WESCHE, 2008). Arten, welche in weniger als 5 % der Aufnahmen auftraten, sowie die nur unvollständig erfassten Moosarten wurden maskiert. Die Distanzmatrix wurde mit der Funktion „vegdist“ des Paketes „vegan“ erstellt (OKSANEN et al., 2022). Jede Aufnahmegruppe musste in einer nachfolgenden Indikatorartenanalyse mindestens zwei Indikatorarten aufweisen, von denen mindestens eine auf dem 0,1 % ($p \leq 0.001$) Niveau signifikant ist. Dieses Kriterium ist an die Klassifikation mittels manueller Tabellenarbeit angelehnt (DIERSCHKE, 1994).

Die Ermittlung der differenzierenden Arten für die Aufnahmegruppen wurde in „R“ mit der Indikatorartenanalyse im Paket „indicspecies“ und der Funktion „multipatt“ durchgeführt, dabei wurde die Zahl der Permutationen auf 99999 gesetzt (DE CÁCERES et al. 2010; 2013) und drei Signifikanzniveaus ermittelt (*/**/***; vgl. Tab. I, im Anhang, nur online). Für verbleibende Arten, welche keine Zuordnung durch die Indikatorartenanalyse erfahren haben, wurde eine eventuelle Bindung an eine oder mehrere der Aufnahmegruppen anhand von Stetigkeitskriterien geprüft (DIERSCHKE, 1994). Dabei weist eine Art eine Bindung an eine Aufnahmegruppe auf, wenn sie in einer Aufnahmegruppe um mindestens zwei Stetigkeitsklassen höher und mindestens doppelt so häufig vorkommt wie in den anderen Gruppen.

Arten mit Gruppenbindung auf mindestens dem $p < 0,05$ Signifikanzniveau oder Bindung nach Stetigkeitskriterien werden nachfolgend diagnostische Arten genannt, also unter Einschluss von Kenn- und Trennarten. Die im April 2025 ergänzend angetroffenen Frühlingsgeophyten wurden manuell in die Vegetationstabelle integriert (Tab. I, Anhang, nur online).

Die Benennung der Aufnahmegruppen, also die Zuordnung zu beschriebenen Waldgesellschaften, erfolgte in Anlehnung an OBERDORFER (1992). Vier Probeflächen ohne diagnostische Arten wurden anschließend dem Verband des Tilio-Acerion ranglos als Basalgesellschaft angeschlossen (Tab. I/41-44).

Für die Ordination der Daten wurden die Artmächtigkeitswerte in eine ordinale Skala überführt ($r = 1; + = 2; 1 = 3; 2m = 4; 2a = 5; 2b = 6; 3 = 7; 4 = 8; 5 = 9$). Für die Baum- und Straucharten wurde der jeweils höchste Wert aus allen Schichten einer Aufnahme gesetzt. Der Einfluss der Umweltvariablen auf die Vergesellschaftung der Pflanzen wurde im ersten Schritt durch eine DCA (Detrended Correspondence Analysis) analysiert, post hoc wurden die Richtung und Stärke der Korrelation der Umweltvariablen mit den Ordinationsachsen errechnet und mittels Permutationstest auf Signifikanz überprüft. Arten, welche in weniger als 5 % der Aufnahmen vorkommen, wurden von dieser Analyse ausgeschlossen. In einer anschließenden CCA („kanonische Korrespondenzanalyse“) wird der Anteil der Variation in den Vegetationsdaten wiedergegeben, der im Zusammenhang mit den eingegebenen Umweltvariablen steht (LEYER & WESCHE, 2008).

Für die Umweltvariablen Hanglage, Hangneigung, mittlere Steinschuttgröße, Steinschuttbedeckung und Bedeckung des Steinschutts mit Moosen sowie die gemittelten täglichen potentiellen Sonnenstunden über die Monate April bis August (vgl. Tab. I im Anhang, nur online) wurde die Stärke und Signifikanz der Korrelation mit der Verteilung der Aufnahmen im Ordinationsraum einer DCA („environmental vector fitting“) ermittelt.

Der Zusammenhang der Umweltvariablen wurde mittels des nichtparametrischen Spearman's rank correlation coefficient auf Signifikanz analysiert. Der Indikator „Moosbedeckung“ weist eine Korrelation von 0,54 mit der mittleren Steinschuttgröße auf („je größer die Steine bzw. Blöcke, desto höher die Moosbedeckung“). Die Moosbedeckung wurde daher aufgrund des geringeren Squared Correlation Coefficient von der weiteren Analyse ausgeschlossen (Abb. 4).

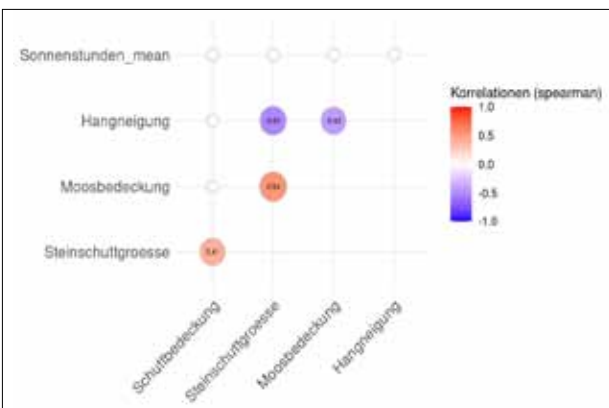


Abb. 4: Bei geringerer Hangneigung nimmt die Moosbedeckung der Steine zu. Größere Blöcke haben häufiger eine hohe Moosbedeckung.

Fig. 4: At lower inclination, the size of the scree and the moss cover increase. Larger boulders often have a high moss cover.

4. Flora und Waldgesellschaften der Hang- und Blockschuttwälder

4.1 Überblick über Standorte und Flora

Die steinschuttreichen Standorte im Kalkgebiet der Wutach- und Gauchachschlucht sowie den Wutachflühen unterliegen bis heute einer ausgeprägten Dynamik. Felsen unterliegen einer permanenten physikalischen Verwitterung und liefern so von oben her ständig neue



Abb. 5: Oberhalb der Burgruine Blumegg befindet sich ein großes Blockmeer, wohl Resultat eines historischen Bergsturzes. Inzwischen sind die Steine und Blöcke stabil gelagert und moosbewachsen, Bewegungen finden kaum mehr statt. (Foto: A. Reif, 9.5.2023)

Fig. 5: Above the Blumegg Castle ruins lies a large boulder area, likely the result of a historic landslide. The stones and boulders are now firmly embedded and covered with moss; there is hardly any movement. (Photo: A. Reif, May 9, 2023)

Steine nach, es bildet sich eine mehr oder weniger steile, bewegte Steinschutthalde heraus (Abb. 5, 6). An anderen Stellen führen episodische „katastrophale“ Bergstürze zu großflächigen Pionierstandorten, die jahrelang bewegte, nachrutschende Bereiche haben. An anderer Stelle kommen jedoch große Blockmeere ohne Feinboden zum Stillstand, beispielsweise nahe der Burgruine Blumegg, sind daher tendenziell stärker deckend von Moosen bewachsen.

Die Bodenoberfläche der untersuchten Standorte ist mit 50 % bis hin zu 100 % mit Hangschutt (Steinen) oder Blöcken bedeckt (Abb. 7).

Die Spanne des mittleren Durchmessers des Schutts bzw. der Blöcke reicht von 2 cm bis hin zu 130 cm (Abb. 8).

Auf den Hangschutt- und Blockstandorten stocken artenreiche Laubmischwälder, welche zu den wichtigsten Lebensräumen von Schluchten gehören (WILMANN, 2014a). Hier gelangen die schnellerwüchsigen Edellaubbaumarten Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*), Bergulme (*Ulmus glabra*), Sommerlinde (*Tilia platyphyllos*), Spitzahorn (*Acer platanoides*) und Esche (*Fraxinus excelsior*) zur Dominanz. Buche (*Fagus sylvatica*) und Nadelbaumarten wie

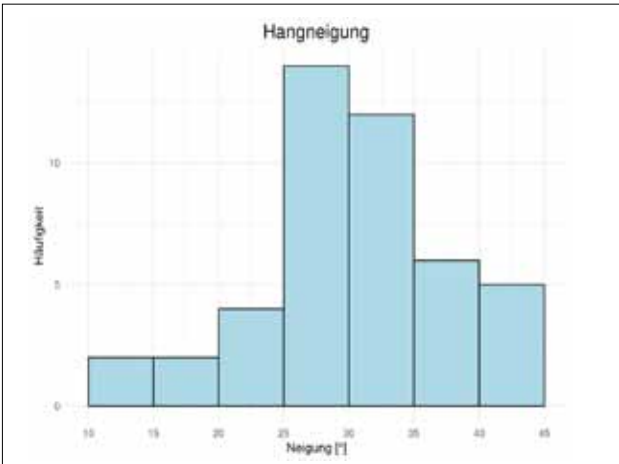


Abb. 6: Häufigkeit von Probe-
flächen auf den unterschiedlich
geneigten Hängen. Der Großteil
der Probeflächen wurde auf steilen
(20 – 30°) bis sehr steilen Hängen
(30 – 45°) aufgenommen.

Fig. 6: Frequency of sample plots
on slopes of varying inclination.
The majority of sample plots were
recorded on steep (20–30°) to very
steep slopes (30–45°).

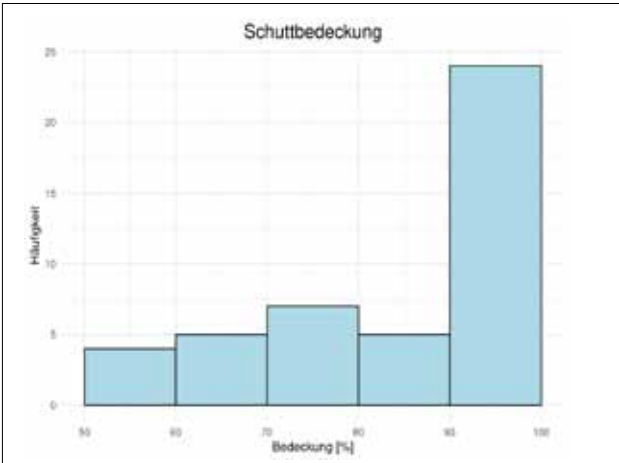


Abb. 7: Häufigkeit von Probeflä-
chen und ihre unterschiedlich starke
Schuttbedeckung. Die Bodenober-
fläche der meisten Probeflächen
wird zu hohen oder sehr Anteilen
von Steinen und Blöcken gebildet.
In den Zwischenräumen befinden
sich Hohlräume, Streu, Humus oder
Feinerde.

Fig. 7: Frequency of sample plots
and their varying degrees of debris
cover. The soil surface of most
sample plots is composed of stones
and boulders to a high or very high
degree. The interstices contain cavi-
ties, litter, humus, or fine soil.

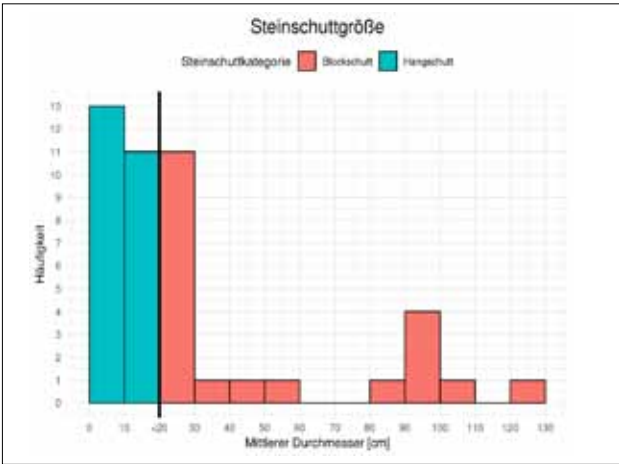


Abb. 8: Verteilung der Häufigkeiten
der aufgenommenen Probeflächen
in Bezug auf den mittleren Durch-
messer der Steine der Halde.

Fig. 8: Distribution of the frequen-
cies of the sampled areas in relation
to the mean diameter of the stones
along the slope.

Tanne (*Abies alba*) und Fichte (*Picea abies*) treten zurück (ELLENBERG & LEUSCHNER 2010, LEUSCHNER & ELLENBERG 2017).

Im Wutachgebiet gehören zum Grundstock der Hangschutt- und Blockwälder: Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*), welcher fast immer das Kronendach beherrscht; Berg-Ulme (*Ulmus glabra*), welche in der Strauchschicht teilweise mächtiger vertreten ist als in der Baumschicht, vor dem „Ulmensterben“ jedoch wesentlich häufiger war; Esche (*Fraxinus excelsior*), die unter dem „Eschentriebsterben“ leidet, daher mit älteren Exemplaren mit eher geringerer Deckung in der Baumschicht und in Form von Jungwüchsen häufig in der Krautschicht zu finden ist; sowie Spitzahorn (*Acer platanoides*). Im Hirschzungen-Bergahorn-Eschen-Blockwald und im Ahorn-Linden-Wald kommt die Sommerlinde (*Tilia platyphyllos*) hinzu.

An Straucharten finden sich allgemein verbreitet Heckenkirsche (*Lonicera xylosteum*), Hasel (*Corylus avellana*), Himbeere (*Rubus idaeus*) und Alpen-Heckenkirsche (*Lonicera alpigena*).

In der Krautschicht sind mit hoher Stetigkeit allgemein verbreitet der Echte Wurmfarne (*Dryopteris filix-mas*), Goldnessel (*Galeobdolon luteum* ssp. *montanum*), Stinkender Storchschnabel (*Geranium robertianum*), Bingelkraut (*Mercurialis perennis*), Brennessel (*Urtica dioica*) und Kletten-Labkraut (*Galium aparine*). Dazu gesellen sich mit etwas geringerer Stetigkeit Breitblättriger Dornfarn (*Dryopteris dilatata*), Gewöhnlicher Dornfarn (*Dryopteris carthusiana*), Knoblauchsrauke (*Alliaria petiolata*), Hohlzahn (*Galeopsis tetrahit*), Efeu (*Hedera helix*) und das neophytische Drüsige Springkraut (*Impatiens glandulifera*).

Die Bestandesstruktur ist, insbesondere auf den weniger konsolidierten Hangschutt- und Blockhalden, recht heterogen. Durch den instabilen Untergrund werden Bäume verletzt und treiben mit Seitensprossen oder aus dem Stock wieder aus, oder werden geworfen und geben Zugang zum Licht frei. Dies führt dann zu einer starken Förderung der Sträucher und Jungwüchse der Bäume, damit zu einer hohen Deckung der Strauchschicht.

Fast an allen Standorten liefern oberhalb liegende Hänge und Felswände beständig neues Schuttmaterial. Geringe Mengen von nährstoffreicher Feinerde sammeln sich zusammen mit Laubstreu und anderen Pflanzenresten in den Zwischenräumen des Schutts (vgl. BARTSCH & BARTSCH, 1952). Die biologische Aktivität des Bodens ist hoch, Hangzugwasser führt Nährstoffe und Basen von oben zu, organisches Material wird aufgrund des engen C/N-Verhältnisses schnell umgesetzt (VON GADOW, 1975; ELLENBERG & LEUSCHNER, 2010). Daher sind die Standorte trotz relativ geringer Feinerdeanteile reich an verfügbarem Nitrat und Kationen. Dies spiegelt sich im häufigen Vorkommen stickstoff- und basenzeigender Pflanzenarten wider. Der hohe Anteil der Moosschichtdeckung auf den Steinen weist darauf hin, dass die Halden zumindest längere Perioden oder auf größeren Bereichen relativ stabil gelagert sind, nur 10 von 45 Aufnahmen weisen eine Moosbedeckung von unter 60 % auf (Abb. 9; Tab. I im Anhang, nur online).

4.2 Die Vegetation der Steinschutt- und Blockwälder

Auf den Steinschutt- und Blockhalden des Muschelkalkes von Wutach- und Gauchachschlucht gelangen die Edellaubhölzer Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*), Berg-Ulme (*Ulmus glabra*), Esche (*Fraxinus excelsior*), sowie weniger häufig Spitzahorn (*Acer platanoides*) und Sommerlinde (*Tilia platyphyllos*) zur Vorherrschaft (vgl. Tab. I im Anhang, nur online). Die-

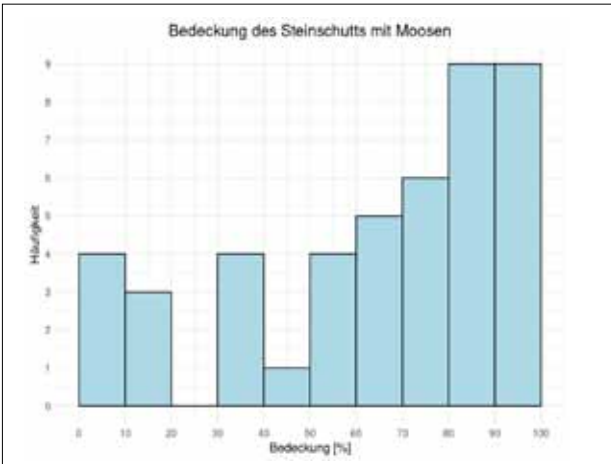


Abb. 9: Deckungsgrad (in %) der Moosschicht auf den Steinen und Blöcken.

Fig. 9: Coverage (in %) of the moss layer on the stones and boulders.

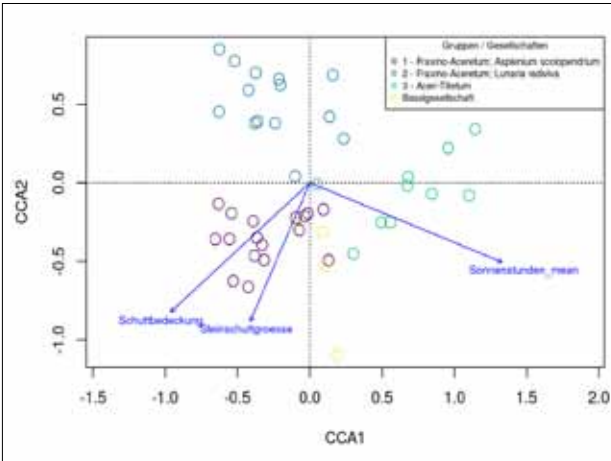


Abb. 10: Die klassifizierten Waldgesellschaften und ihre Artenzusammensetzung spiegeln die Schuttbedeckung, Schuttgröße sowie potentielle Sonnenstunden während des Sommers wider.

Fig. 10: The classified forest communities and their species composition reflect the debris cover, debris size and potential sunshine hours during the summer.

se charakterisieren durch ihre Dominanz als „diagnostische Arten“ die 45 aufgenommenen Bestände, sie können in Anlehnung an OBERDORFER (1992) auf Verbandsebene dem Tilio platyphyllis-Acerion pseudoplatani Klika 55 zugeordnet werden. Durch die numerische Klassifikation der Gefäßpflanzenzusammensetzung mit Clustering lassen sich drei Gruppen von Probestellen unterscheiden, welche zwei Waldgesellschaften (Assoziationen) in drei Ausbildungen angehören, also sich floristisch und auch standörtlich unterscheiden (Abb. 10):

- Bergahorn-Eschen-Wald (Fraxino-Aceretum (W. Koch 26) Rübel 30 ex Tx. 37 em. et nom. inv. Th. Müller 66 (non Libbert 30); 30 Aufnahmen, Tab. I/1-31), weiter unterteilt in den Hirschzungen-Bergahorn-Eschen-Wald (17 Aufnahmen, Tab. I/1-17) und den Silberblatt-Bergahorn-Eschen-Wald (14 Aufnahmen, Tab. I/18-31);
- Spitzahorn-Lindenwald (Aceri platanoidis-Tilietum platyphylli Faber 1936; 10 Aufnahmen, Tab. I/32-41).

- Vier Aufnahmen mit der typischen Baumartenkombination des Verbandes Tilio platyphylis-Acerion pseudoplatani besitzen keine weiteren diagnostischen Arten, sie bilden den floristischen und standörtlichen Übergang zwischen den beiden Assoziationen („Basalgesellschaft“) (Tab. I/42-45).

Standörtlich differenzierende Faktoren zwischen den Waldgesellschaften sind die Einstrahlung, erfasst als Anzahl an potentiellen Sonnenstunden zwischen April und August, sowie die Bodeneigenschaften, hier die Bedeckung mit und die Größe der Steine (Abb. 10).

Bergahorn-Eschen-Wald (Fraxino-Aceretum) (Tab. I/1 - 31)

Der Bergahorn-Eschen-Wald beinhaltet den Grundstock der Baum-, Strauch- und Unterwuchsarten der edellaubholzreichen Wälder auf basenreichen Böden von Hang- und Blockschutt. Die Häufigkeit der Berg-Ulme (*Ulmus glabra*) deutet die Übergangsstellung zum montan bis subalpin vorkommenden Bergulmen-Bergahorn-Wald (*Ulmo-Aceretum*) an.

Von den 30 Aufnahmen dieser Waldgesellschaft liegen 22 am „Schatthang“, 6 am „Sonnenhang“, und zwei befinden sich in einem Blockmeer in ebener Lage. Die Lage an Schatthängen der Schlucht führt zu im Vergleich zum Freiland geringeren Windgeschwindigkeiten, tieferen Lufttemperaturen und geringerer Verdunstung. VON GADOW hat im Sommer 1973 den Tagesgang der relativen Luftfeuchtigkeit, der Luft- und der Bodentemperatur in der Nähe der Burgmühle, Gauchachschlucht, gemessen. Den Messort erreichte nur von 9.30 – 14.30 die Sonne. Die Lufttemperaturen und die Luftfeuchtigkeit unterlagen nur geringen Schwankungen, letztere fiel im Bereich der Krautschicht nie unter 80 % (VON GADOW, 1975).

Zu den Edellaubhölzern als diagnostischen Arten des Verbandes hinzu kommen Sauerklee (*Oxalis acetosella*), Alpen-Johannisbeere (*Ribes alpinum*), Zerbrechlicher Blasenfarn (*Cystopteris fragilis*) und Dorniger Schildfarn (*Polystichum aculeatum*) (Abb. 11). Der Reichtum an Farnen weist auf frische, luftfeuchte Standortseigenschaften hin.

Die Frühlingsgeophyten frischer bis feuchter, nährstoffreicher Standorte Bärlauch (*Allium ursinum*) und Märzenbecher (*Leucojum vernum*) prägen an vielen Hängen im Frühjahr die Waldlandschaft, seltener sind Lerchensporn (*Corydalis cava*), Gelbsterne (*Gagea lutea*) und Hohe Schlüsselblume (*Primula elatior*). Ihre Vorkommen konnten nur unvollständig erfasst werden.



Abb. 11: Schildfarn (*Polystichum aculeatum*) im Bereich der Wutachflühen. (Foto A. Reif, 20.3.2013)

Fig. 11: Shield fern (*Polystichum aculeatum*) in the Wutachflühen area. (Photo: A. Reif, March 20, 2013)

In der Mooschicht fällt auf den wenig bewegten oder stabil gelagerten Steinen und Blöcken die üppige Mooschicht auf, in der *Brachythecium rutabulum*, *Eurhynchium striatum* und andere pleurokarpe Astmoose dominieren.

Hirschzungen-Bergahorn-Eschen-Blockwald (Fraxino-Aceretum pseudoplatani, *Asplenium scolopendrium*-Ausbildung) (Tab. I/1 -17)

Die Hirschzungen-Ausbildung ist vor allem hauptsächlich durch die namensgebende Art, die Hirschzunge (*Asplenium scolopendrium*) gekennzeichnet (Abb. 12). Hinzu kommen Echtes Springkraut (*Impatiens noli-tangere*) und Braunstieliger Streifenfarn (*Asplenium tri-chomanes*). Gemeinsam mit dem Aceri-Tilietum hat die Hirschzungen-Ausbildung die Vor-



Abb. 12: Hirschzungen-Bergahorn-Eschen-Blockwald (Fraxino-Aceretum pseudoplatani, *Asplenium scolopendrium*-Ausbildung) im Bereich der Wutachflühen. Die steil aufragende Felswand des Oberen Muschelkalks liefert durch Verwitterung und Frostsprengung bis heute Hang- und Blockschutt nach. (Foto A. Reif, 20.3.2013)

Fig. 12: Hart's tongue, sycamore, and ash block forest (Fraxino-Aceretum pseudoplatani, *Asplenium scolopendrium* type) in the Wutachflühen area. The steep cliff face of the Upper Muschelkalk continues to produce slope and block debris due to weathering and frost damage. (Photo: A. Reif, March 20, 2013)

kommen von Sommer-Linde (*Tilia platyphyllos*), Echtem Waldmeister (*Galium odoratum*), Hain-Rispengras (*Poa nemoralis*) und wenig vitalen Jungwüchsen der Fichte (*Picea abies*).

Der Hirschzungen-Bergahorn-Eschen-Blockwald findet sich im Untersuchungsgebiet in den Wutachflühen und mit zwei nur schwach differenzierten Aufnahmen auch in der westlichen Wutachschlucht auf der Höhe Reiselfingen (dort verarmt, ohne Hirschzunge). Die Aufnahmen liegen vor allem am Schatthang (11 Probeflächen), und sechs am Sonnenhang. Standörtlich fallen die hohe Schuttbedeckung und der hohe Anteil an Aufnahmen mit Steinen in Blockgröße auf (Abb. 13). Die hohe Bedeckung mit Bodenmoosen weist auf die Konsolidierung des Substrates hin (Abb. 14). Die geringe Anzahl an Gefäßpflanzenarten und das fast völlige Fehlen von Frühjahrsgeophyten ist auf den fehlenden Mineralboden zwischen den Steinen zurück zu führen.

Silberblatt-Bergahorn-Eschen-Hangschuttwald (*Fraxino-Aceretum*, *Lunaria rediviva*-Ausbildung) (Tab. I/18-31)

In der Silberblatt-Ausbildung des Bergahorn-Eschen-Waldes haben Silberblatt (*Lunaria rediviva*), Wechselblättriges Milzkraut (*Chrysosplenium alternifolium*), Mittleres Hexenkraut (*Circaea x intermedia*), Wiesenschaumkraut (*Cardamine pratensis* s.l.), Aronstab (*Arum maculatum*), Drüsiges Springkraut (*Impatiens glandulifera*) und Entfermtblütiges Rispengras (*Poa remota*) ihren Schwerpunkt. Weniger stet sind Scharbockskraut (*Ficaria verna*) und Gefleckte Taubnessel (*Lamium maculatum*).

Gemeinsam mit dem Aceri-Tilietum hat die Silberblatt-Ausprägung den Giersch (*Aegopodium podagraria*) und das Lungenkraut (*Pulmonaria obscura*).

Die Silberblatt-Ausbildung findet sich an den schattigsten Standorten, an denen die Einstrahlung durch Exposition, Hangneigung und Horizontüberhöhung stark eingeschränkt ist, insbesondere in der engen Gauchachschlucht und im mittleren, tief eingeschnittenen Abschnitt der Wutachschlucht. Die Aufnahmen sind vor allem nach Norden (6) und Osten (6) hin exponiert, nur jeweils ein Standort ist nach Westen und Süden ausgerichtet. Der

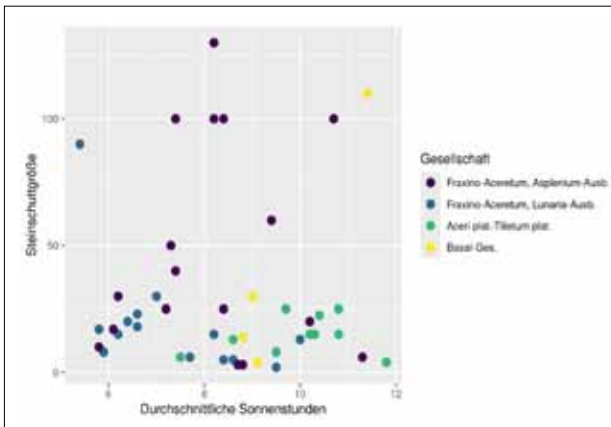


Abb. 13: Steinschuttgröße und Einstrahlung (durchschnittliche tägliche potentielle Sonnenscheinstunden während der Vegetationsperiode)

Fig. 13: Stone and boulder size and irradiation (average daily potential sunshine hours during the growing season)

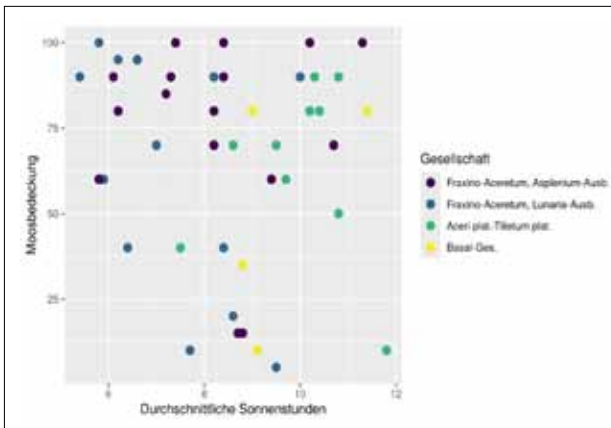


Abb. 14: Durchschnittliche Moosbedeckung der Steine und Einstrahlung (durchschnittliche tägliche potentielle Sonnenscheinstunden während der Vegetationsperiode).

Fig. 14: Average moss cover of the stones and irradiation (average daily potential sunshine hours during the growing season).

Boden ist durch etwas geringere Schuttbedeckung und damit höhere Mineralbodenanteile bedeckt. Ähnliche differenzierende Verhältnisse der Bodeneigenschaften wurden auch aus dem Rheinischen Schiefergebirge beschrieben (POPPEK, 2012).

Spitzahorn-Sommerlinden-Hangschuttwald (Aceri-Tilietum) (Tab. I/32-41)

Die Baum- und Strauchschicht des Spitzahorn-Sommerlinden-Hangschuttwaldes wird vom Grundstock der Tilio-Acerion-Wälder einschließlich der Sommerlinde gebildet, wobei der namensgebende sommerwärmeliebende Spitzahorn nur zerstreut angetroffen wurde (20 % Stetigkeit), vermutlich aufgrund der montanen Höhenstufe.



Abb. 15: Spitzahorn-Sommerlinden-Hangschuttwald (Aceri-Tilietum) am Hang südlich Reisingen. (Foto: A. Reif, 10.5.2006)

Fig. 15: Norway maple-large-leaved linden (Aceri-Tilietum) scree forest on the slope south of Reisingen. (Photo: A. Reif, May 10, 2006)

Diagnostisch wichtige Arten des Unterwuchses sind Dunkles Lungenkraut (*Pulmonaria obscura*), Wald-Veilchen (*Viola reichenbachiana*), Einblütiges Perlgras (*Melica uniflora*) und Haselwurz (*Asarum europaeum*). Schwächer an diese Assoziation gebundene diagnostische Arten sind Frühlingsplatterbse (*Lathyrus vernus*), Wald-Trespe (*Bromus ramosus* s.l.), die Wald-Zwenke (*Brachypodium sylvaticum*), Sparrige Segge (*Carex muricata* agg.), Einbeere (*Paris quadrifolia*), Vielblütige Weißwurz (*Polygonatum multiflorum*), Stachelbeere (*Ribes*

uva-crispa), Mauerlattich (*Mycelis muralis*), seltener wurden Nickendes Perlgras (*Melica nutans*), Maiglöckchen (*Convallaria majalis*) und Wunder-Veilchen (*Viola mirabilis*) erfasst.

Die Bestände des Aceri-Tilietum finden sich vor allem an den Südhängen der westlichen Wutachschlucht südlich von Reiseltingen (Abb. 15). Neun von zehn Aufnahmen weisen eine Sonnenhang-Exposition (SO bis W) aus. Neben der südexponierten Ausrichtung ist wahrscheinlich auch die Talaufweitung südlich von Reiseltingen mit für den höheren Lichtgenuss der Standorte verantwortlich, die Anzahl der mittleren Sonnenstunden sind deutlich höher als beim Bergahorn-Eschen-Wald (Abb. 13, 14).

Der Spitzahorn-Sommerlinden-Hangschuttwald des Wutachgebietes enthält – im Unterschied zu Beschreibungen aus anderen Regionen – nur wenige wärme- und trockenheitszeigende Arten, so Maiglöckchen und Nickendes Perlgras. Dafür kommen zahlreiche Fritschezeiger vor.

5. Diskussion

Das Wutachgebiet zeichnet sich durch eine außergewöhnliche Vielfalt an Standorten, Arten und Lebensräumen aus. Viele davon unterliegen bis heute einer ständigen Veränderung durch dynamische Prozesse – eine Seltenheit in der ansonsten „regulierten und kontrollierten“ Landschaft Mitteleuropas. Hierzu gehören insbesondere die Flussauen und Steilhänge. Besonders charakteristisch sind die instabilen Hangstandorte, auf denen nach „katastrophalen“ Hangrutschungen Primärsukzessionen stattfinden können (WIEDERMANN et al. 2019), die sich zu edellaubholzreichen Wäldern entwickeln können. Die Buche (*Fagus sylvatica*) befindet sich auf den bewegten, instabilen, feinerdearmen Steinschutt-Standorten im Konkurrenznachteil, da sie besonders in der entscheidenden juvenilen Phase die Wurzelraumgegebenheiten des Hang- und Blockschutts nicht optimal nutzen kann (GLAVAC, 1986).

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit dem wohl prägnantesten dynamischen Lebensraum des Wutachgebietes, den feinerdearmen Steinschuttwäldern auf (Muschel)Kalk. Diese Standortsbedingungen bestimmen die Baumartenzusammensetzung mit der Dominanz der Edellaubbaumarten. Dies spiegelt sich im Namen des Verbandes Tilio platyphyllis-Acerion pseudoplatani wieder. Abgesehen von den Baumarten gibt es nur wenige weitere spezifische (charakteristische) Arten des Unterwuchses. Dies erschwert die auf der Artenzusammensetzung basierende feinere Unterteilung der Waldgesellschaften und führte zu einer fast unübersichtlichen „Inflation“ von in der Literatur beschriebenen Waldgesellschaften (vgl. CLOT 1990, MUCINA et al. 1993). Grundlegende Faktoren der standörtlichen Differenzierung sind die Einstrahlung, also die ökologischen Unterschiede zwischen Schatt- und Sonnenhang, daneben Substrat und Meereshöhe.

Bereits Oberdorfer hat in verschiedenen Werken Aufnahmen von Hang- und Blockschuttwald-Gesellschaften aus der Wutachschlucht veröffentlicht und diese charakterisiert (OBERDORFER 1943, 1957, 1971). In der ersten Veröffentlichung findet sich eine Tabelle dieser Aufnahmen, gefolgt von knappen Beschreibungen der Aufnahmeorte (OBERDORFER, 1943), in den zwei nachfolgenden Werken werden synthetische Listen, in denen eine Vielzahl von nicht publizierten Aufnahmen vereinigt wurde, dargestellt (OBERDORFER, 1957, 1971). Damals



Abb. 16: Märzenbecher (*Leucojum vernum*) im Bereich der Wutachflühen. (Foto A. Reif, 19.3.2016)

Fig. 16: Spring snowflake (*Leucojum vernum*) in the Wutachflühen area. (Photo: A. Reif, March 19, 2016)

wurde nach Aufnahmeorten von „gut ausgeprägten, floristisch weitgehend gesättigten“ Beständen der zu beschreibenden Gesellschaft gesucht (DIERSCHKE, 1994). Dabei sind die Standortfaktoren indirekt über die Vorstellung der bearbeitenden Person von der zu beschreibenden Gesellschaft und ihrer Ökologie gedanklich mit integriert.

In der Wutachmonografie beschreibt OBERDORFER (1971) die „Schluchtwälder“ (Tilio-Acerion) in der Wutachschlucht von überall dort, „[...] wo sich der Felsboden in tiefgründige Steinschutt- und lehmige Verwitterungsböden auflöst [...]“, also in einer standörtlich umfassenden Auslegung. Dort bereits werden unter anderem ein Aceri-Fraxinetum lunarietosum und Aceri-Fraxinetum phyllitidetosum unterschieden, welche dem Silberblatt-Bergahorn-Eschen-Hangschuttwald bzw. dem Hirschzungen-Bergahorn-Eschen-Blockwald dieser Studie entsprechen. Diese Wälder bedecken große Flächen des Wutachgebietes (vgl. Anhang 2, nur online). Bezüglich des Aceri-Tilietum werden bei OBERDORFER (1971) zwei Subassozi-

ationen beschrieben, wobei das *Aceri-Tilietum ulmetosum* sensu OBERDORFER (1971) den in dieser Studie erfassten Beständen entspricht.

Aus Kapazitätsgründen nicht einbezogen in diese Studie wurden feinerdereichere Schutthalden am Hangfuß (Abb. 16) sowie die Bestände des Geißbart-Schluchtwaldes (*Aceri-Fraxinetum aruncetosum* = *Arunco-Aceretum* sensu OBERDORFER 1971), die von frischen, ton- und lehmreichen, rieselnden Steilhängen beschrieben wurden und nicht selten an schattigen bodenskelettreichen Unterhängen in Gewässernähe auftreten.

Ebenfalls nicht einbezogen in diese Studie wurden die grasreichen Bestände, die von wärmeren, südlich ausgerichteten Hängen auf steilen Ton- und Lehmhalden als *Aceri-Tilietum brachypodietosum pinnati* beschrieben wurden, also nicht auf Kalken anzutreffen sind.

Die hohe naturschutzfachliche Wertigkeit der Wutachschlucht wurde bereits früh erkannt: Im Jahr 1939 entstand mit dem Naturschutzgebiet Wutach - Gauchachtal eines der ältesten baden-württembergischen Naturschutzgebiete, das später auf 950 ha erweitert wurde. Allerdings war dessen Fortbestehen durch die Pläne zum Bau einer Talsperre mit einer 62 m hohen Mauer gefährdet. Erst durch massive Proteste von Naturschützern, insbesondere des damaligen Vorsitzenden des Schwarzwaldvereins Fritz Hockenjos und Sammlung von 185.000 Unterschriften aus der Bevölkerung, konnte die Schlucht endgültig gesichert werden (vgl. HÄCKER 2004, MAYER 2023). 1979 folgte dann die Ausweisung des Naturschutzgebietes Wutachflühen.

Viele der Lebensräume sind mittlerweile auf mehreren Ebenen geschützt. So sind die Hangschuttwälder zu einem großen Teil zusätzlich als Waldbiotope gesetzlich geschützt. Bei der Ausweisung von Natura 2000-Gebieten wurden die schon ausgewiesenen, unter Schutz stehenden Flächen als Grundlage genommen, ein Großteil der Wutach und ihrer Zubringer Teil der FFH-Gebiete Wutachschlucht, Blumberger Pforte und Mittlere Wutach sind heute Natura 2000-Gebiet (TRIBUKAIT et al., 2014; REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG, 2024). Das in dieser Arbeit beschriebene *Fraxino-Aceretum* entspricht dem Biotoptyp des Ahorn-Eschen-Blockwaldes [54.13], das *Tilio-Aceretum* entspricht dem Ahorn-Linden-Blockwald [54.21] (WEDLER & MIOCIC, 2023). Beide Biotoptypen sind dem prioritär geschützten Lebensraumtyp 9180* (Schlucht- und Hangmischwälder) nach Anhang I der FFH-Richtlinie zugeordnet. Diese arten- und strukturreichen Schlucht- und Hangmischwälder sind großenteils auch nach Landesnaturschutzgesetz (NatSchG) bzw. Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) oder § 30a Landeswaldgesetz geschützt (LUBW, 2021; WEDLER & MIOCIC, 2023). Beide Biotoptypen befinden sich auf der Vorwarnliste der Roten Liste Biotoptypen Baden-Württembergs, die Einzelbewertungen sowie die Gesamtbewertung des Erhaltungszustandes werden aber als „günstig“ bewertet (Stand 2018) (LUBW, 2021), denn aufgrund der schwierigen Standortbedingungen werden sie von Menschen kaum betreten, abgesehen von Wanderwegen.

Von diesen aus allerdings ergeben sich spektakuläre Eindrücke, Steinschutt- und Blockwälder tragen zur Einmaligkeit und Schönheit der Wutachschlucht bei.

Bemerkenswert für die Steinschuttwälder wie auch vieler anderer Lebensräume der Wutachschlucht ist deren hoher Natürlichkeitsgrad. Dies würde die Wutachschlucht zur Ausweisung als „Wildnisgebiet“ prädestinieren, in dem sich der Schutz natürlich ablaufender Prozesse und deren Erleben durch Besucher synergistisch verbinden lassen.

Danksagung

Wir bedanken uns für wertvolle inhaltliche Kommentare bei Dr. Konrad Greinwald (Universität Freiburg, Geobotanik) sowie Susanne Amann (Freiburg) für Bestimmungshilfe bei Moosproben.

Literatur

- AG GEOLOGIE (2021): Geologische Kartieranleitung, Blockschutt. Aufrufbar unter: <https://www.geokartieranleitung.de/desktopmodules/gkalist/api/34279c8b-58fc-4ed1-8ad2-a9ba9b2bbf1c> (Zugriff: 7 Mai 2024).
- AG GEOLOGIE (2023): Geologische Kartieranleitung, Hangschutt. Aufrufbar unter: <https://www.geokartieranleitung.de/desktopmodules/gkalist/api/d7fa9d19-clf7-4649-9ce9-c099923266ae> (Zugriff: 7 Mai 2024).
- AK STANDORTSKARTIERUNG IN DER ARBEITSGEMEINSCHAFT FORSTEINRICHTUNG (Hrsg) (2016): Forstliche Standortsaufnahme. 400 S., IHW, Eching.
- BARTSCH, M. & J. BARTSCH (1952): Der Schluchtwald und der Bach-Eschenwald. Springer, Wien (Angewandte Pflanzensoziologie 8: 110 S.).
- DE CÁCERES, M., LEGENDRE, P. & M. MORETTI (2010): Improving indicator species analysis by combining groups of sites. - *Oikos* 119: 1674–1684. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.18334.x>.
- DIERSCHEKE, H. (1994): Pflanzensoziologie: Grundlagen und Methoden. Ulmer, Stuttgart.
- DWD CLIMATE DATA CENTER (CDC) (Ed.) (ohne Datum a): Raster der vieljährigen Mittel der Lufttemperatur (2m) für Deutschland 1991-2020 - Bezugszeitraum gesamtes Jahr. https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/grids_germany/multi_annual/air_temperature_mean/ (Zugriff: 3 Juni 2024).
- DWD CLIMATE DATA CENTER (CDC) (Ed.) (ohne Datum b): Raster der vieljährigen Mittel der Niederschlagshöhe für Deutschland 1991-2020 - Bezugszeitraum gesamtes Jahr. https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/grids_germany/multi_annual/precipitation/ (Zugriff: 3 Juni 2024).
- ELLENBERG, H. & CH. LEUSCHNER (2010): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 6. Auflage, 1357 S., Ulmer, Stuttgart.
- GLAVAC, V. (1986): Strukturaufbau und Umweltbedingungen der nordhessischen Linden-Berggülden- Hangschuttwälder (*Tilio-Ulmetum glabrae*) am Beispiel des Baunsberges bei Kassel. – Abh. Westfäl. Mus. F. Naturkunde Münster 48: 129–141.
- GREINER, F. (2020): Geophysical Hazard Assessment after the 2017 Bonndorf Landslide using GPR and Photogrammetry. – Unveröff. Masterarbeit, Fak. UNR, Univ. Freiburg.
- GROSSMANN, H. (2014): Junger Fluss in alter Landschaft. – In: Schwarzwaldverein & Regierungspräsidium Freiburg (Ed.): Die Wutach: wilde Wasser - steile Schluchten. Thorbecke, Ostfildern.
- HÄCKER, B. (2004): 50 Jahre Naturschutzgeschichte in Baden-Württemberg. 305 S., Ulmer, Stuttgart.
- HEBESTREIT, C. (2016): Wutachregion: Geologisches Kleinod im Südwesten. 152 S., Goldschneck im Quelle & Meyer Verlag, Wiebelsheim.
- LEUSCHNER, CH. & H. ELLENBERG (2017): Ecology of Central European Forests. Vegetation Ecology of Central Europe Vol. 1, 972 pp. Springer, Cham/Switzerland.
- LEUSCHNER, CH. & H. ELLENBERG (2017): Mixed Broadleaved Forests Poor in Beech Outside of Floodplains or Mires. - pp 443 – 519 in: Leuschner, Ch. & H. Ellenberg (2017): Ecology of Central European Forests. Springer, Cham/Switzerland.
- LEYER, I. & K. WESCHE (2008): Multivariate Statistik in der Ökologie: eine Einführung. Springer, Berlin Heidelberg.

- LANDESANSTALT FÜR UMWELT BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW) (2006): Naturräumliche Gliederung. - <https://udo.lubw.badenwuerttemberg.de/public/q/71KLY1PbN6mKGru0rz9WNB> (Zugriff: 29 Mai 2024).
- LANDESANSTALT FÜR UMWELT BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW) (2021): Lebensraumtyp 9180* Schlucht- und Hangmischwälder* (*prioritärer Lebensraum im Sinne der FFH-Richtlinie). - <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/natur-und-landschaft/9180-schluchtund-hangmischwälder> (Zugriff: 2 September 2024).
- MAILÄNDER, S. & A. REIF (2018): Die Auenv egetation im Muschelkalkgebiet der Wutachschlucht, Südwestdeutschland – Untersuchungen zur räumlichen Verteilung der Pflanzengesellschaften und der sukzessionalen Zusammenhänge. - Mitt. Bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz N.F. 22: 491-535. <https://freidok.uni-freiburg.de/data/174594>
- MAYER, A. (2023): Die Wutach im Schwarzwald & die Papierfabrik Neustadt: Erfolgreiche, frühe Kämpfe für eine bessere Wasserqualität. - <https://www.mitwelt.org/wutach-schlucht-papierfabrik-neustadt-wasser-qualitaet>, Zugriff 16.12.2024.
- MÜLLER, F., RITZ, CH. M., WELK, E. & K. WESCHE (Ed.) (2021): Rothmaler - Exkursionsflora von Deutschland. Gefäßpflanzen: Grundband. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. Aufrufbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-61011-4>.
- NEUWIRTH, R. (1971): Das Klima des Südosthanges des Schwarzwaldes unter besonderer Berücksichtigung der Wutachschlucht. – S. 209 - 220 in: Bad. Landesverein für Naturkunde u. Naturschutz (Hrsg): Die Wutach: naturkundliche Monographie einer Flusslandschaft. Freiburg i. Br. Naturschutz. (Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs 6: 575 S).
- NITSCH, E. (2014): Tektonik und Schichtlagerung.- In: Schwarzwaldverein & Regierungspräsidium Freiburg (Ed.): Die Wutach: wilde Wasser - steile Schluchten. Ostfildern: Jan Thorbecke.
- OBERDORFER, E. (1943): Die Pflanzengesellschaften der Wutachschlucht. - Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland 8: 22–60.
- OBERDORFER, E. (1971): Die Pflanzenwelt des Wutachgebiets. – S. 261 - 322 in: Bad. Landesverein für Naturkunde u. Naturschutz (Hrsg): Die Wutach: naturkundliche Monographie einer Flusslandschaft. Freiburg i. Br. Naturschutz. (Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs 6: 575 S).
- OBERDORFER, E. (1957): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. 564 S., VEB Gustav Fischer, Jena.
- OBERDORFER, E. (1971): Die Pflanzenwelt des Wutachgebiets. – S. 261 – 321 in: Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz (Hrsg.): Die Wutach: naturkundliche Monographie einer Flusslandschaft. (Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs, 6).
- OBERDORFER, E. (1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften 4 – Wälder und Gebüsch e. G. Fischer, Jena, Stuttgart, New York.
- OKSANEN, J. et al. (2022): vegan: Community Ecology Package. - <https://CRAN.Rproject.org/package=vegan>.
- POPPEK, M. (2012): Diversität und Verbreitung von Schluchtwäldern (Tilio-Acerion) im Rheinischen Schiefergebirge. Dissertation, 228 S., Universität Koblenz-Landau.
- REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG (2024): Naturschutzgebiet Wutachschlucht. - <https://rp.baden-wuerttemberg.de/rpf/abt5/ref56/naturschutzgebiete/naturschutzgebietwutachschlucht/>.
- REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG & LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU (Ed.) (2021b): Layer GÜK300: Geologische Einheiten. - LGRB-Kartenviewer.
- REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG & LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU (Ed.) (2021c): Layer LGRB-BW GKBW: Geologische Übersichtskarte (M200). LGRB-Kartenviewer.
- REICHEL, T. & O. WILMANN (1973): Vegetationsgeographie. Westermann, Braunschweig.
- SCHWARZWALDVEREIN & REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG (Ed.) (2014) Die Wutach: wilde Wasser - steile Schluchten. Thorbecke, Ostfildern.
- SCHMIDT, CH. (2024): Die Vegetation der Hang- und Blockschuttwälder in der Wutachschlucht.

Masterarbeit, Fak. UNR, Universität Freiburg.

SIMON, T. (2014): Die Landschaftsgeschichte des Wutachgebiets. – In: Schwarzwaldverein & Regierungspräsidium Freiburg (Ed.): Die Wutach: wilde Wasser - steile Schluchten. Thorbecke, Ostfildern.

TRIBUKAIT, F. et al. (2014): Naturschutz in der Wutachschlucht - Gestern, Heute, Morgen. - S. 404–447 in: Schwarzwaldverein & Regierungspräsidium Freiburg (Ed.): Die Wutach: wilde Wasser – steile Schluchten. Jan Thorbecke, Ostfildern.

VON GADOW, A. (1975): Ökologische Untersuchungen an Ahorn-Eschenwäldern. Dissertation Univ. Göttingen.

WEDLER, A. & S. MIOCIC (2023): Waldbiotopkartierung – Kartierhandbuch. 12. Auflage. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA), Freiburg i. Br.

WIEDERMANN, M., KRETZSCHMAR, F. & A. REIF (2019): Standort- und Vegetationsdynamik der Erosionshänge am Eichberg (Wutachgebiet, Süddeutschland). - Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz 22/4: 583-634. <https://freidok.uni-freiburg.de/data/174594>.

WILMANNS, O. (2014a): Die Waldgesellschaften. – S. 136–153 in: Schwarzwaldverein & Regierungspräsidium Freiburg (Ed.): Die Wutach: wilde Wasser - steile Schluchten. Thorbecke, Ostfildern.

WILMANNS, O. (2014b): Höhere Pflanzen und ihre Lebensräume. - S. 130–135 in: Schwarzwaldverein & Regierungspräsidium Freiburg (Ed.): Die Wutach: wilde Wasser - steile Schluchten. Thorbecke, Ostfildern.

Mitt. Bad. Landesverein Naturkunde u. Naturschutz	Bd.27	2025	DOI: 10.6094/BLNN/Mitt/27.04	Seiten 46-69	Freiburg/Breisgau Oktober 2025
--	-------	------	------------------------------	--------------	-----------------------------------

Beitrag zur eulitoralen Käferfauna am nördlichen Bodenseeufer

JENS PETER ARMBRUSTER, WOLFGANG PANKOW,
AARON BELLERSHEIM & WOLFGANG OSTENDORP

Zusammenfassung: Im April 2019 wurde zum Ende der überflutungsfreien Periode an fünf Uferstrecken des nördlichen Bodenseeufers zwischen Überlingen und Friedrichshafen die eulitorale Käferfauna mit 30 Bodenfallen erfasst (zweiwöchiger Fangzeitraum). Insgesamt wurden 701 Käfer gefangen. Davon konnten 124 Taxa aus 23 Familien bestimmt werden. 11 Arten wurden zum ersten Mal am Bodenseeufer nachgewiesen. Der Anteil der Rote-Liste-Arten lag bei 12 %. Am artenreichsten waren die Kurzflügelkäfer vertreten (Staphylinidae, 35 Arten). Laufkäfer traten mit der höchsten Individuenzahl auf (Carabidae, 189 Individuen). Durch vergleichsweise hohe Artenzahl, Individuenzahl und Diversität sowie durch das Vorkommen besonderer Arten stach die Uferstrecke am Kippenhorn heraus.

Schlüsselwörter: Coleoptera, Carabidae, Staphylinidae, Bodenfallen, Biodiversität.

„Contribution to the eulittoral beetle fauna on the northern shore of Lake Constance“

Abstract: In April 2019, at the end of the flood-free period, the eulittoral beetle fauna was surveyed at five stretches on the northern shore of Lake Constance between Überlingen and Friedrichshafen using 30 pitfall traps (trapping period of two weeks). A total of 701 beetles were caught and 124 taxa from 23 families could be determined. 11 species were recorded for the first time on the shores of Lake Constance. The proportion of species, listed in the Red List of threatened species, was 12%. Rove beetles were the most species-rich family (Staphylinidae, 35 species), ground beetles had the highest number of individuals (Carabidae, 189 individuals). The shore section Kippenhorn stood out due to its comparatively high number of species, individuals and diversity.

Keywords: Coleoptera, Carabidae, Staphylinidae, pitfall traps, biodiversity.

M. Sc. Jens Peter Armbruster, ORCID: 0000-0003-4137-7675, Y.cology Jens Peter Armbruster - Ökologie und Planung, Schopenhauerstr. 69, 72760 Reutlingen, jens.armbruster@yahoo.com

Dipl.-Biologe Wolfgang Pankow, Büro für Gewässerökologie & Entomologie, Hauptstr. 22, 79804 Dogern, buero-pankow@posteo.de

Aaron Bellersheim, Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart, Rosenstein 1, 70191 Stuttgart, aron.bellersheim@smns-bw.de

PD Dr. Wolfgang Ostendorp, ORCID: 0000-0002-2171-7356, Limnologisches Institut der Universität Konstanz, AG Umweltphysik, Mainaustr. 252, 78464 Konstanz, wolfgang.ostendorp@uni-konstanz.de

1. Einleitung

Seeufer sind Übergangsbereichsräume (Ökotone), die zwischen rein terrestrischen und rein aquatischen Lebensräumen vermitteln (NAIMAN & DÉCAMPS 1990, 1997; STRAYER & FINDLAY 2010). Dieser kleinräumige Lebensbereich mit einem jahreszeitlichen Wechsel der Lebensbedingungen unterstützt eine hohe Biodiversität (LACHAVANNE & JUGE 1997; DUDGEON et al. 2006) mit spezialisierten Pflanzen- und Tierarten (SCHMIDT 1996). Vor diesem Hintergrund stehen viele naturnah erhaltene Seeufer unter dem gemeinschaftlichen Schutz der FFH-Richtlinie, des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG) und der Naturschutzgesetze der Länder (z. B. § 33 Abs. (1), Nr. 2 NatSchG BW, i. V. m. Anlage 2).

Die Ufer vieler Seen unterliegen einem zunehmenden Nutzungsdruck (SCHMIEDER 2004; STRAYER & FINDLAY 2010). So sind seeseitige Vorschüttungen oftmals durch Stützmauern gesichert, wodurch die Breite der Wasserwechselzone zwischen der durchschnittlichen jährlichen Niedrig- und Hochwasserlinie (Eulitoral) stark verringert wird. Gleichzeitig reagiert die Uferzone in besonderem Maße auf klimabedingte Seespiegeltrends und hydrologische Extremereignisse.

Von diesen Trends ist auch der Bodensee betroffen, einer der letzten großen Alpenseen mit einem annähernd natürlichen Jahreswasserstandsgang. Um die Auswirkungen der Ufernutzungen, des Uferverbaus (OSTENDORP 2004; IGKB 2006) und der hydrologischen Trends (OSTENDORP et al. 2007) einschätzen zu können, bedarf es zunächst einer umfassenden Erhebung der vulnerablen Arten, insbesondere solcher der substratgebundenen Vegetation (z. B. Strandrasen, STRANG et al. 2012) und der bodenlebenden Käferfauna (z. B. Laufkäfer, BRÄUNICKE & TRAUTNER 2002).

Die Laufkäferfauna des Bodenseeufers ist v. a. durch die Arbeiten von LÖDERBUSCH (1991), MARGGI (1992), BRANDSTETTER et al. (1993), KOPF (1993a), SCHLUDE (1993) und BRÄUNICKE & TRAUTNER (2002) recht gut untersucht. Ältere Fundmeldungen sind beispielsweise in HORION (1954) und MIOTK (1983) enthalten. Eine fortlaufende Ergänzung von Fundmeldungen findet sich auf der Webseite von T. Götz (GÖTZ 2023). Speziellen ökologischen Fragestellungen widmen sich die Arbeiten von LÖDERBUSCH (1991), KOPF (1993a), SCHLUDE (1993), LÖDERBUSCH in OSTENDORP et al. (2010) sowie KIECHLE & GÖTZ (2014, 2016) und KIECHLE et al. (2018). Neben den schwach bewachsenen Geröllsubstraten des Eulitorals wurden dabei auch Schilfröhrichte, Uferwälder und anthropogen überformte Ufer untersucht.

In nur wenigen Arbeiten wurde neben den Laufkäfern auch das Artenspektrum aller anderen Käferfamilien erfasst. Es handelt sich dabei um Untersuchungen in den Naturschutzgebieten Eriskircher Ried (MIOTK 1983), Rheindelta (KOPF 1993b) und Wollmatinger Ried (KLESS & KLESS 2005). Weitere Fundmeldungen finden sich beispielsweise in LAUTERBORN (1921, 1924, 1925, 1926, 1928), MUCKLE (1942), HORION (1954, 1955), HOCH (1956) und LINDNER (1955). Vielfach handelt es sich um „Gelegenheitsfunde“, die zu unterschiedlichen Anlässen und mit verschiedenen Methoden gewonnen wurden. Häufig sind keine genauen Fundorte angegeben und es fehlen Angaben zu den Biotopen.

Im vorliegenden Beitrag stellen wir die Ergebnisse einer systematischen Beprobung der Käferfauna mit Hilfe von 30 standardisierten Bodenfallen im Eulitoral des nördlichen Bo-

denseeufers vor. Die Fallen wurden an fünf Uferstrecken zwischen Überlingen und Friedrichshafen ausgebracht. Die etwa zweiwöchige Expositionszeit im April 2019 deckte das enge Zeitfenster zwischen Ende des Winters mit niedrigem Wasserstand und dadurch trocken liegendem Eulitoral und frühlingshafter Witterung mit ansteigendem Seespiegel und Überschwemmung der Standorte ab. Ziel der Erfassungen war die Untersuchung des Artbestands aller bodenbewohnender Käferfamilien, welcher in diesem schmalen Zeitfenster den ephemeren Lebensraum nutzt.

2. Untersuchungsgebiet

Der Bodensee ist mit einer Fläche von 536 km² und einer maximalen Tiefe von 251 m der drittgrößte und der zweitiefste See in Mitteleuropa (IGKB 2004). Entstanden ist das Bodenseebecken in seiner heutigen Form durch den Rheintal-Gletscher am Ende des Würm-Glazials vor etwa 14.000 bis 16.000 Jahren.

Im Eulitoral des nördlichen Bodensee-Obersees stehen eiszeitliche Geschiebe (Grundmoräne) sowie fluvioglaziale Schotter und Sande an, die teils mit geringer Mächtigkeit über der Oberen Süßwassermolasse liegen. Stellenweise treten die Molasseplatten selbst an die Oberfläche.

Aufgrund des nival-glazialen Abflussregimes des Hauptzuflusses (Alpenrhein) unterliegt der Bodensee ausgeprägten saisonalen Wasserstandsschwankungen. Er ist einer der wenigen verbliebenen großen Alpenseen mit einem naturnahen Wasserstandsregime. In der Regel fällt der Seespiegel im Februar/März auf seinen Jahrestiefststand. Ende Juni erreicht er seinen Höchststand. Im April liegt der Wasserstand im Mittel bei 395,01 m NHN (d. h. 0,25 m unter dem langjährigen mittleren Wasserstand) und steigt im Laufe des Monats um durchschnittlich 0,19 m an (Tagesmittelwerte am Pegel Konstanz in der klimatologischen Referenzperiode vom 01. Dezember 1990 bis 30. November 2020; Pegeldaten: LUBW).

Der Bodensee befindet sich im Gebiet der nördlichen gemäßigten feuchten Klimazone (cfb) (KOTTEK et al. 2006; PEEL et al. 2007). Im Jahresverlauf der klimatologischen Referenzperiode lag die Tagesmitteltemperatur im Durchschnitt bei 10,4 °C und umfasste eine Temperaturspanne von minimal -13,6 °C bis maximal 36,9 °C. Die mittlere Zahl der Sonnenstunden pro Jahr lag bei 1.790 h und der mittlere jährliche Niederschlag bei 840 mm. In den April-Monaten der klimatologischen Referenzperiode lag die mittlere Lufttemperatur bei 10,2 °C (Min. -3,3 °C; Max. 30,7 °C). Die mittlere monatliche Niederschlagssumme lag bei 57 mm und die monatliche Sonnenscheindauer bei durchschnittlich 192 Sonnenstunden (Daten: Deutscher Wetterdienst DWD, Wetterstation Konstanz, ID 2712, Position: UTM 32N 509807 5282432).

Im Eulitoral naturnaher Abschnitte des nördlichen Bodenseeufers dominiert eine Strandvegetation aus Rohr-Glanzgras (*Phalaris arundinacea* L.), Weißem Straußgras (*Agrostis stolonifera* L.), Steifem Barbarakraut (*Barbarea stricta* ANDRZ.) und annuellen Ruderalpflanzen, vereinzelt auch die am Bodensee endemische Strandschmielen-Gesellschaft (Strandrasen, STRANG et al. 2012). Daneben kommen Flecken aus meist schütterten Schilfröhrichten auf glazialen Geschiebe und dichte Schilfröhrichte auf holozänen Ablagerungen vor, die bis unter die mittlere Niedrigwasserlinie (mNW; 394,60 m NHN) reichen können. Landseitig

folgen Weidengehölze sowie Fragmente der Weichholz- und Hartholzauze, die nur noch gelegentlich und kurzzeitig überschwemmt werden (LANG 1990). Außerhalb der Uferzone treten landwirtschaftlich genutzte Flächen (meist Ackerflächen, Rebflächen) und Siedlungsgebiete von ländlichem und dörflichem Charakter in den Vordergrund, aber auch stark versiegelte, städtisch oder industriell geprägte Flächen kommen vor (OSTENDORP 2004). Außerhalb der Naturschutzgebiete unterliegen die Ufer des Bodensees einer intensiven anthropogenen Nutzung: 48,5 % (132 km) der gesamten Uferlänge des Bodensees sind mit senkrechten Ufermauern verbaut (IGKB 2006).

3. Methoden

3.1 Felduntersuchungen

Die untersuchten Uferstrecken wurden anhand vorausgegangener Geländeerkundungen sowie nach folgenden Kriterien ausgewählt:

- Abdeckung eines von West nach Ost verlaufenden Gradienten am Bodensee-Nordufer (Abb. 1),
- Einbeziehung eines Großteils der für das Bodensee-Nordufer typischen Habitate; lediglich Flussmündungsbereiche wurden nicht berücksichtigt,
- höchstens geringe Störungen beispielsweise durch Betretung des Ufers, Badeverkehr oder Substratumlagerungen.

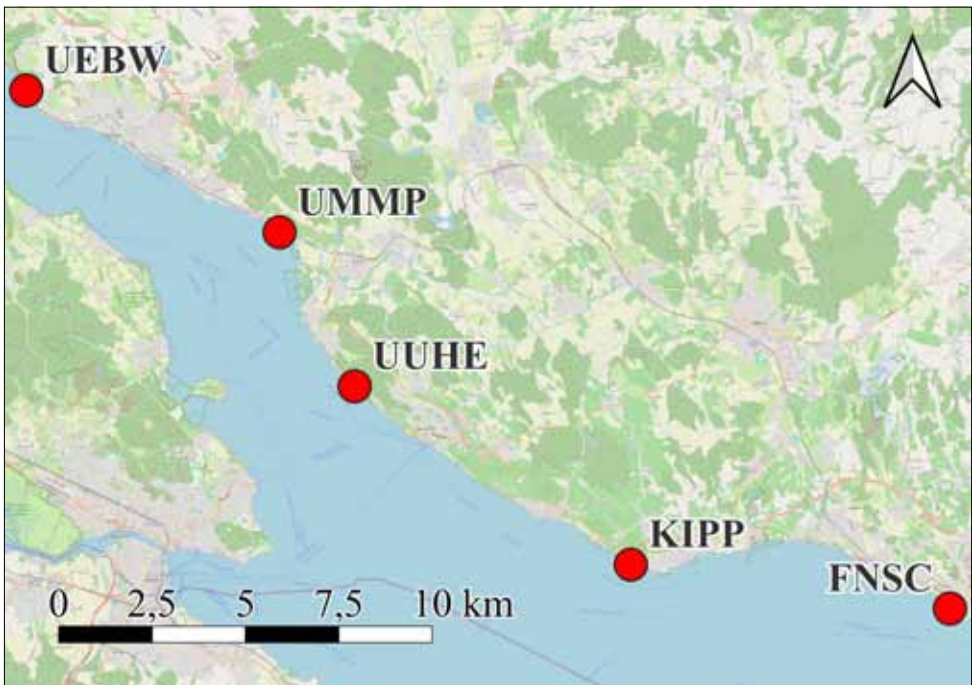


Abb. 1: Nördliches Bodenseeufer mit den fünf Uferstrecken UEBW – Überlingen; UMMP – Untermaurach; UUHE – Unteruhldingen; KIPP – Kippenhorn und FNCS – Friedrichshafen; Kartengrundlage: Open Street Map.

An jeder Uferstrecke wurde ein naturbelassener Uferabschnitt (Nat) und ein mit Ufermauer verbauter Uferabschnitt (Mau) beprobt, um entsprechend ihrer tatsächlichen Häufigkeit am Bodenseeufers sowohl naturnahe als auch anthropogen veränderte Ufer zu berücksichtigen. Zur Erfassung der lokalen Käferfauna wurden standardisierte Bodenfallen eingesetzt (hierzu vgl. BARBER 1931; SKVARLA et al. 2014; BROWN & MATTHEWS 2016; HOHBEIN & CONWAY 2018; TURIN et al. 2022), so dass unsere Ergebnisse mit denen anderer Studien verglichen werden können (vgl. MÜHLENBERG 1976; ABRAHAM 1991; ZULKA 1996; TRAUTNER 2017). Als Fanggefäße wurden kreisrunde Plastikbecher verwendet (Durchmesser Fallenöffnung = 11 cm; Umfang = 34,6 cm; Fläche der Öffnung = 95,0 cm²), die so in den Boden eingegraben wurden, dass die Öffnung nicht über die Bodenfläche hinausragte. Um Kleinsäuger, Amphibien und Reptilien vor dem Hineinfallen zu schützen, wurde ein Drahtgitter mit 3,5 cm Maschenweite über die Fallen gespannt. Der Fallenbehälter wurde mit einer auf drei Stahlstelzen positionierten Fliese (17×17 cm) vor Niederschlag geschützt (Abb. 2).

Als Konservierungsflüssigkeit wurden 250 ml Renner-Lösung (Gemisch aus Ethanol, Wasser, Glycerin und Essigsäure im Verhältnis 4:3:2:1; RENNER 1980) zugegeben.

An jedem Uferabschnitt wurden jeweils drei Bodenfallen in etwa 10 m Abstand voneinander platziert. Die Fallenpositionen beschränkten sich alle auf die Eulitoral-Zone mit sommerlicher Überschwemmung und winterlichem Trockenfallen. Bei der Auswahl der Fallenpositionen wurde darauf geachtet, dass die Ufersituation repräsentativ abgedeckt wurde (vorhandene Vegetation, Substrat sowie Ufermorphologie).

Die Felduntersuchungen wurden im Zeitraum vom 09. bis zum 26. April 2019 durchgeführt. Für unsere Untersuchungen lag eine naturschutzrechtliche Ausnahmegenehmigung der Unteren Naturschutzbehörde beim Landratsamt Bodenseekreis (Sachgebiet Naturschutz, Umweltschutzamt) vor. Alle Positionen der Fallen wurden mit einem Garmin GPS Map 78s eingemessen. Die Positionsdaten verwenden WGS84 UTM 32N als Koordinatenbezugssystem (Datenanhang S1; Tabelle S1.A). Höhenangaben sind im Bezugssystem DHHN92 angegeben (m NHN Normalhöhennull). Detaillierte Angaben zu den Uferstrecken finden sich im Datenanhang (Datenanhang S2; Tabelle S2.A und S2.B).

Nach einer durchschnittlichen Expositionsdauer von $16,5 \pm 1,8$ Tagen (Mittelwert $M \pm$ Standardabweichung SD) wurden die Fallen geleert und alle gefangenen Invertebraten in Renner-Lösung konserviert. Die adulten Tiere und die Larven wurden – soweit möglich – bis auf Artniveau bestimmt (W. Pankow und A. Bellersheim). Die Nomenklatur richtet sich nach „Entomofauna Germanica – Verzeichnis der Käfer Deutschlands“ (<http://coleoweb.de/>; BLEICH et al. 2023). Belegexemplare aller Arten sind in einer Referenzsammlung archiviert (J. P. Armbruster).

Wasserstandsdaten (Tagesmittelwerte am Pegel Konstanz-Hafen) wurden von der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) bereitgestellt (<https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de>). Die Wetterdaten (Wetterstation Konstanz; Stations-ID: 2712, UTM 32N 509807 5282432) stammen vom Deutschen Wetterdienst (DWD; https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/). Alle Artnachweise inkl. Funddatum und Fundort wurden am 21. November 2023 in das Online-Portal „Entomofauna Germanica – Verzeichnis der Käfer Deutschlands“ (<http://coleoweb.de/>) hochgeladen. Die vollständige Taxa-Liste findet sich im Datenanhang (Datenanhang S3; Tabelle S3.A und S3.B).



Abb. 2: Beispiele der Fallenpositionen in drei unterschiedlichen Ufersituationen: (a) in dichtem Schilfröhricht (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.) in Friedrichshafen (FNSC, 11. April 2019); (b) am vegetationsarmen Kiesufer in Untermurach (UMMP, 09. April 2019) und (c) innerhalb eines dichten Schilf-Seggen-Bestands (*Carex acuta* L.) in Überlingen (UEBW, 09. April 2019). Ein Drahtgitter schützt Kleinsäuger und Reptilien vor dem Hineinfallen. Über die Fallenöffnung wurde auf Stelzen eine mit Steinen beschwerte Fliese aufgebracht, um die Fallenflüssigkeit vor Niederschlagswasser zu schützen. (Fotos: © W. Ostendorp)

3.2 Auswertung der Fangergebnisse

Um die Vergleichbarkeit der Fangergebnisse zwischen den Uferstrecken herzustellen, wurde die Aktivitätsdichte AD aus dem Quotienten der Anzahl der gefangenen Individuen am Ende der Expositionszeit NI sowie der Expositionsdauer in Wochen berechnet (MÜHLENBERG 1993). AD spiegelt die Anzahl der innerhalb des Fangzeitraums im Einzugsgebiet der Falle bewegungsaktiven Tiere wider. Zudem wurden als Maß für die Diversität der Shannon-Wiener-Index HS inklusive Evenness E sowie Simpsons Index D berechnet. Dabei wurden Laufkäfer und sonstige Käfer getrennt behandelt. Details zu den Berechnungen, einschließlich der verwendeten Formeln, befinden sich im Datenanhang S4. Auf die Unterschiede zwischen naturnahen und anthropogen veränderten Uferabschnitten soll in einer nachfolgenden Arbeit eingegangen werden.

3.3 Standardisierung

Um die Resultate unserer Untersuchung mit Ergebnissen vorausgegangener Studien vom Bodenseeufener sowie den Aktivitätsdichten bzw. Artenzahlen anderer Habitate zu vergleichen, wurde ein in SASKA et al. (2021) und TURIN et al. (2022) angewendetes Standardisierungsverfahren übernommen. SASKA et al. (2021) berechnen die aufwandsbereinigte Fang-

zahl $CPUE_C$ (‘catch per unit effort’) bzw. den aufwandsbereinigten Artenreichtum $CPUE_S$, indem NI bzw. die Gesamtzahl der nachgewiesenen Arten SN einer Studie in Relation zum Fangaufwand gesetzt werden. Der Fangaufwand wird für $CPUE_C$ durch das Produkt von Expositionszeit in Tagen und Anzahl Fallen repräsentiert, für $CPUE_S$ durch das Produkt von Expositionszeit in Tagen, Anzahl Fallen und Umfang der Fallenöffnung. Die Formeln, die den Berechnungen zugrunde liegen, sind im Datenanhang S4 zu finden. In TURIN et al. (2022) wurde die standardisierte Aktivitätsdichte SAD (‘standardised activity density’) und der standardisierte Artenreichtum SSR (‘standardised species richness’) berechnet. Für SAD wird der Fangaufwand durch das Produkt von Anzahl Fallen, Umfang der Fallenöffnung und Dauer der Fallenexposition dargestellt. SSR entspricht dem in SASKA et al. (2021) berechneten $CPUE_S$.

4. Ergebnisse

4.1 Exposition, Relief, Substrat und Vegetation

Die untersuchten Uferabschnitte waren alle in Richtung SSW (183–238°) exponiert und damit weitgehend unbeschattet. Die Geländeneigung der Uferzone reichte von 1,5 bis 4,1°. Dabei waren die als homogen zu betrachtenden Uferabschnitte im Durchschnitt 72 m lang. Eine Übersicht der Standortfaktoren enthält der Datenanhang S2, Tabelle S2.A. Die Breite der zum Beginn der Fallen-Exponierung wasserfreien Zone lag im Mittel bei 6,9 m (Datenanhang S1, Tabelle S1.A).

Das Oberflächensubstrat im unmittelbaren Umfeld der Fallen setzte sich hauptsächlich aus Geröllen mit $28 \pm 4\%$ ($M \pm SD$) zusammen, gefolgt von Grobkies (17 $\pm$ 6 %), Feinkies (14 $\pm$ 5 %), Felsblöcken (11 $\pm$ 7 %), Laub (10 $\pm$ 4 %), Sand (9 $\pm$ 1 %) und Molluskenschill (7 $\pm$ 5 %). Holz (2 $\pm$ 1 %) und Lehm (1 $\pm$ 1 %) hatten einen geringen Anteil am Substrat. Die Substratanteile sind nach Uferstrecken getrennt im Datenanhang S2 (Tab. S2.B) gelistet.

An den naturbelassenen Uferabschnitten bestand die Ufervegetation entweder aus dichtem Schilfbestand (z. B. Uferstrecke UMMP), aus lichtem Schilfbestand mit niedrigwüchsiger Strandvegetation (UEBW und KIPP; vgl. Abb. 3b) oder aus lockerem Rohr-Glanzgrasbestand (UUHE). Der naturnahe Uferabschnitt von FNSC war mit künstlichen Kiesaufschüttungen (Uferrenaturierung) bedeckt. Höher gelegene Uferbereiche waren von einem dichten Schilfbestand bedeckt, während tiefer gelegene nur spärliche Vegetation trugen. Im Hinterland dieser Uferabschnitte befanden sich fragmentierte Uferwälder (UEBW, UUHE, KIPP), Wiesen (UMMP) oder Schilfbestände mit Silberweidenwald-Fragmenten (FNSC). Die fünf anthropogen veränderten Uferabschnitte waren vom Hinterland durch senkrechte Stützmauern getrennt (Abb. 3a). In UEBW und UMMP lag die Mauersohle knapp unterhalb des langjährigen mittleren Mittelwasserstands (mMW; 395,26 m NHN). In UUHE, KIPP und FNSC lag die Mauersohle jeweils darüber.

4.2 Wasserstand

Der Wasserstand im Zeitraum 01. Mai 2018 bis 30. April 2019 (Untersuchungsjahr) lag überwiegend im Normalbereich der klimatologischen Referenzperiode. Von Mitte Juli bis Ende November 2018 lagen die Wasserstände jedoch im unteren Normbereich oder leicht darunter, so dass eine vergleichsweise breite Uferzone etwa sechs bis neun Monate lang überschwemmungsfrei war (Abb. 4).



Abb. 3: Uferstrecke in UEBW. (a) Anthropogen veränderter Uferabschnitt mit Ufermauer aus verfugten Sandsteinen. Das Mauer-Vorland ist mit sandigem Kies und Geröllen bedeckt. Darüber verläuft ein Spülsaum aus Fragmenten von Armleuchteralgen und Muschelschalen (vorwiegend *Dreissena polymorpha* PALLAS 1771 und *D. rostriformis bugensis* ANDRUSOV 1897 sowie *Bithynia tentaculata* LINNAEUS 1758) (UEBW-Mau; UTM 32N 510744 5290604; 06. März 2019); der sommerliche Hochwasserstand ist an der Mauer-Verfärbung deutlich zu erkennen. (b) Naturbelassener Uferabschnitt mit ufertypischer Vegetation (hier hauptsächlich: *C. acuta* und *P. australis*) auf flach abfallendem, naturnahem Ufer (UEBW-Nat; UTM 32N 509727 5291545; 16. März 2020). (Fotos: © W. Ostendorf)

Ab dem 29. Juli 2018, also mehr als acht Monate vor Beginn der Untersuchung, waren alle 30 Fallenpositionen ununterbrochen wasserfrei (Abb. 5a). Die Überflutung der Fallenpositionen setzte Mitte Mai, also erst nach dem Fallen-Expositionszeitraum ein. Am 13. Mai 2019 wurde als erste Fallenposition UMMP-Mau-West (395,24 m NHN) überflutet. Besonders hoch gelegene Positionen wurden erst im Juni vom Wasser erreicht. Ab dem 13. Juni 2019 waren alle Positionen überschwemmt. Diese sommerliche Überflutungsphase war für unsere Untersuchungsergebnisse jedoch ohne Belang.

Im Mittel des Untersuchungsjahrs waren alle Fallenpositionen 299 ± 27 ($M \pm SD$) Tage wasserfrei. Im Mittel der klimatologischen Referenzperiode wären die Fallen jedoch nur 257 ± 47 Tage wasserfrei gewesen. Im Monat April lagen die Fallenpositionen sowohl im Untersuchungsjahr als auch in der klimatologischen Referenzperiode jeweils vollständig trocken

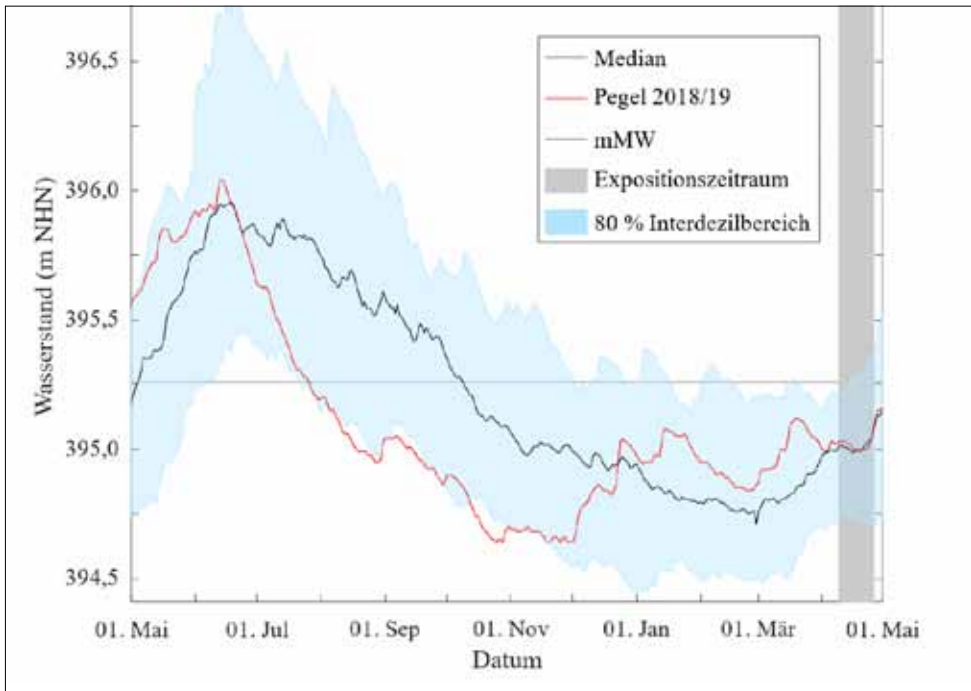


Abb. 4: Wasserstand am Bodensee-Obersee: Untersuchungsjahr (rote Linie; 01. Mai 2018 bis 30. April 2019) sowie Median (schwarze Linie) und Mittelwasserlinie mMW (graue Linie) der klimatologischen Referenzperiode (01. Dezember 1990 bis 30. November 2020). Der 80 % Interdeziilbereich ist hellblau, der Expositionszeitraum grau hinterlegt. Datengrundlage: Tagesmittelwerte Pegel Konstanz; Quelle: LUBW.

(30 Tage). Eine Übersicht über die Dauer der Überflutung der Fallen-Positionen enthält Tabelle S1.A im Datenanhang S1.

4.3 Witterung

Im Untersuchungsjahr (01. Mai 2018 bis 30. April 2019) waren Tagesmitteltemperatur und Anzahl Sonnenstunden jeweils höher als in der klimatologischen Referenzperiode. Die Tagesmitteltemperatur lag im Durchschnitt bei 11,9 °C. Dabei reichte die Temperaturspanne von minimal -4,2 °C bis maximal 36,6 °C. Die Anzahl der Sonnenstunden lag bei insgesamt 2.205 h. Die Niederschlagshöhe war deutlich geringer als in der klimatologischen Referenzperiode (566 mm).

Im April 2019 lag die Tagesmitteltemperatur bei durchschnittlich $10,4 \pm 3,9$ °C ($M \pm SD$) und war nahezu identisch zur Tagesmitteltemperatur der klimatologischen Referenzperiode für den Monat April. Das Tagesminimum lag im April 2019 bei 0,9 °C und das Tagesmaximum bei 25,1 °C. Die Anzahl der Sonnenstunden lag bei insgesamt 183 h, was leicht geringer als in der klimatologischen Referenzperiode war. Die Niederschlagshöhe lag mit 40 mm unter dem Wert der klimatologischen Referenzperiode für diesen Zeitraum. Insgesamt lagen die Werte für Tagesmitteltemperatur und Sonnenscheindauer im Normalbereich (80 % Interdeziilbereich) der klimatologischen Referenzperiode, beim täglichen Niederschlag gab es 2019 am Monatsanfang und am Monatsende je ein Niederschlagsereignis, das über den Normalbereich hinausging.

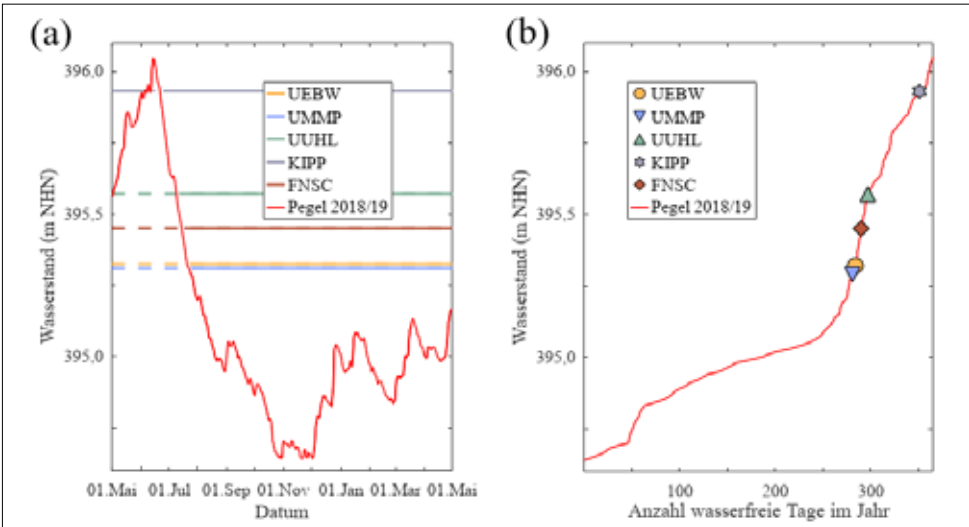


Abb. 5: Übersicht über Überflutungsdauer und wasserfreie Periode der Fallenpositionen im Untersuchungsjahr (01. Mai 2018 bis 30. April 2019). (a) Die Höhenlage der Fallenpositionen ist durch waagerechte Linien dargestellt. Diese sind im Zeitraum, in dem die Falle wasserfrei war, durchgängig, im Zeitraum, in dem die Falle überflutet war, gestrichelt wiedergegeben. (b) Kumulative Häufigkeitsverteilung der wasserfreien Tage im Untersuchungsjahr. Eingezeichnet ist das mittlere Höhenniveau der Fallenpositionen einer Uferstrecke (n = 6 Fallenpositionen).

4.4 Taxa – Imagines

4.4.1 Übersicht

Insgesamt wurden im Rahmen der Untersuchungen 7.947 Invertebraten gefangen. Nach den Springschwänzen (Collembola), Zweiflüglern (Diptera) und Webspinnen (Araneae) waren die Käfer (Coleoptera) mit insgesamt 701 Individuen (8,8 %) die vierthäufigste Gruppe in unseren Untersuchungen (Abb. 6). Es handelte sich um 592 Imagines und 109 Larven.

Die gefangenen Käfer wurden insgesamt 124 Taxa zugewiesen, wovon 102 Arten determiniert werden konnten. Laufkäfer (Kapitel 4.4.2) und sonstige Käferfamilien (Kapitel 4.4.3) werden im Folgenden getrennt betrachtet. Die Berechnungen beziehen sich jeweils nur auf die Imagines. Auf die Larven wird in Kapitel 4.5 separat eingegangen. Die vollständigen taxonomischen Angaben sind in den Artenlisten des Datenanhangs S3 enthalten.

4.4.2 Laufkäfer (Carabidae)

(a) Übersicht Insgesamt wurden im Rahmen der Erfassungen 189 Laufkäfer

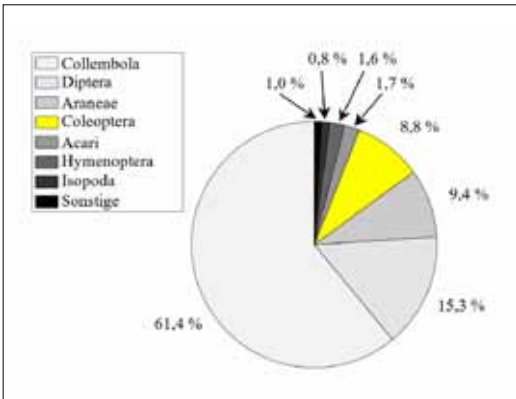


Abb. 6: Übersicht über die Anteile der in dieser Untersuchung gefangenen Arthropoden am Gesamtfang. In gelb ist der Anteil der Käfer (Coleoptera) hervorgehoben.

(Carabidae) gefangen, entsprechend einem prozentualen Anteil von 31,9 % aller gefangenen Käfer. Somit waren die Laufkäfer die individuenreichste Käferfamilie unserer Erfassungen. Es konnten 26 Laufkäferarten nachgewiesen werden. Nur die Kurzflügler (Staphylinidae) waren mit mehr Arten vertreten (s. u.). Eine Übersicht über alle in dieser Untersuchung nachgewiesenen Laufkäferarten ist im Datenanhang S3 (Tab. S3.A) aufgeführt. Je Falle wurden im Mittel $6,3 \pm 7,7$ ($M \pm SD$) Laufkäfer gefangen. Das entspricht einer Aktivitätsdichte AD von $2,7 \pm 3,1$ Individuen pro Woche. Die in der Untersuchung am häufigsten nachgewiesene Art war *Paranchus albipes* (Ufer-Enghalskäfer) mit 54 Imagines ($AD = 22,1$ Ind. pro Woche). *P. albipes* trat an vier von fünf Uferstrecken auf (nicht in UEBW). Es folgte *Nebria picicornis* (Rotköpfiger Dammläufer) mit 32 Imagines ($AD = 12,9$ Ind. pro Woche) und *Pterostichus anthracinus* (Kohl-schwarzer Grabläufer) mit 19 Individuen ($AD = 9,5$ Ind. pro Woche).

Von den in BRÄUNICKE & TRAUTNER (2002) als Zielarten des Bodenseeufer ausgewiesenen Arten wurden in unseren Untersuchungen sechs Arten der Kiesufer (Basisausstattung: *Bembidion decorum*, *Chlaenius vestitus*, *Nebria picicornis*, *Patrobus septentrionis* ssp. *australis*; gehobene Ausstattung: *Lionychus quadrillum*; Spitzenart: *Perileptus areolatus*) und zwei Arten der Feinsedimentufer gefunden (*Elaphrus riparius* und *Patrobus septentrionis* ssp. *australis*, beide Basisausstattung). Zielarten der Uferröhrichte waren nicht vorhanden, obwohl in geringem Umfang auch Schilfröhrichte beprobt wurden.

Die in unserer Studie am stetigsten auftretende Art war *P. albipes*, welche in dreizehn Fällen mit mindestens einem Exemplar auftrat, gefolgt von *N. picicornis* mit Nachweisen in zehn und *Nebria brevicollis* (Gewöhnlicher Dammläufer) mit Nachweisen in sieben Fällen. Die Hälfte der gefundenen Arten (13 Arten) wurde nur in einer einzigen Falle nachgewiesen. Darunter sind elf Arten, von denen in der gesamten Untersuchung nur ein Einzelexemplar gefangen wurde. Weitere vier Arten wurden in nur zwei Fällen nachgewiesen (Abb. 7). Detaillierte Porträts zu bemerkenswerten Arten, die in dieser Untersuchung nachgewiesen wurden, befinden sich im Anhang A1.

(b) Vergleich der fünf Uferstrecken Die individuen- sowie artenreichste Uferstrecke lag am Kippenhorn (KIPP). Hier wurden in den sechs Bodenfallen insgesamt 79 Laufkäfer ($AD = 30,3$ Ind. pro Woche) aus 15 Arten gefangen (Tabelle 1). Davon wurden acht Arten nur in KIPP nachgewiesen. Bemerkenswert ist weiterhin, dass in Unteruhldingen (UUHE) bei weitem die wenigsten Arten nachgewiesen wurden, obwohl die Individuenzahl dort am zweithöchsten war. Auch der Shannon-Wiener-Index sowie Simpsons Index D waren in KIPP am höchsten.

(c) Fundsituation Alle von uns gefundenen Laufkäferarten waren bereits für Baden-Württemberg bekannt. Die Arten *Perileptus areolatus* (Schlanker Sand-Ah-

Tab. 1: Übersicht über die fünf Uferstrecken. Angegeben sind Individuenzahl (NI), Artenzahl (SN), Aktivitätsdichte (AD ; Individuen pro Woche) summiert über die sechs Einzelfallen sowie die aus den Summen der AD von sechs Einzelfallen berechneten Diversitätsmaße Shannon-Wiener-Index (HS) mit Evenness (E) und Simpsons Index (D)

Uferstrecke	NI	SN	AD	HS	E	D
UEBW	21	8	8,7	1,7	0,8	0,8
UMMP	24	8	9,9	1,5	0,7	0,7
UUHE	35	3	14,5	0,6	0,5	0,3
KIPP	79	15	30,3	2,0	0,8	0,8
FNSC	30	12	16,1	1,9	0,8	0,8

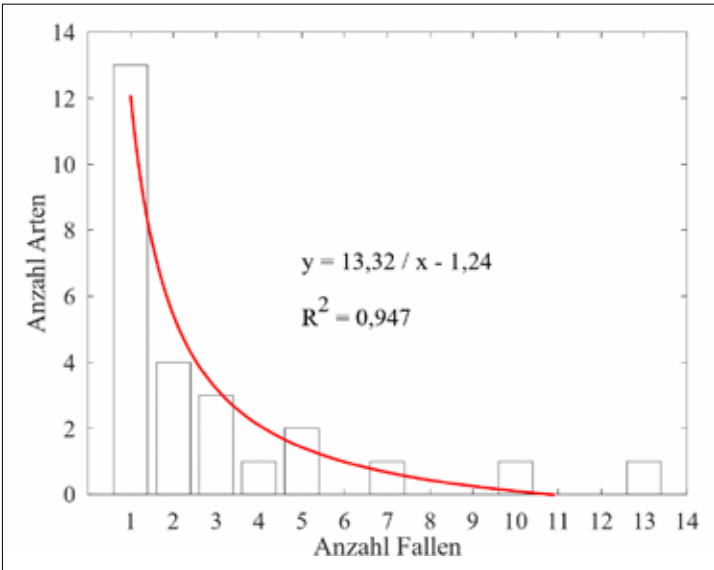


Abb. 7: Stetigkeit des Auftretens von Laufkäferarten in einer Gesamtzahl von $n = 30$ Bodenfallen. In rot ist die hyperbolische Trendlinie eingezeichnet.

lenläufer) und *Agonum emarginatum* (Schwarzer Flachläufer) wurden erstmalig am Nordufer des Bodensees nachgewiesen. *Notiophilus biguttatus* (Zweifleck-Laubläufer) wurde zum ersten Mal am Ufer des Überlinger Sees gefunden. Vorkommen aller drei Arten waren allerdings schon von anderen Abschnitten des Bodenseeufers bekannt.

(d) Rote-Liste-Arten Von den nachgewiesenen Laufkäferarten werden in der Roten Liste Deutschlands (SCHMIDT et al. 2016) eine Art als „stark gefährdet“ (RL 2) und zwei Arten als „gefährdet“ (RL 3) geführt (Tab. 2).

Für Baden-Württemberg (TRAUTNER et al. 2005) wird eine der gefundenen Arten als „stark gefährdet“ und zwei Arten als „gefährdet“ gelistet. Drei Arten stehen auf der Vorwarnliste. Insgesamt waren sechs Arten in mindestens einer der beiden Roten Listen aufgeführt. Das entspricht einem prozentualen Anteil von 23,1 % aller gefundenen Arten. Auf die Individuenzahl bezogen war der Anteil an Rote-Liste-Arten sogar noch höher. Er lag bei 28,0 % (53 Individuen). Der größte Anteil ist auf *Nebria picicornis* zurückzuführen (32 Individuen). Die in unserer Untersuchung nachgewiesenen Rote-Liste-Arten sind in Tab. 2 aufgeführt.

Tab. 2: Übersicht über die am Bodensee-Nordufer gefundenen Rote-Liste-Arten mit aktuellem Status (2 = stark gefährdet; 3 = gefährdet; V = Vorwarnliste; * = nicht gefährdet; für Deutschland: SCHMIDT et al. 2016; für Baden-Württemberg: TRAUTNER et al. 2005).

Art	Status Rote Liste Deutschland	Status Rote Liste BW
<i>Nebria picicornis</i>	3	2
<i>Perileptus areolatus</i>	2	3
<i>Patrobis septentrionis</i> ssp. <i>australis</i>	3	3
<i>Bembidion assimile</i>	*	V
<i>Pterostichus minor</i>	*	V
<i>Lionychus quadrillum</i>	*	V

(e) Standardisierung Die Standardisierung unserer Untersuchung ergab für die aufwandsbereinigte Fangzahl $CPUE_C$ 0,37 Individuen $\times$ (Tag $\times$ Falle)⁻¹ und für den aufwandsbereinigten Artenreichtum $CPUE_S$ 7,14 Arten $\times$ (Tag $\times$ m $\times$ Falle)^{-0,25} (= standardisierter Artenreichtum SSR). Die standardisierte Aktivitätsdichte SAD lag bei 8,49 Individuen $\times$ (Falle $\times$ m $\times$ Tag)^{-0,6}.

4.4.3 Sonstige Käfer

(a) Übersicht Neben den Laufkäfern wurden insgesamt 403 Käfer anderer Familien gefangen. Es wurden 93 Taxa unterschieden, von welchen 74 auf Artniveau bestimmt werden konnten. Von den 19 nicht auf Artniveau bestimmten Taxa, konnten 15 als eigene Art gewertet werden, da es sich um die einzigen Vertreter der Gattung handelte. Daher kann angenommen werden, dass in unserer Untersuchung insgesamt 89 Arten gefunden wurden. Eine Übersicht über alle nachgewiesenen Taxa ist im Datenanhang S3 (Tabelle S3.A) enthalten. Im Mittel wurden pro Falle 13,4 $\pm$ 12,7 ($M \pm SD$) Käfer aus 7,6 $\pm$ 5,0 Taxa gefangen. Die Aktivitätsdichte AD lag im Mittel bei 5,6 $\pm$ 5,0 Käfern pro Falle.

Die Käfer gehörten 22 Familien an. Die individuenreichste Käferfamilie in unseren Untersuchungen waren die Staphylinidae (Kurzflügler) mit 135 Individuen, gefolgt von den Chrysomelidae (Blattkäfer) mit 132 Individuen und den Elateridae (Schnellkäfer) mit 42 Individuen (Abbildung 8). Am artenreichsten vertreten waren die Staphylinidae mit 50 Taxa (35 auf Artniveau) gefolgt von den Chrysomelidae mit 11 Taxa (10 auf Artniveau) und den Nitidulidae (Glanzkäfer) mit 6 Taxa (5 auf Artniveau).

Die am häufigsten nachgewiesenen Arten waren die Blattkäfer *Phyllotreta vittula* (Gersten-Flohkäfer) mit 56 Exemplaren und *Chaetocnema hortensis* (Getreide-Erdfloh) mit 50 Individuen sowie der Schnellkäfer *Zoroachros dufouri* mit 41 Exemplaren. Detaillierte Porträts bemerkenswerter Arten, die in dieser Untersuchung nachgewiesen wurden, befinden sich im Anhang A2.

Am stetigsten traten die Blattkäferarten *C. hortensis* und *P. vittula* auf mit Nachweisen in 14 bzw. 13 Fallen, gefolgt von *Carpelimus corticinus* (Staphylinidae) mit Nachweisen in 10 Fallen (Abbildung 9). Insgesamt 52 und damit mehr als die Hälfte aller Taxa traten in nur einer Falle auf. Von 47 Taxa wurde in der gesamten Untersuchung nur ein Individuum gefangen. 15 Taxa wurden in zwei und 13 Taxa in drei Fallen nachgewiesen.

(b) Vergleich der fünf Uferstrecken Die Individuenzahl NI , die Artenzahl SN und die Aktivitätsdichte AD waren an der Uferstrecke KIPP am höchsten (Tab. 3). NI und AD waren sogar doppelt so hoch wie an jeder anderen Uferstrecke. In UMMP waren NI , SN und AD am niedrigsten. NI und AD waren dort sogar weniger als halb so groß wie an jeder der anderen vier Uferstrecken.

Der Shannon-Wiener-Index (HS) war in UEBW am höchsten, gefolgt von FNSC und UUHE. Auffallend niedrig war die Evenness in KIPP. Simpsons-Index D war in UUHE am höchsten.

(c) Fundsituation Für alle in unserer Untersuchung nachgewiesenen Käferarten, waren schon Fundpunkte aus Baden-Württemberg bekannt. Im Verzeichnis und Verbreitungsatlas der Käfer Deutschlands (www.coleoweb.de) lagen die jüngsten Nachweise der Arten *Ptenidium fuscicorne*, *Stenus formicetorum*, *Stenus crassus* und *Cousya longitarsis* allerdings

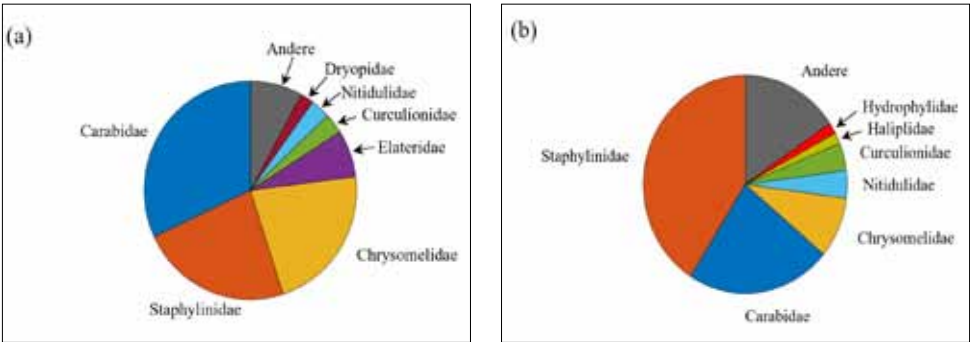


Abb. 8: Übersicht über die sieben Käferfamilien, welche bezogen auf a) die Individuenzahl und b) die Artenzahl den höchsten Anteil am gesamten Probenumfang hatten (hier: inkl. Carabidae). Unter „Andere“ sind alle weiteren Käferfamilien zusammengefasst.

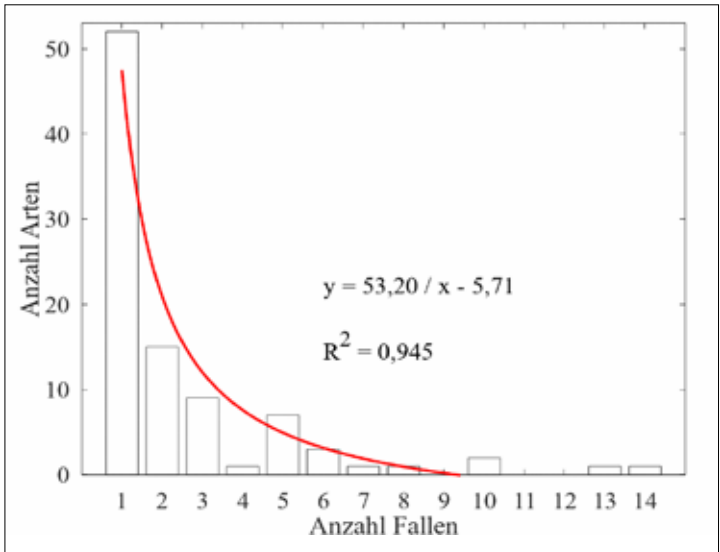


Abb. 9: Stetigkeit des Auftretens der sonstigen Käfertaxa in einer Gesamtzahl von $n = 30$ Bodenfallen. In rot ist die hyperbolische Trendlinie eingezeichnet.

noch vor dem Jahr 2000 (BLEICH et al. 2023). Von den in unserer Untersuchung gefundenen Arten, waren auf den Verbreitungskarten von coleoweb.de schon 37 Funde vom Bodensee-ufer bekannt. Von 11 Arten waren noch keine Fundpunkte am Bodensee-ufer vorhanden. Für die restlichen 26 Arten waren zwar Fundpunkte im Umfeld des Bodensees vorhanden, es war jedoch unklar, ob die Funde direkt vom Ufer oder aus dem Hinterland stammten (BLEICH et al. 2023).

(d) Rote-Liste-Arten Von den in unseren Untersuchungen nachgewiesenen sonstigen Käferarten wird eine Art als „gefährdet“ (RL 3) gelistet, drei Arten stehen auf der Vorwarnliste (RL V) und zwei Arten sind als „gefährdet ohne Einstufung“ (RL G) geführt (Tab. 4). Damit sind 8,1 % aller gefundenen Arten auf der Roten Liste in einer Gefährdungskategorie geführt. Es handelt sich um insgesamt 14 Individuen. Das entspricht einem prozentualen Anteil von 3,5 % aller gefangenen sonstigen Käfer.

Tab. 3: Übersicht über die fünf Uferstrecken. Angegeben sind jeweils Individuenzahl (*NI*), Artenzahl (*SN*), Aktivitätsdichte (*AD*; Individuen pro Woche) summiert über die sechs Einzelfallen sowie die aus den Summen der Aktivitätsdichten aus 6 Einzelfallen berechneten Diversitätsmaße Shannon-Wiener-Index (*HS*) mit Evenness (*E*) und Simpsons Index (*D*).

Uferstrecke	<i>NI</i>	<i>SN</i>	<i>AD</i>	<i>HS</i>	<i>E</i>	<i>D</i>
UEBW	83	34	34,2	3,3	0,9	0,9
UMMP	27	18	11,1	2,7	0,9	0,8
UUHE	57	26	23,5	2,9	0,9	0,9
KIPP	183	43	70,2	2,7	0,7	0,8
FNSC	53	29	28,5	3,0	0,9	0,9

Tab. 4: Übersicht über die am Bodensee-Nordufer nachgewiesenen Rote-Liste-Arten mit aktuellem Status (3 = gefährdet; V = Vorwarnliste und G = gefährdet ohne Einstufung). Quelle: Datenbank F. KÖHLER, basierend auf SPITZENBERG et al. 2016; SCHMIDL et al. 2021 und FRITZLAR et al. 2021.

Art	Status Rote Liste Deutschland
<i>Longitarsus holsaticus</i>	3
<i>Anthicus flavipes</i>	V
<i>Hydraena palustris</i>	V
<i>Parocysa rubicunda</i>	V
<i>Cousya longitarsis</i>	G
<i>Stenus longipes</i>	G

werden, dass am Kippenhorn zwei junge Zauneidechsen (*Lacerta agilis* LINNAEUS 1758, Squamata; det. Gregor Schmitz, Universität Konstanz) in eine Falle gerieten.

5. Diskussion

Lebensräume der Wasserwechselzonen an Seeufern und großen Flüssen weisen aufgrund ihres Ökoton-Charakters häufig eine hohe Artenvielfalt auf und sind deshalb von hohem naturschutzfachlichem Interesse (LACHAVANNE & JUGE 1997; STRAYER & FINDLAY 2010; § 30 Abs. 2 Ziff. 1, § 61 Abs. 1 BNatSchG; § 33 Abs. 1 Ziff. 2 und Anlage 2 NatSchG BW). Im Eulitoral des Bodensees, einem der letzten großen Alpenseen mit annähernd naturnahem Jahreswasserstandsgang, kommt dies z. B. durch die seltenen und gefährdeten Pflanzenarten der

4.5 Taxa – Larven

In den Bodenfallen befanden sich neben den Imagines insgesamt 109 Käferlarven. Diese konnten neun Taxa zugewiesen werden, von denen wiederum fünf Taxa bis auf Artniveau bestimmt werden konnten. Bei den nicht auf Artniveau bestimmten Larven fehlte den Bearbeitern geeignetes Vergleichsmaterial, einige sind in der Literatur (noch) nicht getrennt oder noch unbeschrieben.

Bei einem Großteil der Larven handelte es sich um *Haliphus cf. obliquus* (Haliplidae; 90 Individuen). Weitere 13 Larven konnten Laufkäfern zugeordnet werden. Es handelt sich um drei Larven von *Notiophilus biguttatus* (Zweifleckiger Laubläufer), vier Larven von *Paranichus albipes* (Ufer-Enghalskäfers), sowie sechs Larven von *Nebria livida/picicornis* (Dammläufer). Die meisten Laufkäferlarven wurden an der Uferstrecke UUHE gefunden, die meisten Funde von Larven der sonstigen Käferfamilien in UMMP. Eine Übersicht über alle Larven-Funde ist im Datenanhang S3, Tabelle S3.B gegeben.

4.6 Nicht-Käfer-Funde

Neben Käfern enthielten die Fallen Exemplare zahlreicher anderer Arthropoden-Gruppen. Weitere Auswertungen sind in Arbeit. Trotz Anbringung eines Drahtgitters konnte nicht verhindert

Strandrasen-Vegetation und die nicht minder spezialisierten Rote-Liste-Arten der Laufkäferfauna zum Ausdruck (BRÄUNICKE & TRAUTNER 2002; DIENST et al. 2004; STRANG et al. 2012; vgl. Anlage 2 zu § 33 Absatz 1 NatSchG BW).

Die ökologische Integrität dieser Übergangsräume ist deutschlandweit in hohem Maße gefährdet, am Bodensee beispielsweise durch Ufernutzungen, Uferverbauungen und Einrichtungen für die Sport- und Fahrgastschifffahrt (OSTENDORP 2004; SCHMIEDER 2004; IGKB 2006), aber auch durch Seespiegeltrends, hinter denen sowohl hydrologische Eingriffe des Menschen als auch der globale Klimawandel vermutet werden dürfen (JÖHNK et al. 2004; OSTENDORP et al. 2007). Die Eutrophierung durch unzureichend gereinigte kommunale Abwässer, unter der auch die Ufervegetation und mit ihr benthische Invertebraten und die Fischfauna in den 1960er bis 1990er Jahren zu leiden hatten, gehört dagegen der Vergangenheit an: Hier haben – neben bundesweiten gesetzlichen Vorgaben – der Ausbau von Kläranlagen mit Phosphatfällung und die Behandlung von Abwässern aus Regenwasserüberläufen, die gewünschten Wirkungen gezeigt (OSTENDORP 2012; GÜDE & STRAILE 2016). Ein weiteres ernstzunehmendes Problem ist die Einführung, Etablierung und Ausbreitung von aquatischen Neophyten und Neozoen, die sich aber – soweit bekannt – nicht merklich auf die amphibische Flora und Fauna am Bodensee auswirken (APP et al. 2024; <http://www.neozoen-bodensee.de/index.php/news>). Insgesamt werden sich die erwähnten Trends fortsetzen und zu Veränderungen des Artenspektrums führen und ggf. auch dazu, dass bestimmte Artengruppen einer Unterstützung durch Artenschutzprogramme (ASP) bedürfen, wie dies bereits bei einigen Strandrasen-Arten des Bodenseeuferes der Fall ist (STRANG et al. 2012).

Voraussetzungen für erfolgreiche Schutzbemühungen sind eine Inventarisierung und ein Monitoring kennzeichnender Artengruppen, beispielsweise der Laufkäfer und anderer Käfergruppen. Dies ist jedoch – anders als bei den Strandrasen und den Unterwasserpflanzenrasen (STRANG et al. 2012; BAUER et al. 2014) – bisher nur in Ansätzen erfolgt. Die wenigen, dennoch wegweisenden Studien vom Bodenseeufer sind mittlerweile mehr als 20 Jahre alt und wurden zudem mit unterschiedlicher Methodik und unterschiedlicher Fragestellung durchgeführt.

In einer systematischen Studie haben wir an fünf ausgewählten Uferstrecken des nördlichen Bodenseeuferes standardisierte Bodenfallen eingesetzt, um den Artbestand der Laufkäfer-Fauna und zugleich den aller weiteren bodennah lebenden Käferfamilien zu erfassen. Die Vorteile des Einsatzes von Bodenfallen überwiegen die Nachteile sowie die methodischen Restriktionen bei weitem (SKVARLA et al. 2014). Einer der Vorteile ist die breite Verwendung des Verfahrens, so dass zwischenzeitlich eine umfangreiche zusammenfassende Literatur vorliegt (z. B. TURIN et al. 2022).

Um die standörtliche Vielfalt abzubilden, wurden fünf Uferstrecken zwischen Überlingen und Friedrichshafen ausgewählt. An jeder Uferstrecke wurde, entsprechend ihrer tatsächlichen Häufigkeit am Bodenseeufer, ein naturnaher und ein mit Ufermauer verbauter Uferabschnitt mit jeweils drei Bodenfallen beprobt. Die Fallen wurden so ausgebracht, dass sie die wesentlichen Substrate und Vegetationstypen abdeckten. Durch die etwa zweiwöchige Expositionsdauer wurde das enge Zeitfenster zwischen dem Ende des Winters mit niedrigem Wasserstand und dadurch trocken liegendem Eulitoral und der frühlingshaften Witte-

Tab. 5: Charakteristische Eckdaten der sieben Studien vom Bodenseeufer, in denen mittels Bodenfallen die Laufkäferfauna untersucht wurde. Angegeben sind Lage des Untersuchungsgebiets, Untersuchungszeitraum, Summe Bodenfallen (*n*), Durchmesser Fallenöffnung (*d*), Gesamtzahl der gefangenen Individuen (*NI*) und Gesamtzahl der nachgewiesenen Arten (*SN*).

Studie	Untersuchungsgebiet	Untersuchungszeitraum	<i>n</i>	<i>d</i>	<i>NI</i>	<i>SN</i>
LÖDERBUSCH (1991)	Nordufer Bodensee	11.03.1991–19.06.1991	77	ca. 6 cm	383	49
SCHLUDE (1993)	Westliches Bodenseeufer	28.03.1992–01.07.1992 12.08.1992–23.09.1992	134	4,3 cm	2249	69
KOPF (1993a)	Rheindelta	11.11.1991–16.03.1993 25.04.1993–02.09.1993	55	7 cm	4456	46
KIECHLE & GÖTZ (2014)	Mettnau	11.04.2014–30.04.2014	30	6,5 cm	187	10
KIECHLE & GÖTZ (2016)	Eriskirch	07.09.2016–19.10.2016	15	6,5 cm	190	34
KIECHLE et al. (2018)	Wangen	24.04.2017–06.06.2017	30	6,5 cm	1153	43
diese Studie	Nordufer Bodensee	09.04.2019–26.04.2019	30	11 cm	189	26

rung mit ansteigendem Seespiegel und Überschwemmung der Standorte abgedeckt. Noch vor der fröhsommerlichen Überflutung der Positionen wurden alle Fallen geleert.

Im Rahmen unserer Untersuchung konnten insgesamt 102 Käferarten (124 Taxa inkl. aller nicht bis zur Art bestimmaren Exemplare) aus 23 Käferfamilien nachgewiesen werden. Die am artenreichsten vertretene Käferfamilie waren die Staphylinidae mit insgesamt 50 Taxa, wovon 35 auf Artniveau bestimmt werden konnten. Am individuenreichsten traten die Carabidae mit 189 gefangenen Käfern aus 26 Arten auf. Das entspricht einem Anteil von 13,3 % des am Bodenseeuferr nachgewiesenen Carabiden-Artinventars, welches aus insgesamt 196 Arten besteht (BRÄUNICKE & TRAUTNER 2002). Von den am Bodenseeuferr zu erwartenden und stetig auftretenden Laufkäferarten fehlten in unserer Untersuchung u. a. *Nebria livida*, *Amara apricaria*, *Amara fulva*, *Agonum lugens*, *Bembidion femoratum*, *Bembidion punctulatum* und *Elaphropus quadrisignatus*.

Gründe hierfür sowie für die vergleichsweise geringe Artenzahl unserer Untersuchung sind wohl die auf zwei Wochen begrenzte Expositionsdauer zu einer für Laufkäfer relativ frühen Jahreszeit, der Verzicht auf Handaufsammlungen, der Ausschluss von Flussmündungen und Seerieden bei der Auswahl der Untersuchungsflächen sowie die Begrenzung der Untersuchung auf das Nordufer des Bodensees.

Nach unserem Kenntnisstand gibt es sechs weitere Untersuchungen vom Bodenseeuferr, in denen die Laufkäferfauna systematisch mit Bodenfallen beprobt wurde (Tab. 5). Bei den Erfassungen von KIECHLE & GÖTZ (2014), KIECHLE & GÖTZ (2016) und KIECHLE et al. (2018) wurde jeweils nur ein Uferabschnitt untersucht. Es handelt sich um jüngere Gutachten zu

Tab. 6: Übersicht über aufwandsbereinigte Fangzahl (*CPUE_C*), aufwandsbereinigter Artenreichtum (*CPUE_S*; = standardisierter Artenreichtum *SSR*) sowie standardisierte Aktivitätsdichte (*SAD*) in den vom Bodenseeufer inkl. Rheindelta bekannten Untersuchungen mit Bodenfallen. Weiterhin sind aus der Literatur bekannte Werte von Kulturen einjähriger Feldfrüchte (SASKA et al. 2021) sowie von Dünen, Heidelandschaften, Grünland, Wäldern und Ruderalstandorten in den Niederlanden (TURIN et al. 2022) angegeben. Die Werte der Untersuchungen vom Bodenseeufer wurden auf Basis der in den Studien angegebenen Individuenzahlen berechnet.

		<i>CPUE_C</i>	<i>SAD</i>	<i>CPUE_S</i>
Studie	Habitat	Individuen x (Tag x Falle) ⁻¹	Individuen x (Falle x m x Tag) ^{-0,6}	Arten x (Tag x m x Falle) ^{-0,25}
LÖDERBUSCH (1991)	Bodenseeufer	0,1	4,9	7,9
SCHLUDE (1993)	Bodenseeufer	0,1	20,7	9,8
KOPF (1993a)	Bodenseeufer	0,1	21,1	4,9
KIECHLE & GÖTZ (2014)	Bodenseeufer	0,1	4,0	2,0
KIECHLE & GÖTZ (2016)	Bodenseeufer	0,1	6,1	8,1
KIECHLE et al. (2017)	Bodenseeufer	0,4	24,5	8,6
diese Studie	Bodenseeufer	0,4	8,5	7,1
Mittelwert	Bodenseeufer	0,2	12,8	6,9
SASKA et al. (2021)	Kulturen einjähriger Feldfrüchte	1,3	k. A.	7,2
TURIN et al. (2022)	Dünen	k. A.	3,9	3,3
TURIN et al. (2022)	Heidelandschaften	k. A.	7,7	3,9
TURIN et al. (2022)	Grünland	k. A.	7,1	4,3
TURIN et al. (2022)	Wälder	k. A.	6,3	3,6
TURIN et al. (2022)	Ruderalstandorte	k. A.	9,0	4,9

Uferrenaturierungen. Die drei anderen Untersuchungen liegen bereits mehr als 30 Jahre zurück.

Neben der hier vorliegenden Arbeit ist den Autoren nur eine weitere Untersuchung bekannt, in der am Bodenseeufer neben den Laufkäfern auch alle weiteren Käferfamilien mit Bodenfallen erfasst wurden. Dabei wurden im Rheindelta (Vorarlberg, Österreich) Käfer aus insgesamt 34 Familien nachgewiesen (KOPF 1993b).

In unserer Untersuchung wurden 12 Käferarten (Laufkäfer und sonstige Käfer) nachgewiesen, die auf der Roten Liste (Baden-Württemberg und/ oder Deutschland) mit einer Gefährdungskategorie geführt werden. Das entspricht einem Anteil von 11,8 % aller gefundener Käferarten. Bei den Laufkäfern liegt der Anteil der Rote-Liste-Arten bei 23,1 % und damit leicht höher als in anderen Studien vom Bodenseeufer (LÖDERBUSCH 1991; SCHLUDE 1993).

Allerdings wurde die damalige Fassung der Roten Listen nicht mit der heutigen Fassung abgeglichen.

Die nach SASKA et al. (2021) und TURIN et al. (2022) standardisierten Aktivitätsdichten sowie der standardisierte Artenreichtum dieser Studie lag im Bereich der anderen vom Bodenseeufer bekannten Untersuchungen (Tab. 6). Die aufwandsbereinigte Fangzahl *CPUE_C* unserer Studie nahm einen Spitzenwert im Vergleich mit den anderen Studien vom Bodenseeufer ein. Verglichen mit *CPUE_C* aus Kulturen einjähriger Feldfrüchte, sind die Werte vom Bodenseeufer allerdings sehr gering. Der aufwandsbereinigte Artenreichtum *CPUE_S* (= standardisierter Artenreichtum *SSR*) lag in unserer Studie sowie im Mittelwert aller bekannten Studien vom Bodensee in etwa auf dem Niveau der Ergebnisse aus Kulturen einjähriger Feldfrüchte. Die standardisierte Aktivitätsdichte *SAD* unserer Studie lag im unteren Mittelfeld der vom Bodenseeufer bekannten Studien. Auffällig ist hier die große Spannweite der *SAD*. Der Mittelwert vom Bodenseeufer liegt deutlich über den in TURIN et al. (2022) berechneten Mittelwerten für Dünen, Heidelandschaften, Grünland, Wäldern und Ruderalstandorten (Tab. 6). Aufgrund der geringen Anzahl an Studien vom Bodenseeufer ist der Vergleich mit den Studien von SASKA et al. (2021) und TURIN et al. (2022) noch unter Vorbehalt zu sehen: Für diese wurden pro Habitat 104 bzw. mehr als 550 Studien einbezogen.

In unserer Studie trat ein Großteil der Käferarten (Laufkäfer und sonstige Käfer) nur in einer bzw. in wenigen Fällen auf, d. h. die Stetigkeit ihres Auftretens war gering. Die Stetigkeit ließ sich durch die Regressionsfunktionen $y = 13,32 \times (x - 1,24)^{-1}$ (Laufkäfer) und $y = 53,20 \times (x - 5,71)^{-1}$ (sonstige Käfer) darstellen (Abb. 7 und Abb. 9).

Aus den fünf untersuchten Uferstrecken stach die Uferstrecke am Kippenhorn heraus (KIPP). Dort waren Individuenzahl, Artenzahl und Aktivitätsdichte am höchsten. Auch die Diversitätsindizes waren vergleichsweise hoch. Die Artenzusammensetzung wurde dort durch naturschutzfachliche Zielarten der Geröllufer des Bodensees geprägt (*Nebria picicornis*, *Perileptus areolatus*, *Bembidion decorum*, *Lionychus quadrum*, *Chlaenius vestitus*). Ein Faktor für die hohe ökologische Wertigkeit der Uferstrecke KIPP könnten auch die hoch gelegenen Fallenpositionen sein (Abb. 5; Datenanhang S1, Tabelle S1.1). Die Überschwemmung tritt dort vergleichsweise spät im Jahr ein und dauert nur kurz an, wodurch das Substrat lange trocken liegt. Zudem waren hier Störungen durch Freizeitaktivitäten wie Tritt, Lager- oder Badebetrieb auf einem sehr geringen Niveau: Der naturnah erhaltene Uferabschnitt war nur wenig begangen und am Mauer-Uferabschnitt, welcher durch einen hoch gelegenen Mauerfuß gekennzeichnet war (395,99 m NHN), lag ein Betretungsverbot vor.

Eine Inventarisierung aller am Bodenseeufer auftretenden Käferarten, wie sie in BRÄUNCKE & TRAUTNER (2002) für die Laufkäfer erstellt wurde, steht noch aus. Diese könnte dann als Grundlage für die Planung und Evaluation von Renaturierungsmaßnahmen dienen. Auch vor dem Hintergrund eines zuletzt häufig überdurchschnittlich früh auftretenden oder in Extremjahren fast ganz ausbleibenden Sommerhochwassers des Bodensees könnte die Inventarisierung etwaige Veränderungen in der Käferfauna dokumentieren.

Insgesamt haben unsere Untersuchungen die Bedeutung der Eulitoralzone des Bodensees für die Artenvielfalt der Laufkäfer- und sonstigen Käferfauna unterstrichen: Die Ergebnisse stehen damit im Einklang mit vorausgegangenen Erfassungen (u. a. MIOTK 1983; LÖDER-

BUSCH 1991; SCHLUDE 1993; BRÄUNICKE & TRAUTNER 2002; KLESS & KLESS 2005). Gleichwohl werden Unterschiede zwischen den Uferstrecken sichtbar. Auch am Bodenseeufer haben sich standardisierte Bodenfallen als probates Werkzeug erwiesen, um das relevante Käferartenspektrum im Eulitoral darzustellen. Wir meinen, dass auf diese Weise ein Monitoring durchgeführt werden kann, das die käferfaunistischen Auswirkungen von hydrologischen und klimatischen Trends frühzeitig sichtbar macht und damit auch Optionen für angepasste Uferrenaturierungsstrategien der Wasserwirtschaft eröffnet (Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie).

7. Danksagung

Wir bedanken uns beim Badischen Landesverein für Naturkunde und Naturschutz in Freiburg i. Br. e. V. (BLNN), der Teile dieser Untersuchung aus Mitteln des Prof. Friedrich Kiefer-Fonds finanziell gefördert hat. Für die Durchsicht des Manuskripts bedanken wir uns sehr bei Dr. Kathrin Januschke, Dr. Thomas Götz und PD Dr. Dietmar Straile.

Literaturverzeichnis

- ABRAHAM, R. (1991): Fang und Präparation wirbelloser Tiere. – Gustav Fischer Verlag: 132 Seiten.
- APP, P.; HESSELSCHWERDT, J. & REY, P. (2024): Wirbellose Neozoen im Bodensee – Untersuchungsjahre 2004-2022. – Blaue Reihe der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB), Bericht Nr. 62: 85 Seiten.
- BARBER, H. S. (1931): Traps for cave-inhabiting insects. – Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society 46(2): 259-266.
- BAUER, F.; HARLACHER, R.; HUBER, M.; SCHRANZ, C. & STELZER, D. (2014): Submerse Makrophyten des Bodensees. Kartierung in den Jahren 2006 bis 2010. – Berichte der IGKB 58: 1-153.
- BLEICH, O.; GÜRLICH, S. & KÖHLER, F. (2023): Verzeichnis und Verbreitungsatlas der Käfer Deutschlands. – <http://coleoweb.de/>; abgerufen am: 01.05.2023.
- BRANDSTETTER, C. M.; KAPP, A. & SCHABEL, F. (1993): Die Laufkäfer von Vorarlberg und Liechtenstein. 1. Band (Carabidae). – EVCV, Bürs: 603 Seiten.
- BRÄUNICKE, M. & TRAUTNER, J. (2002): Die Laufkäfer der Bodenseeufer. Indikatoren für naturschuttfachliche Bedeutung und Entwicklungsziele. – Zürich, Bristol-Stiftung; Bern, Stuttgart, Wien, Haupt: 116 Seiten.
- BROWN, G. R. & MATTHEWS, I. M. (2016): A review of extensive variation in the design of pitfall traps and a proposal for a standard pitfall trap design for monitoring ground-active arthropod biodiversity. – Ecology and Evolution 6(12): 3953-3964.
- DIENST, M.; STRANG, I. & PEINTINGER, M. (2004): Entdeckung und Verlust botanischer Raritäten am Bodensee – das Leiner-Herbar und die Strandrasen. – Ber. Bot. Arbeitsgem. Südwestdeutschlands, Beiheft 1, Karlsruhe: 209-230.
- DUDGEON, D.; ARTHINGTON, A. H.; GESSNER, M. O.; KAWABATA, Z. I.; KNOWLER, D. J.; LÉVÊQUE, C.; NAIMAN, R. J.; PRIEUR-RICHARD, A.-H.; SOTO, D.; STIASSNY, M. J. & SULLIVAN, C. A. (2006): Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. – Biological reviews, 81(2): 163-182.
- FRITZLAR, F.; SCHÖLLER, M. & SPRICK, P. (2021): Rote Liste und Gesamtartenliste der Blatt-, Samen- und Resedakäfer (Coleoptera: Chrysomelidae, Bruchidae; Urodontinae) Deutschlands. In: RIES, M.; BALZER, S.; GRUTTKE, H.; HAUPT, H.; HOFBAUER, N.; LUDWIG, G. & MATZKE-HAJEK, G. (Red.): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands, Band 5: Wirbellose Tiere

(Teil 3). – Naturschutz und Biologische Vielfalt 70(5), Münster: 293-331.

GÖTZ, T. (2023): Kartierung der Laufkäfer (Coleoptera, Carabidae) im Landkreis Konstanz (Baden-Württemberg) – <http://www.tkgoetz.homepage.t-online.de/Laufkaefer.html>; abgerufen am 04.03.2023.

GÜDE, H. & STRAILE, D. (2016): Bodensee. Ökologie und anthropogene Belastungen eines tiefen Voralpensees. – *Limnologie aktuell* Bd. 15: 271 Seiten.

HOHBEIN, R. R. & CONWAY, C. J. (2018): Pitfall traps: A review of methods for estimating arthropod abundance. – *Wildlife Society Bulletin* 42(4): 597-606.

HOCH, K. (1956): Wasserkäfer des Bodensees und seiner Umgebung. – *Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz* 6: 241-250.

HORION, A. (1954): Beitrag zur Käferfauna des badischen Bodenseegebietes. 1. Abteilung: Carabidae bis Histeridae. – *Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland* 13: 51-61.

HORION, A. (1955): Beitrag zur Käferfauna des badischen Bodenseegebietes. 2. Abteilung: Clavicornia bis Rhynchophora. – *Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland* 14: 57-69.

IGKB (2004): Der Bodensee. Zustand – Fakten – Perspektiven. – Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB), Bregenz: 177 Seiten.

IGKB (2006): Limnologische Bewertung der Ufer- und Flachwasserzone des Bodensees. – *Blauer Bericht* Nr. 55, Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB), Langenargen: 115 Seiten.

JÖHNK, K. D.; STRAILE, D. & OSTENDORP, W. (2004): Water level variability and trends in Lake Constance in the light of the 1999 centennial flood. – *Limnologica* 34: 15-21.

KIECHLE, J. & GÖTZ, T. (2014): Uferrenaturierung Mettnau. Seebad bis Sernatingerhaus. Monitoring epigäische Arthropoden, Uferpflanzen und Makrophyten. – Bericht im Auftrag des Regierungspräsidiums Freiburg: 26 Seiten.

KIECHLE, J. & GÖTZ, T. (2016): Uferrenaturierung Strandbad Eriskirch. Monitoring epigäische Arthropoden, Uferpflanzen und Makrophyten. – Bericht im Auftrag des Regierungspräsidiums Tübingen: 16 Seiten.

KIECHLE, J.; GÖTZ, T. & SCHORK, H. (2018): Uferrenaturierung Strandbad Wangen. Monitoring epigäische Arthropoden, Uferpflanzen und Makrophyten. – Bericht im Auftrag des Regierungspräsidiums Freiburg: 36 Seiten.

KLESS, J. & KLESS, U. (2005): Käfer aus dem NSG Wollmatinger Ried am Bodensee. – *Mitt. des Ent. Vereins Stuttgart* 40(1/2): 97-116.

KOPF, T. (1993a): 2.4.3 Carabidae, Laufkäfer. In: MEYER, E.; STEINBERGER, K.-H.; GÄCHTER, E.; KOPF, T. & PLANKENSTEINER, U.: Einfluss von Entwässerungen auf Boden, Vegetation und Fauna im Naturschutzgebiet Rheindelta. Teilbericht: Fauna. – Gutachten im Auftrag der Vorarlberger Landesregierung: 55-74.

KOPF, T. (1993b): 2.4.4 Weitere Käferfamilien. In: MEYER, E.; STEINBERGER, K.-H.; GÄCHTER, E.; KOPF, T. & PLANKENSTEINER, U.: Einfluss von Entwässerungen auf Boden, Vegetation und Fauna im Naturschutzgebiet Rheindelta. Teilbericht: Fauna. – Gutachten im Auftrag der Vorarlberger Landesregierung: 75-88.

KOTTEK, M.; GRIESER, J.; BECK, C.; RUDOLF, B. & RUBEL, F. (2006): World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. – *Meteorol. Z.*, 15: 259-263.

LACHAVANNE, J.-B. & JUGE, R. (1997): Biodiversity in land-inland water ecotones – Man and the Biosphere Series, UNESCO Paris and the Parthenon Publishing Group 18: 308 Seiten.

LANG, G. (1990): Die Vegetation des westlichen Bodenseegebietes: mit 33 Tab. im Text sowie 86 Tab. im Anhang. – Fischer: 462 Seiten.

LAUTERBORN, R. (1921): Faunistische Beobachtungen aus dem Gebiete des Oberrheins und des Bodensees. 2. Reihe. – *Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz*

(BLNN), N.F. Band 1(7): 196-201.

LAUTERBORN, R. (1924): Faunistische Beobachtungen aus dem Gebiete des Oberrheins und des Bodensees. 4. Reihe. – Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz (BLNN), N.F. Band 1 (12/13): 284-290.

LAUTERBORN, R. (1925): Faunistische Beobachtungen aus dem Gebiete des Oberrheins und des Bodensees. 5. Reihe. – Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz (BLNN), N.F. Band 1 (16/17): 353-358.

LAUTERBORN, R. (1926): Faunistische Beobachtungen aus dem Gebiete des Oberrheins und des Bodensees. 6. Reihe. – Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz (BLNN), N.F. Band 2 (1/2): 3-12.

LAUTERBORN, R. (1928): Faunistische Beobachtungen aus dem Gebiete des Oberrheins und des Bodensees. 7. Reihe mit 2 Abbildungen. – Beiträge zur naturwissenschaftlichen Erforschung Badens. Band 1: 9-24.

LINDNER, E. (1955): Insekten des Bodenseeufers (Dipteren und andere Ordnungen). – Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung 73: 193-204.

LÖDERBUSCH, W. (1991): Untersuchungen zur Laufkäferfauna des Bodenseeufers. – Bericht im Auftrag des Wasserwirtschaftsamts Ravensburg: 47 Seiten + Anhang (unveröffentl.).

MARGGI, W. (1992): Faunistik der Sandlaufkäfer und Laufkäfer der Schweiz. In: DUELLI, P. (Red.): Rote Listen der gefährdeten Tierarten in der Schweiz. – Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern: 55-59.

MIOTK, P. (1983): Das Eriskircher Ried. Ein Führer durch das bedeutendste Naturschutzgebiet am nördlichen Bodenseeufer. – Führer Natur- u. Landschaftsschutzgebiete Bad.-Württ. 6, Karlsruhe: 188 Seiten.

MUCKLE, R. (1942): Beiträge zur Kenntnis der Uferfauna des Bodensees. – Beiträge zur naturkundlichen Forschung im Oberrheingebiet 7: 109 Seiten + 2 Tafeln mit Erläuterungen.

MÜHLENBERG, M. (1976): Freilandökologie – Quelle & Meyer Verlag, Heidelberg: 214 Seiten.

NAIMAN, R. J. & DÉCAMPS, H. (Hrsg.) (1990): The Ecology and Management of Aquatic-Terrestrial Ecotones. – Man and the Biosphere Series, UNESCO Paris and the Parthenon Publishing Group 4: 1-316.

NAIMAN, R. J. & DÉCAMPS, H. (1997): The Ecology of Interfaces: Riparian Zones. – Annual Review of Ecology and Systematics 28: 621-658.

OSTENDORP, W. (2004): Was haben wir aus dem Bodenseeufer gemacht? Versuch einer Bilanz. – Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung 122: 181-251.

OSTENDORP, W.; BREM, H.-J.; DIENST, M.; JÖHNK, K.; MAINBERGER, M.; PEINTINGER, M.; REY, P.; ROSSKNECHT, H.; SCHLICHTERLE, H.; STRAILE, D. & STRANG, I. (2007): Auswirkungen des globalen Klimawandels auf den Bodensee. – Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung 125: 199-244.

OSTENDORP, W.; DIENST, M.; LÖDERBUSCH, W.; PEINTINGER, M. & STRANG, I. (2010): Seeuferrenaturierungen am Bodensee. Naturschutzfachliche Bestandsaufnahme und Empfehlungen. – Natur und Landschaft 85/3: 89-97.

OSTENDORP, W. (2012): Umwelt- und Nutzungswandel am Unterseeufer: Seeregulierung, Wasserspiegeltrends und Abwasserbelastung. – Mitt. Thurg. Naturforsch. Ges. 66: 63–109.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L. & McMAHON, T. A. (2007): Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. – Hydrology and earth system sciences 11(5): 1633-1644.

RENNER, K. (1980): Faunistisch-ökologische Untersuchungen der Käferfauna pflanzensoziologisch unterschiedlicher Biotope im Evessell-Bruch bei Bielefeld-Sennestadt. – Berichte des Naturwissenschaftlichen Vereins Bielefeld Sonderheft 2: 145-176.

SASKA, P.; MAKOWSKI, D.; BOHAN, D. A. & VAN DER WERF, W. (2021): The effects of trapping effort and sources of variability on the estimation of activity-density and diversity of carabids in annual

field crops by pitfall trapping; a meta-analysis. – *Entomologia Generalis* 41(6): 553-566.

SCHLUDE, M. (1993): Untersuchungen zur Laufkäferfauna (Coleoptera, Carabidae) der Strandrasen am westlichen Bodenseeufer. – Diplomarbeit an der Fakultät für Biologie der Universität Konstanz: 139 Seiten + Anhang (unveröffentl.).

SCHMIDL, J.; BUSSLER, H.; HOFMANN, G. & ESSER, J. (2021): Rote Liste und Gesamtartenliste der Kurzflüglerartigen, Stutzkäferartigen, landbewohnenden Kolbenwasserkäfer und Ufer-Kugelkäfer (Coleoptera: Polyphaga: Staphylinoidea, Histeroidea, Hydrophiloidea partim; Myxophaga: Sphaeriidae) Deutschlands. In: RIES, M.; BALZER, S.; GRUTTKE, H.; HAUPT, H.; HOFBAUER, N.; LUDWIG, G. & MATZKE-HAJEK, G. (Red.): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands, Band 5: Wirbellose Tiere (Teil 3). – Naturschutz und Biologische Vielfalt 70(5), Münster: 31-95.

SCHMIDT, E. (1996): Ökosystem See. Der Uferbereich des Sees. – Quelle & Meyer Verlag, Wiesbaden: 328 Seiten u. Anhang.

SCHMIDT, J.; TRAUTNER, J. & MÜLLER-MOTZFELD, G. (2016): Rote Liste und Gesamtartenliste der Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae) Deutschlands. In: GRUTTKE, H.; BALZER, S.; BINOT-HAFKE, M.; HAUPT, H.; HOFBAUER, N.; LUDWIG, G.; MATZKE-HAJEK, G. & RIES, M. (Red.): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands, Band 4: Wirbellose Tiere (Teil 2). – Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (4), Münster: 139-204.

SCHMIEDER, K. (2004): European lake shores in danger – concepts for a sustainable development. – *Limnologia*, 34(1-2): 3-14.

SKVARLA, M. J.; LARSON, J. L. & DOWLING, A. P. G. (2014): Pitfalls and preservatives: a review. – *The Journal of the Entomological Society of Ontario* Volume 145: 15-43 Seiten.

SPITZENBERG, D.; SONDERMANN, W.; HENDRICH, L.; HESS, M. & HECKES, U. (2016): Rote Liste und Gesamtartenliste der wasserbewohnenden Käfer (Coleoptera aquatica) Deutschlands. In: GRUTTKE, H.; BALZER, S.; BINOT-HAFKE, M.; HAUPT, H.; HOFBAUER, N.; LUDWIG, G.; MATZKE-HAJEK, G. & RIES, M. (Red.): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands, Band 4: Wirbellose Tiere (Teil 2). – Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (4), Münster: 207-246.

STRANG, I.; DIENST, M. & PEINTINGER, M. (2012): Die Entwicklung der Strandrasen am Unterseeufer in den letzten 100 Jahren. – *Mitt. Thurg. Naturforsch. Ges.* 66: 199-223.

STRAYER, D. L. & FINDLAY, S. E. G. (2010): Ecology of Freshwater shore zones. – *Aquatic Sciences* 72: 127-163.

TRAUTNER, J. (2017): Die Laufkäfer Baden-Württembergs. – 2 Bände, Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer. 848 Seiten.

TRAUTNER, J.; BRÄUNICHE, M.; KIECHLE, J.; KRAMER, M.; RIETZE, J.; SCHANOWSKI, A. & WOLFSCHWENNINGER, K. (2005): Rote Liste und Artenverzeichnis der Laufkäfer Baden-Württembergs (Coleoptera: Carabidae). 3. Fassung, Stand Oktober 2005. – LUBW, Karlsruhe, Naturschutz-Praxis Artenschutz 9: 31 Seiten.

TURIN, H.; KOTZE, J. D.; MÜLLER-KROEHLING, S.; SASKA, P.; SPENCE, J. & HEIJERMAN, T. (2022): Ecology and conservation of the Dutch ground beetle fauna: lessons from 66 years of pitfall trapping. – Wageningen Academic Publishers: 451 Seiten.

ZULKA, K. P. (1996): Methodisches Design für die Erfassung und Bewertung von Arthropodenbeständen und Arthropodenlebensräumen am Beispiel der Laufkäferfauna (Coleoptera, Carabidae). – *Wissenschaftliche Mitteilungen des Niederösterreichischen Landesmuseums* 9: 341-361.

Mitt. Bad. Landesverein Naturkunde u. Naturschutz	Bd.27	2025	DOI: 10.6094/BLNN/Mitt/27.05	Seiten 71-81	Freiburg/Breisgau Oktober 2025
--	-------	------	------------------------------	--------------	-----------------------------------

Zur Bedeutung der Bahnanlagen im Raum Mannheim als Lebensräume für Pflanzen

THOMAS JUNGHANS

Zusammenfassung: Vor allem in dicht besiedelten Räumen wie der Rhein-Neckar-Region um Mannheim spielen urban-industrielle Flächen eine wichtige Rolle für den Natur- und Artenschutz. Unter diesen kommt den Hafen- und Bahnanlagen allein schon aufgrund ihrer Flächengröße eine besondere Bedeutung zu. Zahlreiche seltene einheimische wie auch eine Vielzahl nicht-einheimischer Arten konnten bei einer systematischen Erfassung aufgefunden werden. Ein Mosaik standörtlicher Faktoren zusammen mit einer nutzungs- und funktionsbedingten eher extensiven Nutzung vieler Flächen sorgen für das Vorhandensein zahlreicher Sekundärstandorte mit teils speziellen Bedingungen, die in der Naturlandschaft so kaum noch vorhanden sind bzw. immer seltener werden.

Schlüsselwörter: Urban-industrielle Habitate, Sekundärstandorte, Bahnflora, Adventivfloristik.

„On the importance of railway installations as secondary habitats for plants in Mannheim“

Abstract: Urban-industrial sites play an important role for nature and species conservation, especially in densely populated areas like the Rhine-Neckar-Region around Mannheim. Among these, port and railway installations are of special interest because of their size. As a consequence, a variety of rare indigenous as well as alien species can be found. Due to a mostly extensive use of many sites along the tracks together with different substrates and dynamics according to their primary function, railway installations can provide a variety of secondary habitats with very special ecological conditions becoming widely rare in natural landscapes underlining the meaning of secondary habitats for nature conservation within cities.

Keywords: Urban-industrial sites, secondary habitats, railway flora, adventive flora

1. Einleitung

Mannheim liegt inmitten der Europäischen Metropolregion Rhein-Neckar, ein mehr als zwei Millionen Menschen umfassendes Ballungsgebiet. Durch entsprechende Besiedlungsdichte, Umfang und Dynamik anthropogener Flächennutzungen (Bebauung, Verkehrsinfrastruktur etc.) sowie vielfältiger Freizeitaktivitäten ist die Natur in den letzten Jahrzeh-

ten nicht nur hier großflächig unter Druck geraten, die Auswirkungen des Klimawandels verstärken den negativen Trend zusätzlich. Wie bedeutend in diesem Kontext neben den meist nur reliktsch vorhandenen Resten einer Naturlandschaft vor allem auch Sekundärstandorte im unmittelbaren Siedlungsbereich als Lebensräume für Pflanzen (und selbstverständlich auch für Tiere!) sein können wurde bereits geschildert (JUNGHANS 2023).

Da Mannheim als größter Eisenbahnknotenpunkt in Südwestdeutschland über eine Vielzahl bahntechnischer Flächen verfügt, spielen diese aus ökologischer Sicht schon allein aufgrund ihrer beträchtlichen Gesamtgröße eine beachtliche Rolle. Bahnanlagen stellen als wichtige Makrohabitate dabei nicht nur eine Vielzahl von Sekundär- und Erhaltungsbiotopen zur Verfügung, sondern tragen zugleich auch wesentlich zur Einschleppung von Pflanzen (durch Transport und Umschlag von Gütern) sowie zu deren weiterer Ausbreitung bei. Auf die wichtige Funktion der Eisenbahn als Ausbreitungsvektor wurde dabei sogar bereits Ende des 19. Jahrhunderts erstmals hingewiesen (HOLLER 1883).

So konnten also zahlreiche Pflanzenarten ihre ursprünglichen Verbreitungsgebiete erheblich erweitern, als Beispiele seien die für mitteleuropäische Bahnanlagen charakteristischen Arten wie Schmalblättriger Doppelsame (*Diplotaxis tenuifolia*) oder Sand-Wegerich (*Psyllium arenarium*) genannt, die als typische „Südfruchtbegleiter“ mit dem als Frostschutz verwendeten Verpackungsmaterial eingeschleppt und über das Schienennetz ausgebreitet wurden. Auch wenn heute durch Veränderungen im Gütertransport (Verwendung geschlossener Container) derartige Einschleppungsereignisse seltener werden, unterstreicht doch die in jüngerer Zeit erfolgte „explosionsartige“ Ausbreitung des Schmalblättrigen Greiskrauts (*Senecio inaequidens*) oder des Dreifinger-Steinbrechs (*Saxifraga tridactylites*) die nach wie vor große Bedeutung des Bahnverkehrs als ein wesentlicher Ausbreitungsvektor für Pflanzen. Mittels viatischer Migration (Wanderung von Pflanzen entlang von Verkehrswegen) werden so neue Vorkommen begründet wie auch Verbreitungslücken geschlossen, dies gilt z.B. auch für den Sommerflieder (*Buddleja davidii*).

In der floristischen Literatur für die Region Mannheim-Heidelberg fand die Bahnflora früher nur wenig Beachtung, so wurden lediglich einige Anmerkungen zur *Linaria vulgaris*-*Bromus tectorum*-Gesellschaft auf dem Heidelberger Hauptbahnhof (KNAPP 1961), zur Wildbienenfauna des Heidelberger Güterbahnhofs (NÄHRIG 2001, SCHMIDT 2001) sowie zum Vorkommen von Tomate und Sommerflieder auf dem Gelände des Mannheimer Hauptbahnhofs gemacht (NEFF 1998). In den letzten 20 Jahren konnten hierzu einige Beiträge – nicht nur zur Bahnflora im Raum Mannheim – geleistet werden (z.B. JUNGHANS 2007a, b, 2008, 2010, 2015, 2016).

2. Untersuchungsflächen und Methodik

Im Rahmen der floristischen Bestandsaufnahme der Bahnflora im Raum Mannheim wurden seit 2004 zunächst die beiden Hauptbahnhöfe von Mannheim und Heidelberg vergleichend untersucht und später auf weitere Bahnflächen in Mannheim ausgedehnt (Bahnhof Käfertal, Bahnhof Rheinau, Güterbahnhof, Sammelbahnhof und Rangierbahnhof). Untersucht wurden dabei bahntypische Strukturen wie die Bahnsteige, der gesamte Gleiskörper, die Gleisrandbereiche, die Gleiszwischenbereiche unmittelbar vor den Bahnsteigenden, die Abstell- und Verladegleise, die Rangierbereiche sowie die Zwischengleisbereiche, soweit

diese öffentlich zugänglich bzw. gut einsehbar sind. Hier wurde nach Möglichkeit vermieden, nicht unmittelbar bahntypische Flächen, z.B. Brachflächen mit unterschiedlichen Sukzessionsstadien auf angrenzenden Gewerbeflächen oder Parkplätze, mit einzubeziehen, da das Untersuchungsziel darin besteht, die Flora der „bahntypischen“ Flächen inklusive der durch Funktion und Betriebsabläufe bedingten Störungen und Einflussgrößen zu dokumentieren. Zusätzlich zu den notierten Blütenpflanzen wurde deren genauer Wuchsort sowie die Anzahl der Individuen erfasst (gezählt bzw. geschätzt). Aufgrund des umfangreichen Bahnbetriebs mussten viele Flächen wie etwa die sehr umfangreichen Gleisfelder im Bereich des Rangierbahnhofs unberücksichtigt bleiben, so dass z.B. keine Aussagen darüber möglich sind, ob dort auch heute noch seltene und gefährdete Arten wie z.B. *Jurinea cyanoides* vorkommen (BREUNIG & DEMUTH 2000: 49).

Um Aussagen zu Diasporenquellen und Ausbreitungsrichtungen der vorgefundenen Pflanzen treffen zu können, wurde die floristische Ähnlichkeit der Pflanzenbestände der einzelnen Untersuchungsflächen anhand des Ähnlichkeitskoeffizienten nach JACCARD berechnet (für Einzelheiten zur Berechnung siehe JUNGHANS 2007b). Eine Vergleichbarkeit ist aufgrund der großen Heterogenität der Flächen (z.B. hinsichtlich Größe, Struktur, Nutzungsgrad etc.) dabei allerdings nur bedingt gegeben. Die festgestellten Arten und die daraus errechneten Werte können somit nur unter Vorbehalt diskutiert werden, grundlegende Tendenzen im Hinblick auf den Isolationsgrad der Bahnanlagen bzw. deren Rolle als Ausbreitungszentren lassen sich aber nach Ansicht des Verfassers dennoch ableiten.

Die Nomenklatur folgt weitgehend WISSKIRCHEN & HAEUPLER (1998).

3. Flora und Vegetation der Mannheimer Bahnanlagen

Das für Bahnflächen typische Nebeneinander unterschiedlicher Flächen und Strukturen findet sich auch im Bereich der Mannheimer Bahnanlagen und bedingt wesentlich das floristische Arteninventar. Das Spektrum reicht von praktisch vegetationsfreien Flächen (neue Gleise, Betonschwellen, neu aufgebrachter sowie frisch herbizidbehandelter Gleischotter etc.) über niedrigwüchsige, überwiegend von einjährigen Arten dominierten Vegetationskomplexen bis hin zu dichten und mehrere Meter hohen Vorwaldstadien. Dichtere Bestände können sich überall dort bilden, wo die Arten dem jährlich gegen Ende Mai durchgeführten Herbizideinsatz oder anderen Pflegemaßnahmen entgehen oder ein erhöhter Eintrag von Substrat, Diasporen, Wasser und Nährstoffen erfolgt (z.B. Gleiskörper im Bereich der Bahnsteigkanten, undichte Stellen von Überdachungen etc.) sowie eine besonders geschützte Lage vorhanden ist (z.B. Bahnsteige außerhalb der Zughaltebereiche, Gleiszwischenbereiche vor Bahnsteigenden etc.).

Charakteristisch für die untersuchten Bahnflächen ist das Vorkommen von artenarmen, z.T. nur aus einer Art bestehenden aber sehr individuenreichen Dominanzbeständen. Dies lässt sich gut auf den Bahnsteigen der Personenbahnhöfe beobachten, in deren Ritzen Arten wie Vogel-Knöterich (*Polygonum aviculare*), Kahles Bruchkraut (*Herniaria glabra*), Zusammengedrücktes Rispengras (*Poa compressa*), Kleines Liebesgras (*Eragrostis minor*) und Frühlings-Hungerblümchen (*Erophila verna*) zahlenmäßig vorherrschen. Die rund 70.000 Menschen, die z.B. den Mannheimer Hauptbahnhof täglich frequentieren, tragen dabei nicht unerheblich zur Förderung dieser Vertreter von Trittpflanzengesellschaften bei.



Abb. 1: Das Schmalblättrige Greiskraut (*Senecio inaequidens*) dominiert nicht selten die Flora der Gleise.



Abb. 2: Die Sparrige Flockenblume (*Centaurea diffusa*) ist eine der wenigen Pflanzen, die sich auf allen Bahnflächen von Mannheim finden lässt.

Für den Gleiskörper sind Massenvorkommen folgender Arten typisch: Quendelblättriges Sandkraut (*Arenaria serpyllifolia*), Ruprechtskraut (*Geranium robertianum*), Kompasslattich (*Lactuca serriola*), Dach-Trespe (*Bromus tectorum*), Taube Trespe (*Bromus sterilis*), Johanniskraut (*Hypericum perforatum*) und Vogelmiere (*Stellaria media*). Große Dominanzbestände des Schmalblättrigen Greiskrauts (*Senecio inaequidens*) finden sich sowohl im Gleiskörper als auch in den Zwischengleisbereichen, wo auf sehr feinerdearmen Flächen vor allem der Dreifinger-Steinbrech (*Saxifraga tridactylites*) dominiert. Kleinere Flächen im Bereich zwischen Abstell- und Verladegleisen und den anschließenden Verladerampen können dicht mit Brombeeren, Hunds-Rose (*Rosa canina*), Holunder (*Sambucus nigra*), Waldrebe (*Clematis vitalba*) oder Hochstauden wie Weißer Steinklee (*Melilotus albus*) und den nordamerikanischen Goldruten-Arten *Solidago canadensis* und *S. gigantea* bewachsen sein. Wo die Sukzession ungestört fortschreitet, etwa unmittelbar vor den Bahnsteigenden zwischen Prellböcken und Bahnsteigen oder in randlichen Zwischengleisbereichen, können sich auch bis zu vier oder fünf Meter hohe Vorwaldstadien bilden, die sich überwiegend aus den Gehölzen Esche (*Fraxinus excelsior*), Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*), Hainbuche (*Carpinus betulus*), Hasel (*Corylus avellana*), Hänge-Birke (*Betula pendula*) und Sal-Weide



Abb. 3: In Mannheim ist das Rosmarin-Weidenröschen (*Epilobium dodonaei*) derzeit noch sehr selten.



Abb. 4: Verwilderungen von Kulturpflanzen (hier Weizen) sind insbesondere dort häufig, wo entsprechende Verladetätigkeiten stattfinden.

(*Salix caprea*) zusammensetzen, wobei die beiden letztgenannten Arten nach WITTIG (2003) die einzigen beiden einheimischen Pioniergehölze sind, die im Gleisbereich nahezu aller Bahnhöfe Deutschlands vorkommen. Häufigstes neophytisches Gehölz nicht nur auf derartigen Standorten sondern auch im übrigen Stadtgebiet ist der Götterbaum (*Ailanthus altissima*), gleich gefolgt vom Sommerflieder (*Buddleja davidii*), der auch in den Gebüsch auf den Bahnhöfen im Rhein-Main- und Rhein-Ruhr-Gebiet dominiert (WITTIG 2002). Im Gleisschotter und im Bereich der Gleisränder finden sich auch weitere neophytische Arten, wie die überall im Stadtgebiet gern und häufig gepflanzte Mahonie (*Mahonia aquifolium*) oder das Schmalblättrige Greiskraut (*Senecio inaequidens*). Unter den nicht-einheimischen Arten kommen neben dem Götterbaum und dem Schmalblättrigen Greiskraut die Robinie (*Robinia pseudoacacia*) und die Sparrige Flockenblume (*Centaurea diffusa*) auf allen untersuchten Bahnanlagen Mannheims vor. Der Purpur-Storchschnabel (*Geranium purpureum*) ist in stetiger Ausbreitung begriffen und kommt bereits auf fünf der sechs untersuchten Bahnanlagen vor (vgl. HÜGIN et al. 1995), noch relativ selten sind der Australische Gänsefuß (*Chenopodium pumilio*, nur Hbf), Kubaspinat (*Claytonia perfoliata*, Gleisrandbereiche bei Rangierbhf) und der Blauglockenbaum (*Paulownia tomentosa*, nur Hbf).



Abb. 5: Zu den häufigsten Sträuchern auf Bahngelände gehört der Sommerflieder (*Buddleja davidii*).



Abb. 6: Noch sehr vereinzelt, aber in langsamer Ausbreitung auf Mannheimer Gleisen: Der Perückenstrauch (*Cotinus coggygria*).



Abb. 7: Früher waren blütenreiche Säume (hier mit Bunter Kronwicke (*Securigera varia*) und Klatschmohn (*Papaver rhoeas*) weit verbreitet, heute sind sie vor allem auf Sekundärstandorten zu finden.



Abb. 8: Trockenwarme Säume, Trocken- und Halbtrockenrasen sind in der Naturlandschaft gefährdet, im Bereich extensiv genutzter Gleisfelder finden sie wertvolle Ersatzlebensräume.

Unter den etwa 270 Arten, die bislang auf den Mannheimer Bahnanlagen notiert wurden, finden sich insgesamt betrachtet Arten der ausdauernden Ruderalgesellschaften (Artemisietea) etwas häufiger als die Vertreter einjähriger Unkrautgesellschaften (Stellarietea), gefolgt von Gehölzen und weiteren soziologisch-ökologischen Gruppen (vgl. auch JUNGHANS 2008).

Bei einem Vergleich der untersuchten Bahnanlagen von Mannheim ergeben sich charakteristische Unterschiede, die aus der struktur- und nutzungsbedingten Verschiedenheit der untersuchten Flächen (Personenbahnhof, Güterbahnhof, Rangierbahnhof) herrühren. Hochstete Sippen – also solche die auf möglichst vielen bzw. allen untersuchten Flächen vorkommen – machen nur 5,9 % der Bahnflora aus. Die floristische Ähnlichkeit der Bahnanlagen untereinander nimmt zudem mit zunehmender Entfernung ab (Trendlinie (linear): $y = -0,296x + 35,701$; $R^2 = 0,042$; durchschnittliche Entfernung zwischen den Bahnanlagen: 5,9 km). Die Bahnanlagen mit hoher floristischer Ähnlichkeit liegen nicht nur näher beieinander, sondern verfügen über direkte Schienenverbindungen sowie über eine fernkraftverkehrstaugliche Anbindung. Die Bahnflächen mit den geringsten Werten der floristischen Ähnlichkeit verfügen dagegen nicht über direkte Gleisverbindungen und sind z. T. (Rangierbahnhof) auch nicht direkt mittels Bundes- und Fernstraßen miteinander verbunden. Dies verdeutlicht die Bedeutung der Flächenvernetzung. Der Zusammenhang zwischen abnehmender floristischer Ähnlichkeit bei zunehmender Entfernung der Bahnanlagen spricht auch dafür, dass die ferroviatische Migration von Sippen wie *Geranium purpureum*, *Saxifraga tridactylites* oder vor allem stetig entlang der Strecke erfolgt und we-



Abb. 9: Wie hier im östlichen Gleisvorfeld des Mannheimer Hauptbahnhofs ist der Götterbaum (*Ailanthus altissima*) das dominierende Gehölz.

niger sprunghaft von Bahnhof zu Bahnhof (siehe Abb. 4 in BRANDES 2005). Insofern können Bahnhöfe bzw. Bahnanlagen ganz allgemein durchaus als Ausbreitungszentren bezeichnet werden, wobei der Ausbreitungsvektor Eisenbahn die entscheidende Rolle spielt.

Ein gutes Beispiel hierfür ist auch das Schmalblättrige Greiskraut (*Senecio inaequidens*), dessen rasante Ausbreitung nur wenige Jahre bzw. Jahrzehnte nach den jeweiligen Erstfunden aufgrund der Vielzahl neuer Funde praktisch kaum noch adäquat zu dokumentieren ist bzw. war. Die ursprünglich aus Südafrika stammende Pflanze wurde um 1900 mit Wollimporten erstmals eingeschleppt und trat zunächst in Nordwestdeutschland verwildert auf. Um das Ende der 1970er Jahre wurden erste Massenausbreitungen im Raum Bremen beobachtet (vgl. BÖHMER 2001), im Raum Mannheim wurden erste Funde im Jahr 1990 dokumentiert (eine Pflanze auf Gleisen am Hauptbahnhof sowie im Rheinauhafen; MAZOMEIT 1991). Im Jahr 2010 habe ich durch die zufällige Bekanntschaft mit einem früheren leitenden Mitarbeiter der Mannheimer Hafengesellschaft, der für den Gleisneubau und die Instandhaltung im Rheinauhafen zuständig war, erfahren, dass die Pflanze dort bereits Ende der 1980er Jahre aufgetaucht ist und schnell so problematisch wurde, dass man erste Bekämpfungsmaßnahmen durchführte. Insofern waren die wenigen im Jahr 1990 dokumentierten Pflanzen möglicherweise nur die „Überlebenden“ der ersten großen Ausbreitungs- und Bekämpfungswelle in der Region.

Interessant sind auch die Vorkommen einer Zierpflanze, deren natürliche Vorkommen ökologisch gut mit jenen ihrer Sekundärstandorte auf Bahngelände korrespondieren. Die Rede ist vom Perückenstrauch (*Cotinus coggygria*), ein sommergrüner Strauch, der natürlicherweise in wärmeliebenden Flaumeichenwäldern und trockenwarmen Gebüschsäumen, vor allem auf kalkhaltigen Böden vorkommt und vom östlichen Mittelmeergebiet bis nach Mittelasien verbreitet ist. Bislang gab es von der attraktiven Zierpflanze in Deutschland nur Vorkommen in Sachsen-Anhalt und Thüringen. Viele weitere Funde in Bayern, Baden-Württemberg oder Hamburg scheinen wohl (noch) überwiegend unbeständig zu sein, wobei sich stellenweise bereits deutliche Etablierungstendenzen abzeichnen, so etwa im Raum Frankfurt. In Mannheim kommen bislang noch wenige Pflanzen auf sandig-steinigem Gleisrändern beim ehemaligen Containerbahnhof in Neckarau sowie auf in der Nähe befindlichen Gleisanlagen vor (JUNGHANS 2012).

Ebenfalls sehr bemerkenswert sind die Vorkommen des Rosmarin-Weidenröschens (*Epilobium dodonaei*) auf den Mannheimer Bahnanlagen im Bereich des ehemaligen Containerbahnhofs in Mannheim-Neckarau. Die in Mittel- und Südeuropa beheimatete Sippe kommt vor allem im Alpengebiet vor. In Baden-Württemberg erreicht sie nordwärts das Oberrheingebiet, wo sie sich im Zuge des Rheinausbaus bis in die 1970er Jahre stark ausbreitete. In Mannheim wurde die Pflanze erstmals Mitte der 1990er Jahre am Rand von Gleisen bei MA-Friedrichsfeld gefunden (schriftl. Mitteilung von TH. BREUNIG), konnte sich hier aber wohl nicht etablieren. Auch ZIMMERMANN (1906: 133) führt für die Region bereits ein ebenfalls unbeständiges Vorkommen „auf einer Rheininsel bei Ketsch“ an. Das einzige aktuelle Vorkommen in Mannheim befindet sich seit mindestens 2009 im Gleisschotter einer Bahnbrache auf dem Gelände des noch bis Ende der 1990er Jahre genutzten Containerbahnhofs der DB. Die jährlichen Bestandsgrößen schwanken beträchtlich je nach den anthropogenen Eingriffen (Verlegung eines neuen Gleises etc.), eine Ausbreitung ist bislang aber nicht zu



Abb. 10: Endstation Wald: Bei ungestörter Entwicklung stehen am Ende der Vegetationsentwicklung auf Bahnanlagen aus unterschiedlichsten Gehölzen bestehende Vorwaldstadien.

beobachten. Ganz anders etwa im Raum München, wo man bereits bei der Einfahrt in den Hauptbahnhof große Bestände der Pflanze sieht, ebenso wie auf zahlreichen weiteren Gleisen in der Region.

4. Ausblick

Neben einer Vielzahl alteinheimischer, weit verbreiteter sowie auch mehreren selteneren und teils gefährdeten Arten treten auf urban-industriellen Standorten im Bereich der Mannheimer Bahnanlagen typischerweise zahlreiche verwilderte oder eingeschleppte Zierpflanzen auf, die sich zumeist aus bahnhofsnahe Anpflanzungen oder Schrebergärten in der Nähe der Bahnanlagen rekrutieren. Viele von diesen sind aufgrund der erst neuerlich erfolgten Ausbreitung dabei noch selten und oft nur mit jeweils wenigen Individuen vertreten. Zu den wenigen Nutzpflanzen, die auf Bahnanlagen auftreten (sowie an Straßenrändern etc.), gehören die oft linienartigen Vorkommen von Raps (*Brassica napus*), die auf Verladetätigkeiten bzw. Transportverluste zurückzuführen sein dürften. Eine erfolgreiche Etablierung von Pflanzenarten auf Bahnanlagen ist zumeist das Ergebnis einer Kombination verschiedener Ausbreitungsarten: Wanderung von Arten entlang der Strecke, sprunghafte Ausbreitung von einem Bahnhof zum anderen sowie eine Ausbreitung von Arten aus benachbarten Flächen (BRANDES 2005, JUNGHANS 2008).

Wie die Vielzahl der Pflanzensippen, darunter zahlreiche seltene und gefährdete Arten, verdeutlicht, haben derartige urban-industrielle Flächen eine überragende ökologische Bedeutung als Makrohabitate im Siedlungsbereich (z.B. BRANDES 1983, 1993, 2005, WITTIG

2002). Im Gegensatz zu den meist ausgesprochen nährstoffreichen urban-industriellen Standorten ist das Vorhandensein offener (= lichtreicher), trockenwarmer und stickstoffarmer Habitate im Bereich der Bahnanlagen für zahlreiche seltene und gefährdete Arten von großer Relevanz. 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 Sekundärstandorte und Refugialräume dienen können. Nach BRANDES (2005) konnten bislang mehr als 1.000 Farn- und Blütenpflanzenarten auf den Bahnanlagen in Deutschland insgesamt festgestellt werden, was deren Rolle als „Hotspots“ der Biodiversität im besiedelten Bereich unterstreicht. Der überragende Wert derartiger Sekundärstandorte zeigt sich hierbei vor allem dort, wo noch vorhandene natürliche oder naturnahe Habitate einer sehr intensiven anthropogenen Nutzung unterliegen, wie an Beispielen aus den nordbadischen Sandgebieten (z.B. JUNGHANS 2004) oder den Auenwaldresten an Rhein und Altrhein (JUNGHANS 2003, 2005) bereits aufgezeigt wurde.

Auch wenn die Gefährdung derartiger Standorte im Gegensatz zu noch relativ naturnahen Habitaten anlage-, struktur- und lagebedingt eher gering ist, sollten diese bei der Erstellung von Arten- und Biotopschutzprogrammen berücksichtigt werden.

Die Förderung und Bewahrung auch von Sekundärstandorten gründet dabei nicht allein auf dem ökologischen Wert der Flächen, sondern resultiert auch aus einer gesetzlichen Verpflichtung zum Schutz von Natur und Landschaft – und zwar im unbesiedelten wie auch im besiedelten Bereich (§ 1 BNatSchG)!

Literatur

- BÖHMER, H. J. (2001): Das Schmalblättrige Greiskraut (*Senecio inaequidens* D.C. 1837) in Deutschland – Eine aktuelle Bestandsaufnahme. Flor. Rundbr. 35 (1-2): 47-54.
- BRANDES, D (1983): Flora und Vegetation der Bahnhöfe Mitteleuropas. Phytocoenologia 11: 31-115.
- BRANDES, D (1993): Eisenbahnanlagen als Untersuchungsgegenstand der Geobotanik. Tuexenia 13: 415-444.
- BRANDES, D. (2005): Zur Kormophyten Diversität innerstädtischer Eisenbahnanlagen. Tuexenia 25: 269-284.
- BREUNIG, TH. & DEMUTH, S. (2000): Naturführer Mannheim - Entdeckungen im Quadrat. 1. Aufl.; Verlag regionalkultur, Ubstadt-Weiher, 132 S.
- HOLLER, A. (1883): Die Eisenbahn als Verbreitungsmittel von Pflanzen, beleuchtet an Funden aus der Flora von Augsburg. Flora 66: 197-205.
- HÜGIN, G., MAZOMEIT, J., WOLFF, P. (1995): *Geranium purpureum* - ein weit verbreiteter Neophyt auf Eisenbahnschotter in Südwestdeutschland. Flor. Rundbr. 29 (1): 37-41.
- JUNGHANS, TH. (2003): Landschaftswandel und Naturschutz am Beispiel von Mannheim-Neckarau. Badische Heimat 83(3): 516-520..
- JUNGHANS, TH. (2004): Vom Winde verweht - Binnendünen und Flugsandgebiete im nördlichen Oberrheingebiet. Badische Heimat 84 (3): 428-435.
- JUNGHANS, TH. (2005): Streuobstwiesen - Naturinseln in der Kulturlandschaft. Unser Land: 253-256.
- JUNGHANS, TH. (2007a): Der Hauptbahnhof von Heidelberg als Lebensraum für Pflanzen - Zur Bedeutung von Bahnanlagen für den Naturschutz in der Stadt. Unser Land: 237-240.

- JUNGHANS, TH. (2007b): Urban-industrielle Flächen als „Hotspots“ der Blütenpflanzen-Vielfalt am Beispiel der Bahn- und Hafenanlagen von Mannheim (Baden-Württemberg). *Conturec* 2: 87-94.
- JUNGHANS, TH. (2008): Zur Flora der Hauptbahnhöfe von Mannheim und Heidelberg (Baden-Württemberg). *Braunschweiger Geobotanische Arbeiten* 9: 325-344.
- JUNGHANS, TH. (2010): Zur Flora und Vegetation des Hauptbahnhofs von Bremen. *Abh. Naturwiss. Vereins zu Bremen* 46/3: 457-465.
- JUNGHANS, TH. (2012): *Epilobium brachycarpum* und *E. dodonaei*: Zwei noch wenig bekannte Weidenröschen-Arten der Mannheimer Flora. *Pollichia-Kurier* 28 (2): 8-10.
- JUNGHANS, TH. (2015): Auf Bahn folgt Natur – Die Vegetationsentwicklung im Bereich der ehemaligen Trasse der Almetalbahn im Raum Paderborn. *Mitt. Naturw. Verein Paderborn (s.Vol)*: 3-9.
- JUNGHANS, TH. (2016): Flora und Vegetation der Bahnanlagen im Raum Paderborn. *Natur und Heimat* 76 (4): 155-168.
- JUNGHANS, TH. (2023): Natur aus zweiter Hand – Zur Bedeutung von Sekundärstandorten für Pflanzen im Siedlungsbereich von Mannheim. *Mitt. Bad. Landesver. Naturkunde und Naturschutz* 25: 169-180.
- KNAPP, R. (1961): Vegetations-Einheiten der Wegränder und der Eisenbahn- Anlagen in Hessen und im Bereich des unteren Neckar. *Ber. Oberhess. Ges. Naturk.* 31: 122-154.
- MAZOMEIT, J. (1991): *Senecio inaequidens* D.C. – nun auch in Baden, im Saarland und in der Pfalz. *Flor. Rundbr.* 25 (1): 37-39.
- NÄHRIG, D. (2001): Untersuchungsfläche Güterbahnhof. In: BRANDIS, D., HOLLERT, H., STORCH, V. (Hrsg.): Tag der Artenvielfalt in Heidelberg (3. Juni 2000), Selbstverlag Zoologisches Institut: 73.
- NEFF, C. (1998): Neophyten in Mannheim – Beobachtungen zu vegetationsdynamischen Prozessen in einer Stadtlandschaft. *Mannheimer Geographische Arbeiten* 46: 65-110.
- SCHMIDT, K. (2001): Eine Wildbienenexkursion zum Alten Güterbahnhof. In: BRANDIS, D., HOLLERT, H., STORCH, V. (Hrsg.): Tag der Artenvielfalt in Heidelberg (3. Juni 2000), Selbstverlag Zoologisches Institut: 89-90.
- WISSKIRCHEN, R. & HAEUPLER, H. (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. Ulmer, Stuttgart, 765 S.
- WITTIG, R. (2002): Farne auf hessischen Bahnhöfen. *Flor. Rundbr.* 36 (1-2): 45-50.
- WITTIG, R. (2003): Die Zusammensetzung der spontanen Gehölzflora der Bahnhöfe Deutschlands. In: BRANDES, D. (Hrsg.): Phytodiversität von Städten. 5. Braunschweiger Kolloquium (Abstractband): 30. Selbstverlag Inst. f. Pflanzenbiologie der TU Braunschweig.
- ZIMMERMANN, F. (1906/1907): Flora von Mannheim und Umgebung. *Mitt. Bad. Bot. Ver.* 212-214: 85-104, 215 & 216: 109-124, 125-137, 219-221: 141-158.

Alle Fotos stammen vom Verfasser.

Mitt. Bad. Landesverein Naturkunde u. Naturschutz	Bd.27	2025	DOI: 10.6094/BLNN/Mitt/27.06	Seiten 83-91	Freiburg/Breisgau Oktober 2025
--	-------	------	------------------------------	--------------	-----------------------------------

Landschaftsprägende Stechpalmen (*Ilex aquifolium* L.) auf Weideflächen im Schwarzwald

TIM HERBERT, ALBERT REIF

Zusammenfassung: Die Stechpalme (*Ilex aquifolium* L.) wächst auf extensiv genutzten Rinderweiden in wintermilden Klimaten in Form von solitär wachsende Individuen und trägt damit zur Eigenart und Schönheit der Landschaft bei. Darüber hinaus schützt sie verbissgefährdete Gehölze und Saumarten und trägt somit zur strukturellen Vielfalt und Artenreichtum bei. Gefährdet wird sie durch Intensivierung der Weidepflege und Beweidung durch Ziegen anstelle von Rindern.

Schlüsselwörter: Facilitation, Beweidung.

„Landscape-defining holly (*Ilex aquifolium* L.) on pastures in the Black Forest“

Abstract: The holly (*Ilex aquifolium* L.) grows on extensively used cattle pastures in mild winter climates in the form of solitary growing individuals and thus contributes to the character and beauty of the landscape. In addition, it protects woody plants and edge species that are at risk from browsing and thus contributes to structural diversity and species richness. It is threatened by intensified pasture management and grazing by goats instead of cattle.

Keywords: Facilitation, grazing.

„Houx (*Ilex aquifolium* L.) définissant le paysage dans des pâturages dans la Forêt-Noire“

Résumé: Le houx (*Ilex aquifolium* L.) pousse sous forme d'individus solitaires sur des pâturages de bétail utilisés largement dans des climats hivernaux doux et contribue ainsi au caractère unique et à la beauté du paysage. De plus, il protège les arbres et les espèces de bordure vulnérables au broutage et contribue ainsi à la diversité structurelle et à la biodiversité. Il est menacé par la gestion intensifiée des pâturages et par le pâturage des chèvres au lieu du bétail.

Mots clés: Facilitation, Pâturage

1. Einleitung

Die Europäische Stechpalme (*Ilex aquifolium*) oder auch „Hülse“, wie sie im Nordwesten Deutschlands genannt wird, ist eines der wenigen in Deutschland heimischen und hochwüchsigen immergrünen Gehölze der wintermilden Gebiete Europas (JAGEL et al., 2016). Die Art ist nach der Bundesartenschutz-Verordnung vom 16.02.2005 § 1, Absatz 1 besonders geschützt (BFN 2005).

Die sehr schattentolerante Art wird im Wald von Forstleuten weitestgehend toleriert, da sie als unterständige Baumart keine Konkurrenz für den Hauptbestand darstellt. Gefördert wurde und wird die Stechpalme durch extensive Weidewirtschaft und Waldweide (POTT & HÜPPE 1991). Nach Verletzungen oder Verbiß bildet sie bestachelte Blätter aus (HOLZ et al. 2022). Auf Weideflächen stellt die Stechpalme ein „Weideunkraut“ dar.

Die vorliegende Arbeit (1) zeigt die Bedeutung der Stechpalme für die Eigenart und Schönheit der Landschaft sowie (2) die Erhöhung der Biodiversität. Ältere Individuen ermöglichen durch ihren Schutz das Aufwachsen von Gehölzen im Mantelbereich und von Saumarten („facilitation“). (3) Faktoren der Gefährdung dieser Solitäre durch Tierverbiß wurden erfasst.

2. Biologie und Ökologie der Stechpalme (*Ilex aquifolium*)

Die Stechpalme kann in wintermilden Gebieten Stammdurchmesser von 30 cm und von bis zu 10 Metern Wuchshöhe erreichen (HEGI 1975), Wuchshöhen über 10 m stellen zumindest in Deutschland die Ausnahme dar (FÖRSTER 1916). Häufiger tritt sie jedoch strauchförmig auf. Aufgrund ihrer Fähigkeit zu vegetativer Vermehrung durch die Bildung von Wurzelsprossen oder Wurzelschlagen der am Boden liegenden Äste findet man sie häufig in großen Beständen (LOHMEYER & BOHN, 1973). Auf Viehweiden führt Verbiss zur Ausbildung vielstämmiger Individuen bis hin zu Polykormonen.

Die Ansprüche der Stechpalme an den Boden sind wenig spezifisch und abhängig vom lokalen Klima. Sie bevorzugt jedoch trockene, kalkarme, humusreiche Sand- und Lehmböden. Stechpalmen präferieren ozeanisch getönte Klimate mit milden Wintern ohne starke Früh- und Spätfröste sowie nicht allzu trockenen Sommern. Daher erstreckt sich ihr Verbreitungsgebiet von der Südwestküste Norwegens bis zur iberischen Halbinsel, und über den Mittelmeerraum bis hin zum Kaukasus (BAÑUELOS et al. 2003). Die Südgrenze ist durch zunehmende sommerliche Trockenheit verursacht, die Nord- und Ostgrenze sind durch winterliche Tiefsttemperaturen und langanhaltende Perioden mit trockener, strenger Winterkälte geprägt (POTT, 1990). Ab einer Temperatur von -22 °C kommt es zu irreversiblen Schäden an Knospen und Zweigen (SAKAI, 1982). Im Schwarzwald besiedelt die Stechpalme den wintermildereren Luvbereich im Westen bis in eine Meereshöhe von etwa 800 m (WAGNER et al. 2014).

Als langsam wüchsige Schattenbaumart erreicht die Stechpalme ein relativ hohes Alter von etwa 165 Jahren, mit Maximalwerten bis zu 300 Jahren (CALLAUCH, 1983). Sie bildet Steinfrüchte aus, welche ab Oktober reifen, eine rote Färbung bekommen und bis in den späten Winter an der Pflanze hängen bleiben können.

Die jung austreibenden Blätter der Stechpalme können von Weidetieren gefressen und die Rinde kann von Ziegen geschält werden. Allerdings hat sich die Art evolutiv an Verbiß an-



Abb. 1: Über 5 Meter hohe Stechpalme mit Fraßkehle auf einer Viehweide am Brandenberg im Münstertal, 760 m ü. NN. Branden/Münstertal, 19.11.2020 (Foto: A. Reif)

gepasst: Bis in eine Höhe von etwa 2 m sind die ledrigen Blätter gewellt und stachelig, wodurch für ausgewachsenen Blätter und die dahinter liegenden Stammteile ein Fraßschutz generiert wird. In oberen Bereichen oberhalb der Fraßzone der Tiere verringert sich die Anzahl an Stacheln an den Blättern, bis sie schließlich ganzrandig, oval und völlig stachellos sind („Heterophyllie“ = Verschiedenblättrigkeit; HOLZ et al. 2022, JAGEL et al. 2016).

3. Material und Methoden

Beschrieben werden landschaftsprägende Stechpalmen-Solitäre auf Viehweiden im Münstertal, Südschwarzwald. Untersucht wurden die 16 größten Individuen auf einer nach Norden exponierten Rinderweide am Brandenberg im Obermünstertal, einer der letzten Gemeindeweiden („Allmendweiden“; KERSTING & LUDEMANN, 1991) des Schwarzwalds in einer Meereshöhe von etwa 700 bis 800 m ü. NN (Abb. 2, 3).

Zur Charakterisierung der „facilitation“, also der Förderung begleitender Arten im Schutz der Stechpalme, wurde die Häufigkeit der Gehölzarten im Mantelbereich aufgenommen, also innerhalb eines Polygons, das von den äußeren Rändern der Blätter und Äste der Stechpalme gebildet wird. Dabei wurden Höhe, Breite, Vitalität und Verbiss dieser Mantelgehölze ebenfalls aufgenommen. Zur Quantifizierung der Begünstigung wurde als Indikator jeweils die Kronenschirmfläche der Mantelgehölze berechnet, indem das arithmetische

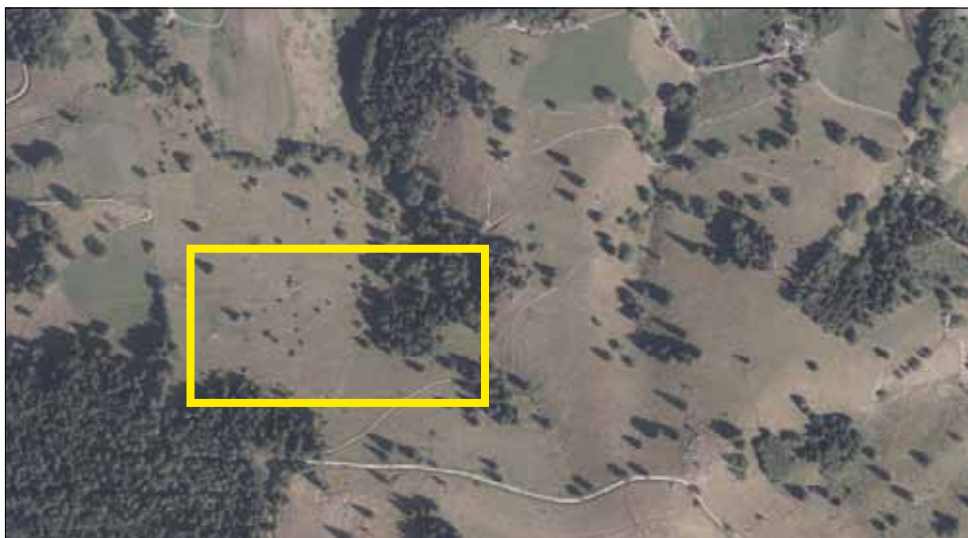


Abb. 2: Lage des Untersuchungsgebietes am Brandenberg (Rechteck = Position der vorgefundenen und untersuchten Stechpalmen). Kartengrundlage: Kreiskarte aus BürgerGIS, Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald (Luftbild 2018/19).



Abb. 3: Detailkarte der untersuchten Stechpalmen am Brandenberg. Ilex Nr. 2 befindet sich weiter unten am Brandenberg und ist daher nicht dargestellt. Kartengrundlage: Kreiskarte aus BürgerGIS, Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald (Luftbild 2018/19).

Mittel von deren Radien der Kronenausdehnung als Grundlage der Flächenberechnung gemessen wurde.

Aussagen zur Vitalität basieren auf dem Anteil abgestorbener Kronenbereiche und der Intensität des Verbisses von Blättern und Holzteilen.

4. Ergebnisse

4.1 Gestalt der solitär aufwachsenden Stechpalmen

Die Gestalt der solitär aufwachsenden Stechpalmen auf Rinderweiden ist durch den Tierverbiss geprägt: Die Basis bildet ein sich nach oben leicht verjüngender Zylinder, bedingt durch den Verbiss der Jungtriebe bis zur Reichweite des Viehmauls in einer Höhe von etwa 1,80 bis 2 m, abhängig von der Neigung des Hangs und der Zugänglichkeit für Weidetiere. Bei darüber hinauswachsenden Individuen kann der Kronenbereich sich ausweiten, über dieser „Fraßkehle“ erhebt sich eine kegel- oder auch kuppelförmige Krone bis in eine Höhe von über 5 Metern (Abb. 4, 5).

4.2 Begleitende Gehölzpflanzen

Im Verbisschutz von Stechpalmen können Baum- und Straucharten heranwachsen (Abb. 5, 6). Bei den 16 untersuchten Stechpalmen am Branden gehörten die meisten geförderten Gehölzarten bzw. Individuen den Rosengewächsen (Rosaceae) an: Hundsrose (*Rosa canina*) (n = 17), Weißdorn (*Crataegus monogyna*) (n = 13), Brombeeren (*Rubus fruticosus* agg.) (n = 11) und Eberesche (*Sorbus aucuparia*) (n = 2). Weniger häufig sind Fichten (*Picea abies*), Weißtannen (*Abies alba*), Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*).



Abb. 4: Das größte Individuum der Stechpalme am Branden ist über 5 Meter hoch. Bis in eine Höhe von 1,80 Meter beschränkt Verbiss durch Weidetiere das Seitenwachstum, die Blätter sind ausgesprochen stachlig. Darüber kann der Kronenbereich sich kuppelartig ausweiten. Im Schutz der Stechpalme hinein mitwachsen. Branden/Münstertal, 1.3.2021 (Foto: A. Reif)



Abb. 5: Im Schutz dieser Stechpalme an der Sonnhalde (Obermünstertal) konnte eine Hainbuche baumförmig heranwachsen. Branden/Münstertal, 13.3.2017 (Foto: A. Reif)



Abb. 6: Leichter Verbiss mit abgefressenen Blattspitzen (links); mittlerer Verbiss mit deutlich abgefressenen Blättern und angehenden Sprossschäden (Mitte); starker Verbiss mit deutlicher Reduktion der Belaubung und erheblichen Sprossschäden (rechts). Branden/Münstertal, 12.1.2021 (Fotos: Tim Herbert).

4.3 Verbisschäden an Ilex und Gehölzpflanzen

An den Stechpalmen stellte das Schälen der Rinde durch Ziegen die größten Schäden dar (Abb. 6). Bedingt waren diese durch eine Umstellung der früheren Beweidung durch Rinder. Innerhalb des Sommers 2022 wurden erreichbare Rindenbereiche bis auf das Xylem des Holzkörpers abgefressen, partiell starben ganze Kronenbereiche daraufhin ab. In den darauf folgenden Jahren wurden die Ziegenbeweidung wieder durch Rinderweide ersetzt, die Solitäre konnten sich regenerieren.

Der Verbissgrad der begleitenden Gehölzpflanzen geht einher mit der Stärke des Verbisses an den Stechpalmen: Bei stark verbissenen Stechpalmen kommt es auch zu einem mittleren bis starken Verbiss der Gehölze. Als am wenigsten verbissen erwies sich die Hundsrose.



Abb.7: Nahezu quantitativ wurde die Rinde dieser Stechpalme durch Ziegen abgefressen. Branden/Münstertal, 3.5.2022. (Foto: Tim Herbert).



Abb.8: Extrem stark verbissener Jungwuchs der Stechpalme durch Ziegen. Branden/Münstertal, 3.5.2022. (Foto: Tim Herbert).



Abb. 9: Im Schutz der Stechpalme konnte eine Hainbuche baumförmig heranwachsen. – Sonnhalde, Obermünstertal, 18.12.2020. (Foto A. Reif)



Abb. 10: Fruchtende Stechpalme an der Sonnhalde, Münstertal. 23.10.2022. (Foto A. Reif)

4.4 Kronenausdehnung und Überhang der Gehölzpflanzen

Eine erfolgreiche Förderung begleitender Gehölze ermöglicht diesen die Ausbildung eines Kronenbereichs. Indikator dafür sind deren prozentualen Anteile ihrer Kronenschirmflächen an der gesamten Kronenschirmfläche einschließlich der „Ammen-Stechpalme“.

Hierbei konnte die Hundsrose mit 39,3 % die größten Flächen einnehmen (Abb. 4), da große Teile von ihr aufgrund einer durchschnittlichen Höhe von 3,8 m in für die Tiere unerreichbaren Höhen wuchsen. Anknüpfen daran konnte die Brombeere mit einem Wert von 37,7 %, wobei sie nur eine durchschnittliche Höhe von 1,9 m maß und somit für die Tiere meistens erreichbar war. Die Ausdehnung der restlichen Gehölzarten lag deutlich darunter, Bergahorn, Eberesche und Weißdorn wiesen Anteile zwischen 20 und 25 % auf. Tanne, Fichte und Faulbaum nahmen nur geringe Flächenanteile ein.

Bemerkenswert ist, dass manche Gehölzpflanzen über die Grundfläche der Ilex hinauswachsen konnten und einen Überhang bildeten: Nachdem sie eine Höhe von etwa 2 m erreicht hatten, konnten sie sich unabhängig von dem Fraßdruck durch Kühe und Ziegen entfalten, wobei sie nur noch in Konkurrenz mit der Stechpalme standen. Insbesondere Hunds-Rose und Weißdorn waren hierbei erfolgreich.

5. Diskussion und Ausblick

Solitär wachsende Stechpalmen prägen das Landschaftsbild von beweideten Magerrasen in der Montanstufe des Westschwarzwaldes (Abb. 9). Sie sind wesentliche Elemente der Schönheit der Kulturlandschaft und daher auch von großer Bedeutung für den Tourismus (Abb. 10).

Die Stechpalme trägt zur Biodiversität bei, ihre Beeren sind Nahrung von Vögeln im Winter, in ihrem Schutz gedeihen blütenreiche verbissempfindliche Gehölzarten und krautige Saumarten.

Der begünstigte Aufwuchs anderer Gehölzarten hat zu Beginn kaum einen Effekt auf die Stechpalme. Mit zunehmendem Alter jedoch stehen die meist schnellwüchsigeren begleitenden Arten immer mehr in einer Konkurrenz um Licht und Raum mit ihr, weshalb diese häufig zurückgedrängt wird. In diesem Fall kann dann nicht mehr von einer Probiose gesprochen werden, da es zu einem eindeutigen Nachteil für die *Ilex*-Individuen bis hin zu deren Verdrängung kommt. Jedoch kann dies auch eine Chance für den Naturschutz darstellen: Auf diese Weise wird auch ein Heranwachsen von Hude-Bäumen anderer Baumarten wie Buchen, Tannen, Fichten ermöglicht, also ein Ersatz für das permanente Verschwinden von naturschutzfachlich wertvollen solitär wachsenden Hudebäumen auf extensiv genutzten Weiden und Wiesen im Schwarzwald.

Gefährdet sind Stechpalmen auf Weideflächen durch „Enthurstung“, also Weidepflege durch manuelle Gehölzentnahme, oder durch Mulchen. Gefährdet sind Stechpalmen auch durch Beweidung mit Ziegen, da diese in der Lage sind, den stacheligen Mantelbereich zu durchdringen und den Stamm durch Rindenfraß zu schälen. Optimal zum Erhalt ist eine extensive Beweidung mit anspruchslosen Rindern, insbesondere „Hinterwäldern“.

Literatur

- AAS, G. (2021): Die Europäische Stechpalme (*Ilex aquifolium*): Verbreitung, Morphologie und Ökologie. – LWF-Wissen 85: 7- 13.
- BAÑUELOS, M.J.; KOLLMANN, J.; HARTVIG, P.; QUEVEDO, M. (2003): Modelling the distribution of *Ilex aquifolium* at the northeastern edge of its geographical range. – Nordic J. Bot. 23: 129 – 142.
- BFN (2005): Bundesministerium Naturschutz, Bundesartenschutzverordnung, §1 Satz 1 Anlagel vom 16.02.2005.
- CALLAUCH, R. (1983): Untersuchungen zu Biologie und Vergesellschaftung der Stechpalme (*Ilex aquifolium*). Dissertationsschrift der Gesamthochschule Kassel.
- FOERSTER, H. (1916): Die Hülse oder Stechpalme, ein Naturdenkmal. — Naturdenkmäler 2,3 (13): 99—145. Berlin.
- HEGI, G. (1965): Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Pteridophyta, Spermatophyta. 2. Auflage. Band V. Teil 1: Angiospermae: Dicotyledones 3 (1) (Linaceae – Violaceae). Parey, München, Berlin/Hamburg.
- HOLZ, G.; GRÜNER, J.; REIF, A. (2022): Variabilität der Morphologie und Anatomie der Blätter der Stechpalme (*Ilex aquifolium* L.) in Abhängigkeit von Licht und Verbiss. - Mitt. Deutsch. Dendrol. Ges. (MDDG) 107: 31-50.
- JAGEL, A.; HÖGGEMEIER, A.; KASIELKE T. (2016): *Ilex aquifolium* – Gewöhnliche Stechpalme, Hülse, *Ilex* (Aquifoliaceae). – Jahrb. Bochumer Bot. Ver. 7: 226–236.
- KERSTING, G.; LUDEMANN, T. (1991): Allmendweiden im Südschwarzwald - eine vergleichende Vegetationskartierung nach 30 Jahren. - Ministerium Ländl. Raum Ernährung Landwirtschaft und Forsten Bad.-Württ.
- LOHMEYER, W. (1967): Über den Stieleichen-Hainbuchenwald des Kern-Münsterlandes und einige seiner Gehölz-Kontaktgesellschaften. - Schriftenr. f. Vegetationskde. 2: 161 - 180.
- OBESO, J.R. (1997): The induction of spinescence in European holly leaves by browsing ungulates. - Plant Ecol. 129: 149 – 156.

- POTT, R. (1990): Die nachzeitliche Ausbreitung und die heutige pflanzensoziologische Stellung von *Ilex aquifolium*. - *Tuexenia* 10: 497-512.
- SAKAI, A. (1982): Freezing Resistance of Ornamental Trees and Shrubs. - *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107: 572-581.
- STACHOWICZ, J. J. (2001): Mutualism, facilitation, and the structure of ecological communities. *BioScience* 51: 235-246.
- WAGNER, J.; GÄRTNER, S.; REIF, A. (2014): Klimatische Ursachen der östlichen Verbreitungsgrenze der Stechpalme (*Ilex aquifolium* L.) im Schwarzwald. - *Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz N.F.* 21 (3): 453-471.
- WALTHER, G.-R.; BERGER, S.; SYKES, M.T. (2005): An ecological 'foot print' of climate change. - *Proc. R. Soc. B* 272: 1427-1432.
- WAGNER, J.; GÄRTNER, S.; REIF, A. (2014): Klimatische Ursachen der östlichen Verbreitungsgrenze der Stechpalme (*Ilex aquifolium* L.) im Schwarzwald. - *Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz N.F.* 21 (3): 453-471.

Mitt. Bad. Landesverein Naturkunde u. Naturschutz	Bd.27	2025	DOI: 10.6094/BLNN/Mitt/27.07	Seiten 93-138	Freiburg/Breisgau Oktober 2025
--	-------	------	------------------------------	---------------	-----------------------------------

Die Verjüngung der Flaum-Eiche (*Quercus pubescens* WILLD.) und ihrer Hybride am Kaiserstuhl

MAX COLLÉ, ALBERT REIF

Zusammenfassung: Die Flaum-Eiche verjüngt sich nördlich der Alpen derzeit nur selten. Ziel der vorliegenden Arbeit war daher die Analyse der Faktoren, die eine erfolgreiche Verjüngung dieser Baumart ermöglichen. Eine umfangreiche Suche nach Jungpflanzen in den drei größten Flaum-Eichengebieten am Kaiserstuhl entsprach dem derzeitigen Wissensstand: die Flaum-Eiche verjüngt sich im Waldinneren nicht, auch nicht in Form von wenigjährigen Jungpflanzen. Im Gegensatz dazu konnten im an den Wald angrenzenden Offenland am Badberg auf 40,1 ha Fläche 323 Jungeichen (254 Flaum-Eichen und 68 Hybride) unterschiedlicher Größe (10–400 cm) gefunden werden. Unter Beachtung der fortschreitenden Sukzession in diesem Gebiet – das Ende des 19. Jahrhunderts noch überwiegend frei von Gehölzen war – wurden in einer Vollaufnahme die Bestandesstrukturen und die Begleitvegetation dieser 323 Jungeichen erfasst. Es zeigte sich, dass sich Jungpflanzen geringer Wuchshöhen (1–50 cm) bevorzugt in Halbtrocken- und Trockenrasen sowie Saumvegetation etablieren. Mit zunehmender Größe der Eichen-Jungwüchse war eine deutliche Abnahme des Deckungsgrads grasreicher Strukturen zugunsten von Pioniergebüschen bis hin zu Flaum-Eichen-Pionierwald zu verzeichnen. Das gruppenweise Auftreten der Jungeichen und die geringe Beeinträchtigung durch Wildverbiss lassen darauf schließen, dass bei ungestörter Sukzession nicht mehr genutzter trocken-warmer Magerrasen strauchreiche Flaum-Eichenwälder entstehen können.

Schlüsselwörter: Vegetation, Strukturen, Verbiss, Sukzession

The regeneration of downy oak (*Quercus pubescens*) and its hybrids in the Kaiserstuhl region in southern Germany

Abstract: North of the Alps, regeneration of downy oak is rare. The aim of this study was therefore to analyse the factors that enable successful regeneration of this tree species. A comprehensive search for seedlings in three major downy oak stands in the region of Kaiserstuhl confirmed the state of knowledge: downy oak does not regenerate in the forest interior, not even in the form of very young plants. By contrast, 323 young oaks (254 downy

oaks and 68 hybrids) of varying heights (10-400 cm) were found in open habitats adjacent to forest stands at the “Badberg” site (40,1 ha). Considering the progressing succession in this area, which at the end of the 19th century was largely free of woody plants, the accompanying vegetation of all 323 young oaks was recorded. Seedlings of small stature (1-50 cm) preferentially established in semi-dry and dry grasslands and fringe vegetation. As the height of the oak trees increased, there was a clear decline in the cover of grass-rich structures in favour of pioneer shrubs and, ultimately, downy oak pioneer woodland. The clustered occurrence of young oaks and the low levels of browsing damage suggest that undisturbed succession, abandoned grassland on warm-dry, calcareous sites may develop into shrub-rich downy oak forests.

Keywords: Vegetation, structures, browsing, succession

La régénération du chêne pubescent (*Quercus pubescens*) et de ses hybrides dans la région du Kaiserstuhl au sud de l'Allemagne

Résumé: Au nord des Alpes, la régénération du chêne pubescent est un phénomène rare. L'objectif de cette étude était donc d'analyser les facteurs qui permettent la régénération réussie de cette espèce. Un inventaire exhaustif de plants dans trois peuplements majeurs de chêne pubescent de la région du Kaiserstuhl a mis en évidence la situation actuelle : le chêne pubescent ne se régénère pas à l'intérieur des forêts, même pas sous forme de très jeunes plants. En revanche, 323 jeunes chênes (254 chênes pubescents et 68 hybrides) de différentes tailles (10-400 cm) ont été recensés dans des habitats ouverts en lisière forestière sur l'un des sites étudiés. Compte tenu de la succession en cours sur ce site, qui était encore largement dépourvue de ligneux à la fin du 19e siècle, la végétation accompagnante de tous les 323 jeunes chênes a été relevée. Les jeunes plants de petite taille (1-50 cm) se trouvent de préférence dans les prairies sèches et semi-sèches. Avec l'augmentation de la taille des jeunes chênes, on observe un net déclin des structures riches en graminées au profit d'arbustes pionniers et, en fin de processus, de fourrés pionniers de chêne pubescent. L'occurrence groupée des jeunes chênes et le faible niveau de dégâts de broutage suggèrent que, sous succession non perturbée, les prairies abandonnées sur stations sèches, chaudes et calcaires peuvent évoluer vers des forêts pionnières de chêne pubescent riches en arbustes.

Mots clefs: Végétation, structures, broutage, succession

1. Einleitung

Die Flaum-Eiche (*Quercus pubescens*) ist im Mittelmeerraum weit verbreitet und zählt zu den charakteristischen Baumarten sommergrüner Eichenwälder (ELLENBERG & LEUSCHNER 2010; OBERDORFER 2001). In Mitteleuropa erreicht sie ihre nördliche Arealgrenze und beschränkt sich überwiegend auf die trockensten Standorte, auf denen sie sich gegenüber der Rotbuche (*Fagus sylvatica*) behaupten kann (GÄRTNER et al. 2008; SAYER 2000, CHAKRABORTY et al. 2017). Deutschlandweit sind lediglich 26 Kleinvorkommen der Flaum-Eiche bekannt, die sich schwerpunktmäßig am Kaiserstuhl befinden (RIEDERER et al. 2013).

Flaum-Eichenwälder gehören zu den artenreichsten Ökosystemen Mitteleuropas und bieten Lebensraum für zahlreiche gefährdete Pflanzen- und Tierarten (ELLENBERG & LEUSCHNER 2010). Ihnen kommt daher eine hohe naturschutzfachliche Bedeutung zu.

Neben ihrer naturschutzfachlichen Relevanz rückt die Flaum-Eiche auch zunehmend in den Fokus der mitteleuropäischen Forstwirtschaft: als wärmeliebende und trockenresistente Baumart könnte sie künftig eine wichtige Rolle beim klimaangepassten Waldumbau spielen. Angesichts steigender Temperaturen und zunehmend intensiver Dürreperioden wurde bereits mehrfach prognostiziert, dass sich bis Ende des Jahrhunderts ein Großteil der mitteleuropäischen Waldfläche nur noch für Baumarten mit submediterranean Verbreitungsschwerpunkt eignen könnte (ILLÉS & MÓRICZ 2022; HINZE et al. 2024; HANEWIN-KEL et al. 2012). Demnach dürfte sich das Areal der Flaum-Eiche nördlich der Alpen deutlich ausdehnen.

Eine eigenständige Ausbreitung der Flaum-Eiche ist in Deutschland in den Wäldern bislang jedoch nicht zu beobachten, im Gegenteil: Die Art verjüngt sich seit Jahrzehnten nicht mehr ausreichend, was zu einer Überalterung der Bestände geführt hat (RIEDERER et al. 2013). Für diese Entwicklung werden überwiegend die hohen Wilddichten - welche die Verjüngung wenig verbissener Gehölzarten wie der Rotbuche begünstigen (ELLENBERG & LEUSCHNER 2010, REIMOSER & REIMOSER 2017) - und die Aufgabe der Nutzung der Flaum-Eichenwälder Mitte des 20. Jahrhunderts verantwortlich gemacht (WILMANNS & BOGENRIEDER 1995, WILMANNS 2009, ELLENBERG & LEUSCHNER 2018).

Die Gründe für die fehlende natürliche Regeneration der in Mitteleuropa heimischen Eichenarten (*Q. petraea* Matt. Liebl., *Q. robur* L. und *Q. pubescens*) auf typischen Eichentandorten bleiben jedoch nach wie vor umstritten (vgl. SHAW 1968a, 1968b, 1974). Die Verjüngungsdefizite zeigen allerdings, dass die in den Eichenwäldern vorzufindenden Bedingungen in der Regel kein erfolgreiches Aufwachsen der Eichen zulassen. Das stellt die Ausbreitung der Flaum-Eiche im Klimawandel und den Erhalt der deutschen Flaum-Eichenvorkommen als wichtige Genobjekte vor große Herausforderungen. Ziel dieser Arbeit ist es deshalb folgende Forschungsfragen zu untersuchen:

1. In welchen Vegetationsstrukturen ist eine Etablierung der Flaum-Eiche möglich?
2. Wie unterscheidet sich die Begleitvegetation in Abhängigkeit von der Größe der Eichenverjüngung?
3. Begünstigen angrenzende Gehölze die Etablierung („Facilitation“)?
4. Wie stark sind die Jungpflanzen verbissen oder mechanisch geschädigt und inwiefern verhindert dies das erfolgreiche Aufkommen der Eichenverjüngung?

2. Grundlagen zum Verständnis des Verjüngungsgeschehens laubabwerfender Eichenarten in Mitteleuropa

2.1. Beobachtungen zu Erfolg und Ausbleiben von Eichenverjüngung

Von der heute allgemein bekannten Verjüngungsproblematik der mitteleuropäischen Eichenarten berichtete bereits WATT (1919: 173): „... the occurrence of natural regeneration of oakwoods in this country seems to be something of a rarity“. Dieses Defizit wurde vielfach eingehend untersucht (z. B. WATT 1919; SHAW 1968a, 1968b, 1974). Eine gemeinsame Erkennt-

nis ist, dass es zwar durchaus zu einer erfolgreichen Keimung der Eichel unter Schirm kommt, die Verjüngung jedoch im Regelfall nicht mehr als vier oder fünf Jahre überdauern kann (WATT 1919; JONES 1959; SHAW 1968a, 1974; ZIEGENHAGEN & KAUSCH 1993; KUITERS & SLIM 2002).

Dass Eichenverjüngung wesentlich häufiger in größeren Lücken, am Waldrand und im Offenland anzutreffen ist beobachteten schon WATT (1919) und SHAW (1968a, 1974). Hier sind Jungpflanzen in größeren Mengen und in unterschiedlichen Größen vertreten. Ein ähnliches Verjüngungsgeschehen wird von BOSSEMA (1979), KUITERS & SLIM (2003) und REIF & TRUÉ (2023) beschrieben.

Im Wald lässt sich Eichen-Naturverjüngung in der Regel nur durch regelmäßige Pflegeeingriffe sichern (OTTO et al. 2009; BONFILS et al. 2015; MODROW & PYTTEL 2019). Ein Beispiel aus einem Dauerwald in Ungarn zeigt, dass eine erfolgreiche Naturverjüngung in kleineren Bestandeslücken möglich ist, die Trauben-Eiche (*Quercus petraea*) jedoch trotz eines Teils beachtlichen Wachstums auf eine wiederholte Beseitigung wuchsstärkerer Baumarten angewiesen ist (CSÉPÁNYI & MERGNER 2023). Zu ähnlichen Erkenntnissen kommen MODROW & PYTTEL (2019) in ihren Untersuchungen zur natürlichen Entwicklung von Trauben-Eichen-Naturverjüngung (*Quercus petraea*) in Lochhieben: Die Eiche kann sich in den ersten Jahren durchaus gegen die aufkommende Konkurrenzvegetation behaupten, langfristig sind jedoch vermehrt Pflegeeingriffe nötig.

Eichen, die sich im Wald ohne aktive Mithilfe des Menschen einen Platz im Kronendach sichern, sind äußerst selten. Ausnahmen sind auf Trockenhängen im Nationalpark Unteres Odertal (KÄTZEL et al. 2012) und im Walliser Rhonetal (RIGLING et al. 2006) zu finden. Hier etablieren sich vitale Flaum-Eichen-Hybride in den Kronendächern absterbender Kiefernbestände (*Pinus sylvestris*). Verjüngungsgeschehen wie diese werden in den Flaum-Eichenwäldern Mitteleuropas nicht beobachtet. Hier gilt sogar das Auftreten von einjährigen Sämlingen als seltenes Phänomen (SAYER 2003; REIF & TRUÉ 2023).

2.2. Verjüngungshemmende und -begünstigende Faktoren

Eichen können in den ersten Jahren auf zahlreiche Herausforderungen treffen, die über den Aufwuchserfolg der Jungpflanzen entscheiden können. Im Folgenden sind die nach dem Stand des Wissens relevantesten Einflüsse aufgelistet. Die verjüngungshemmenden Faktoren sind mit einem „-“ und die begünstigenden mit einem „+“ gekennzeichnet.

Prädation von Eicheln (-)

Die Prädation von Eicheln kann zu einer starken Dezimierung potenziell keimfähiger Samen führen (SHAW 1968a; KÜHNE 2004). Zu den wichtigsten Fraßfeinden gehören Mäuse, Ringeltauben, Hasen, Fasane und der Eichelhäher (WATT 1919). Untersuchungen von KÜHNE (2004) dokumentieren Eichelverluste zwischen 79 und 95 %, überwiegend bedingt durch Mäusefraß. SHAW (1968a) stellt einen Gesamtverlust von 99 % fest, wovon der überwiegende Teil auf die Prädation von Kleinsäugern und Vögeln zurückzuführen ist.

Synzoochore Verbreitung (+)

Neben den Verlusten kann sich die Prädation von Eicheln förderlich auf die Ausbreitung der Eiche auswirken. Die Samen werden durch Tiere verschleppt und können dadurch größere Distanzen zurücklegen (BOSSEMA 1979; NUSSBAUMER & WOHLGEMUTH 2016). Eine

besonders effektive Verbreitung erfolgt durch den Eichelhäher (MYCZKO et al. 2014), welcher die Eicheln bevorzugt in offenen Strukturen hortet (BOSSEMA 1979; LAMPEN 1994; NUSSBAUMER & WOHLGEMUTH 2016). Bei der Suche nach einem geeigneten Versteck werden oft mehrere hundert Meter zurückgelegt (JONES 1959; BOSSEMA 1979; WILMANN 2009). Hier werden die Eicheln häufig etwas in den Boden gedrückt, wodurch sich die Gefahr von anderen Tieren entdeckt zu werden verringert (BOSSEMA 1979; LAMPEN 1994; BARTSCH et al. 2020). Zum Erfolg dieser Verbreitungsstrategie schreibt BOSSEMA (1979: 77): „Many acorns hidden by jays produce seedlings.“ Eicheln können somit trotz ihres hohen Gewichts ferner gelegene Orte erreichen, auf denen sie günstige Bedingungen für ihre weitere Entwicklung vorfinden.

Verbiss (-)

Eichen (*Quercus* sp.) gehören zu den am häufigsten verbißenen heimischen Baumarten (REIMOSER & REIMOSER 2017; BARTSCH et al. 2020). Am stärksten betroffen sind schnellwüchsige Schösslinge (JONES 1959; REIMOSER & REIMOSER 2017) und Jungpflanzen, die versuchen von der Krautschicht in die Strauchschicht hochzuwachsen (JONES 1959; UHL et al. 2008; PRENTICE 2010). In Flaum-Eichenwäldern sind die Wilddichten häufig besonders hoch: hier findet das Wild aufgrund der ausgeprägten Kraut- und Strauchschicht ein reiches Nahrungsangebot sowie Deckung (SAYER 2003). Die wenigen Jungpflanzen, die den Bedingungen unter Schirm standhalten, sind deshalb in der Regel stark verbißen (SHAW 1974; UHL et al. 2008; GLATZER & SCHRAMM 2010). Auch im Offenland kann es zu intensivem Verbiss kommen (VULLMER & HANSTEIN 1995; NUSSBAUMER & WOHLGEMUTH 2016). Die fehlende Regeneration von Eichenwäldern wird deshalb häufig auf zu hohe Wilddichten zurückgeführt (GLATZER & SCHRAMM 2010; PRENTICE 2010).

Facilitation (+)

Die Funktion eines natürlichen „Verbißschutzes“ können dornige Sträucher, dicht geschlossene Gebüsche oder sonstige Hindernisse übernehmen, was auch unter dem Namen „Facilitation“ bekannt ist (PRENTICE 2010). So wird bei Jungpflanzen häufig festgestellt, dass diese vom Schutz der Begleitvegetation profitieren (WATT 1919; HARD 1975; BOSSEMA 1979; KUITERS & SLIM 2003; PRENTICE 2010).

Konkurrenzfähigkeit (+ und -)

Eichen (*Q. petraea* und *Q. robur*) können im jungen Alter raschwüchsig sein (JONES 1959; ETH ZÜRICH 2002; LÜPKE & HAUSKELLER-BULLERJAHN 2004; MODROW & PYTTEL 2019; CSÉPÁNYI & MERGNER 2023). In kleineren Lochhieben ($\geq 0,2$ ha) kann die Naturverjüngung der Trauben-Eiche in den ersten Jahren gegenüber der Begleitvegetation konkurrenzfähig bleiben (MODROW & PYTTEL 2019). Der Höhenzuwachs von Stiel-Eiche und Trauben-Eiche kulminiert allerdings schon nach 20 bis 30 Jahren (ETH ZÜRICH 2002; BARTSCH et al. 2020), weshalb die Gefahr, zu einem späteren Zeitpunkt von langfristig wüchsigeren Baumarten überholt zu werden, groß ist.

Mitteuropäische Eichenarten reagieren nicht nur empfindlich auf eine Beschattung von oben, sondern ebenfalls auf seitliche Konkurrenz (KÄMMER & DIENST 1982; KÜHNE et al.

2020). Oftmals wird die Entwicklung von Eichenverjüngung schon durch das Vorhandensein einer dichten Pflanzendecke oder sich schnellausbreitenden Straucharten behindert (KÜHNE et al. 2020). Sie ist deshalb häufig dort zu finden, wo eine solche Konkurrenzvegetation zurückgedrängt wurde, wie zum Beispiel in gemähtem Grasland (WATT 1919; SHAW 1978; LAMPEN 1994), auf den regelmäßig gemulchten Tulla-Rheindämmen am Oberrhein (REIF & GÄRTNER 2007) und auf Brandflächen (NUSSBAUMER & WOHLGEMUTH 2016). Die Eiche scheint hier von einer zeitlich begrenzten Nische zu profitieren, durch welche sie sich einen Wuchsvorsprung verschaffen kann.

Lichtbedarf (-)

Die mitteleuropäischen Eichenarten werden mit dem Alter zunehmend lichtbedürftiger (DINEUR 1951; ETH ZÜRICH 2002). Besonders Trauben-Eichen sind in den Anfangsjahren etwas schattenerträglicher (JONES 1959). Dies ist mitunter auf die Eichel zurückzuführen, welche die Jungpflanze in den ersten zwei Jahren mit ihren Reservestoffen versorgt (MICHIELS 2014). In den Folgejahren ist das Überleben der Jungpflanzen (*Q. petraea* und *Q. robur*) bei einer Einstrahlung zwischen 10 und 20 % des Freilandes gegeben (DINEUR 1951; BARTSCH et al. 2020). Ein kontinuierliches Höhenwachstum stellt sich jedoch erst bei einer höheren Lichtversorgung ein (DINEUR 1951; BARTSCH et al. 2020). MODROW & PYTTEL (2019) stellen bei siebenjähriger Eichen-Naturverjüngung (*Quercus petraea*) ein deutlich rascheres Höhenwachstum ab einer Freilandstrahlung von 55 % fest.

Resistenz von Eichenverjüngung (+)

Das Wurzelwerk mitteleuropäischer Eichenarten wird in der Jugend von einer ausgeprägten Pfahlwurzel dominiert (JONES 1959; BUSSOTTI 2014). Diese kann den oberirdischen Spross in den ersten Jahren deutlich an Länge und Gewicht übertreffen (JONES 1959; PASTA et al. 2016). Neben der erhöhten Stabilität übernimmt diese Hauptwurzel die Funktion eines Reservespeichers (SHAW 1974; FROST & RYDIN 1997; PRETZSCH 2019), wodurch die Eiche (*Quercus pubescens*) oberirdische Zuwachseinbußen rasch kompensieren kann (WILMANN & BOGENRIEDER 1995). Sämlinge und Jungpflanzen können sogar bei einem kompletten Verlust der oberirdischen Biomasse wieder aus dem Wurzelstock austreiben und schnellwüchsige Triebe bilden (JONES 1959; NUSSBAUMER & WOHLGEMUTH 2016). Besonders resistent zeigen sich Jungpflanzen im Offenland: „Oaklings growing in the open are difficult to kill and recover from severe damage“ (RACKHAM 1980: 297). Bei einem erhöhten Lichtgenuss können die Eichen eine deutlich höhere Toleranz gegenüber Verbiss zeigen (UHL et al. 2008).

Eichen-Mehltau (-)

Zu einer zusätzlichen Herausforderung kommt es Anfang des 20. Jahrhunderts für die Eichenverjüngung: der nach Europa eingeschleppte Eichen-Mehltau (*Microsphaera alphitoides*) verbreitet sich rasch und führt damals besonders in Niederwäldern zu einer erhöhten Absterberate von Eichen. Befallen werden vorzugsweise jüngere Pflanzen und Stockausschläge (SCHWERDTFEGER 1981; BRÄNNHAGE & GROSS 2020). In Kulturbegründungen kann ein Befall zu einem erhöhten Ausfall von Jungeichen führen (SOUTRENON 2004; BRÄNNHAGE & GROSS 2020).



Abb. 1: Flaum-Eiche auf extrem flachgründigem, südexponiertem Standort. Badberg, 25.8.2023. (Foto: Max Collé)



Abb. 2: Junge Flaumeiche im Halbtrockenrasen am Badberg, Kaiserstuhl. Aufgrund von Pflegemaßnahmen wurde dieses bereits mehrjährige Individuum mehrfach stark geschädigt, konnte jedoch als „Mulchkrüppel“ überleben. 20.8.2023, (Foto: Max Collé)

3. Die Flaum-Eiche: Biologie, Ökologie, Vorkommen

Die Flaum-Eiche (*Quercus pubescens*) 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. 1992). Auf besonders trockenen Standorten erreicht sie nur Höhen von 5 bis 10 m. Die geringe Höhe, der krüppelige Wuchs und die feinen Jahrringe sind Zeichen geringer Produktivität (WILMANN & BOGENRIEDER 1995). Diese ist vor allen Dingen auf die Trockenheit der Standorte zurückzuführen (HÄRDTLE et al. 2004). Auf besser wasserversorgten Standorten kann die Flaum-Eiche auch geradschaftige und hochwüchsige Bestände bilden, welche Bauholzqualität erreichen (MAYER 1984). Ihr Lebensformtyp kann als langlebiger „Stresstolerator“ mit Pioniereigenschaften eingestuft werden (Abb. 1, 2, 29).

Flaum- und Trauben-Eiche können untereinander Hybriden bilden (BECKER et al. 1994; AAS 1998; MÜLLER 1999). Da sie sich immer wieder kreuzen können (Gen-Introgression) sind die beiden Elternarten mit unterschiedlichen Gewichtungen an den Zwischenformen beteiligt (MÜLLER 1999, SALVINI et al. 2009). Genetisch besteht zwischen mitteleuropäischer Flaum- und Trauben-Eiche 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 Flaum-Eiche 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 mitteleuropäischen Eichenarten Flaum-Eiche, Trauben-Eiche und Stiel-Eiche und der Hybriden nicht eindeutig oder nur graduell ausgebildet sind, hat AAS (1998) einen vereinfachten Bestimmungsschlüssel anhand der Blattbehaarung erstellt (s. Abb. 3). Sind weder auf der Blattober- noch auf der Blattunterseite Haare zu finden, handelt es sich um die Stiel-Eiche. Um Flaum-Eiche, Trauben-Eiche und Flaum-Eichen-Hybriden differenzieren zu können, ist die Unterscheidung von sogenannten Stern- und Büschelhaaren elementar. Beides sind Nicht-drüsenhaare mit mindestens zwei Armen. Entscheidend ist die Länge der Haare und ob sie von der Blattepidermis absteigen oder nicht. Büschelhaare stehen deutlich von der Epidermis ab und sind im Schnitt doppelt so lang wie Sternhaare (AAS 1998). Ihr Vorkommen auf der unteren Blattepidermis weist 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 Flaum-Eiche. Weist die Blattunterseite neben den Büschelhaaren zusätzlich auch Sternhaare auf, handelt es sich um eine Flaum-Eichen-Zwischenform (*Quercus pubescens* × *Quercus petraea*).

Laborversuche zeigen, dass die Kreuzung von *Q. pubescens* und *Q. robur* ebenfalls möglich ist (GÜNTHARDT-GOERG et al. 2016). In freier Natur dürfte eine solche Bastardisierung jedoch aufgrund der unterschiedlichen Blütezeit höchstens in geringem Umfang möglich sein (MÜLLER 1999; GÜNTHARDT-GOERG et al. 2016).

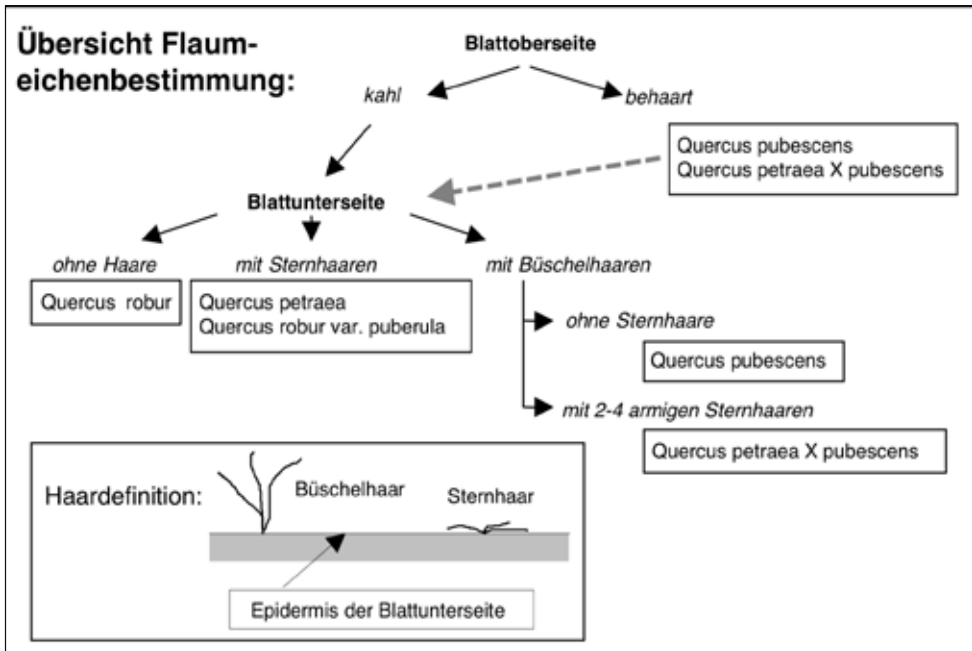


Abb. 3: Blattmorphologischer Schlüssel zur Bestimmung der Flaum-Eiche und Abgrenzung zu anderen mitteleuropäischen Eichenarten nach AAS (1998).

3.1. Natürliche und anthropogene Vorkommen laubabwerfender Eichen (*Quercus spec.*) in Mitteleuropa

Eichen-Mischwälder dominierten in der Nacheiszeit über mehrere Jahrtausende die mitteleuropäische Waldlandschaft (KÜSTER 2010; BREUNIG & THIELMANN 2001; ELLENBERG & LEUSCHNER 2010; BARTSCH et al. 2020). Mit dem Beginn der Einwanderung der konkurrenzstärkeren Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.) wurden die mitteleuropäischen Eichenwälder auf Standorte an der Trockengrenze des Waldes verdrängt (SAYER 2000; BREUNIG & THIELMANN 2001; ELLENBERG & LEUSCHNER 2010; EATON et al. 2016; CHAKRABORTY et al. 2017; BARTSCH et al. 2020). Dort ist das Wachstum anderer Baumarten so stark eingeschränkt, dass die Eiche die Oberhand gewinnt (MICHIELS 2014; PRETZSCH 2019).

Erst durch die Landnutzungen als Nieder- und Mittelwald sowie Waldweide wurde die Eiche als bedeutende Wirtschaftsbaumart intensiv gefördert (LEUSCHNER 1998; WILMANNS 2009; ROHNER et al. 2013; REIDL et al. 2013; BARTSCH et al. 2020). Mit dem Übergang zum Hochwald als führende Form der Waldbewirtschaftung ging das Ausmaß der Begünstigung im 20. Jahrhundert wieder stark zurück (WILMANNS 2009; MEYER 2011).

Unter den drei in Deutschland heimischen Eichenarten wird der Flaum-Eiche die höchste Trockenheitsresistenz zugesprochen, was im Vergleich zur Trauben- und Stiel-Eiche mit einem geringeren Zuwachs einhergeht (ETH ZÜRICH 2002; GÜNTHARDT-GOERG et al. 2016). *Quercus pubescens* ist aus diesem Grund auf die besonders trockenen Standorte Mitteleuropas beschränkt, auf denen die anderen Baumarten kümmern oder ganz fehlen (SAYER 2003; WILMANNS 2009; ELLENBERG & LEUSCHNER 2010).

Die Flaum-Eiche ist im Mittelmeerraum weit verbreitet und beteiligt sich dort maßgeblich am Aufbau sommergrüner Eichenwälder (OBERDORFER 1992; BUSSOTTI 2014). In Mitteleuropa erreicht sie ihre nördliche Arealgrenze (SUCK et al. 2014). In Deutschland gibt es nur wenige extrem trockenwarme Standorte, weshalb die Flaum-Eiche hier nur durch wenige inselartige Populationen vertreten ist (WILMANNS & BOGENRIEDER 1995), mit Beständen am Hochrhein (Dinkelberg, Klettgau), auf der Schwäbischen Alb und dem Neckarland sowie am südlichen Oberrhein (Elsass, Kaiserstuhl) (BREUNIG & DEMUTH 1999, KÄTZEL et al. 2014).

3.2. Der Kaiserstuhl und seine Flaum-Eichenvorkommen

Der Kaiserstuhl ist ein kleines Gebirge vulkanischen Ursprungs, das sich über die südliche Oberrheinebene erhebt (GROSCHOPF & VILLINGER 2009). Das Gebiet umfasst eine Fläche von 92,5 km². Die Niederschläge sind durch den Regenschatten der Vogesen, die Temperaturen durch aus dem Süden stammende Warmlufteinbrüche (burgundische Pforte) geprägt (WILMANNS & BOGENRIEDER 1995; WILMANNS 2009) (s. Abb. 5). Der mittlere jährliche Niederschlag liegt bei 666 mm im Westen (Vogtsburg-Oberrottweil) und bei 790 mm im Osten (Eichstetten) (DWD 2022) und liegt damit immer noch im Buchenoptimum (PETERS 1997, WILMANNS 2009). Auf südwestlich exponierten Oberhängen führen jedoch hohe Einstrahlung und geringe Wasserspeicherfähigkeit der vulkanischen Böden zu temporär starker Trockenheit, hier erfolgt der relativ abrupte Übergang vom Buchenwald zum Flaum-Eichenwald („Ökoton“; SAYER 2000; CHAKRABORTY et al. 2017).

Daneben führt die Höhendifferenz zwischen Kaiserstuhl und Rheinebene dazu, dass die Kaltluft im Winter in die Täler absinkt, wodurch die höheren Lagen temperaturbegünstigt

sind (WILMANNS 2009; GLOMB 2012). Dadurch zeichnet sich der Kaiserstuhl durch hohe Temperaturen, geringe Niederschläge, viele Sonnenstunden und milde Winter aus, was wärmebedürftige und trockentolerante Arten wie die Flaum-Eiche begünstigt (WILMANNS 2009; REIDL et al. 2013; LUBW 2022).

Lokale Vorkommen der Flaum-Eiche sind über das ganze Gebiet verstreut, abgesehen vom nordöstlichen Kaiserstuhl, wo die Niederschläge zunehmen und die Wirkung der Warmlufteinbrüche aus dem Süden abnimmt (SCHUMACHER 2006; WILMANNS 2009; LUBW 2022) (s. Abb. 4).

Der Kaiserstuhl stellt den Verbreitungsschwerpunkt der Flaum-Eiche in Deutschland dar (WILMANNS & BOGENRIEDER 1995). Hervorgehoben seien die Naturschutzgebiete „Büchsenberg“, „Limberg“, „Schneckenberg“ und „Scheibebuck-Bluttenbuck“ (KÄTZEL et al. 2014). Daneben existieren zahlreiche kleinere Vorkommen.

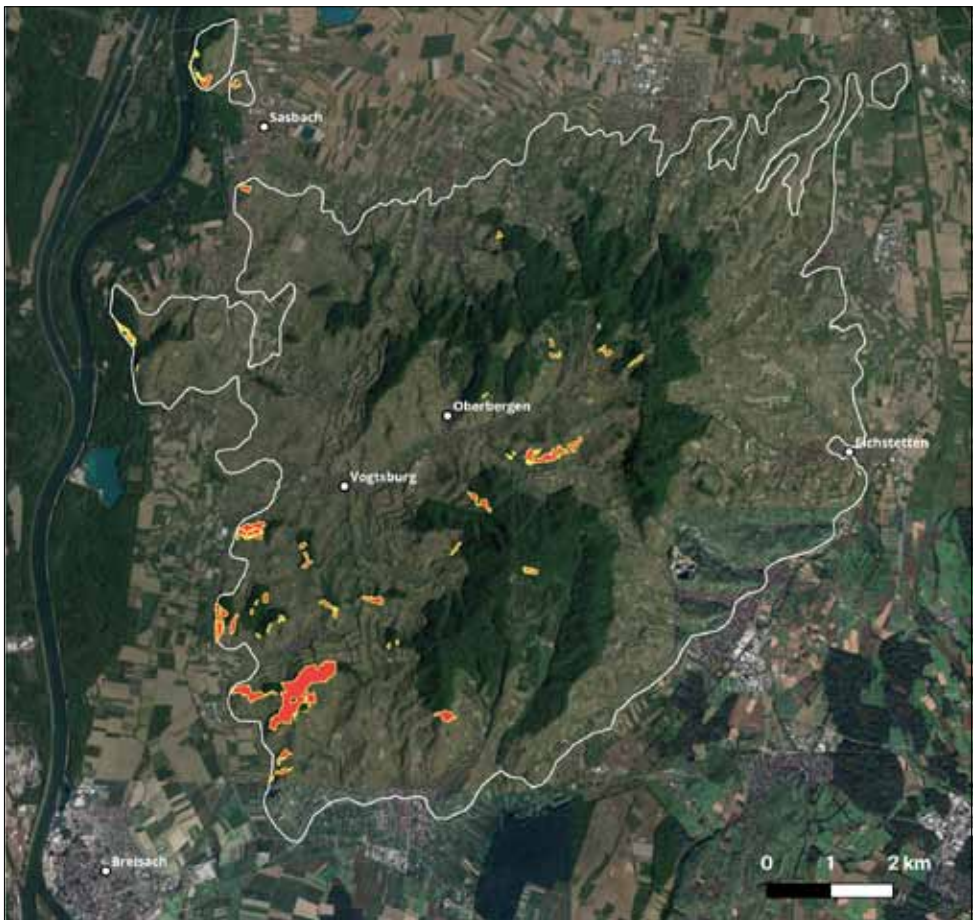


Abb. 4: Verteilung der Waldbiotope mit Flaum-Eiche (orange) im Kaiserstuhl (weißer Außenrand). Quelle: Umweltinformationssystem (UIS) der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg. Hintergrundkarte: Google (2024).

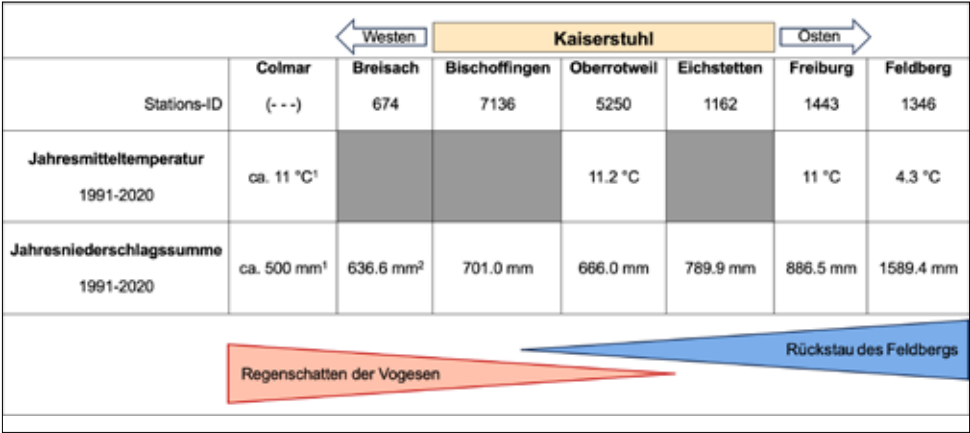


Abb. 5: Durchschnittliche Jahresmitteltemperatur und Jahresniederschlagssumme der Klimareferenzperiode 1991 bis 2020 für den Kaiserstuhl und westlich und östlich nahegelegene Gebiete.

3.3. Frühere Bewirtschaftung der Flaum-Eichenwälder

Die Wälder am Kaiserstuhl dienten bis ins 20. Jahrhundert überwiegend der Brennholzversorgung (WILMANNS 2009; REIF & TRUÉ 2023). Auch schwach- und langsamwüchsige Gehölzbestände waren wichtige Energieholzlieferanten (WILMANNS & BOGENRIEDER 1995; BREUNIG & THIELMANN 2001). Die Flaum-Eichenwälder am Kaiserstuhl wurden als Niederwälder bewirtschaftet. Die kurzen Umtriebszeiten führten zu einer Begünstigung der Gehölze, die nach dem Hieb wieder ausreichend stark aus dem Stock austreiben können (BREUNIG & THIELMANN 2001; WILMANNS 2009). Unter den heimischen Baumarten gehören dazu vor allem Eichen (*Quercus* sp.), Hainbuche (*Carpinus betulus*), Feld-Ulme (*Ulmus minor*), Linden (*Tilia* sp.) sowie Mehl- und Elsbeere (*Sorbus aria*, *S. torminalis*) (Wilmanns 2009). Gehölze wie die wenig stockausschlagfähige Rotbuche (*Fagus sylvatica*) wurden dadurch zurückgedrängt (WILMANNS 2009; SUCK et al. 2014). Die Flaum-Eiche konnte daher auch auf weniger trockene Standorte vordringen (REIDL et al. 2013).

Eine gegenläufige Entwicklung stellten Umwandlungen von Flaum-Eichenwäldern in Rebberge, denn die südlich ausgerichteten Trockenhänge stellen günstige Lagen für den Weinanbau dar (WILMANNS 2009).

Gegen Mitte des 20. Jahrhunderts kamen die historischen Waldnutzungsformen am Kaiserstuhl zum Erliegen (WILMANNS & BOGENRIEDER 1995; WILMANNS 2009). Die Flaum-Eichenwälder wurden am Büchsenberg im Jahre 1932 und am Bitzenberg in den 1940er Jahren ein letztes Mal geschlagen (WILMANNS 2009). Seitdem schließen sich die Kronendächer zunehmend, die lichtbedürftigen submediterranen Arten der Kraut- und Strauchschicht werden verdrängt und finden sich nur mehr an den Waldrändern (REIF & TRUÉ 2023).

4. Methodik

Ziel der Arbeit war eine Vollaufnahme von Jungwüchsen in einem repräsentativen Gebiet am Kaiserstuhl. Geeignete Individuen wurden anhand der Kriterien Größe, Sprossdurchmesser, Rindenstruktur und mechanische Beschädigung ausgewählt.

4.1. Auswahl des Untersuchungsgebiets

Als großflächiges Suchgebiet wurde der Kaiserstuhl in den Grenzen von SCHUMACHER (2006) gewählt. Anhand des „Umweltinformationssystems der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg“ (LUBW 2022) wurden 48 Waldbiotope mit Flaum-Eiche (*Quercus pubescens*) innerhalb dieser Grenzen gefunden, wovon 13 nicht im Bereich des als potenziell natürlich kartierten „Seggen-Buchenwalds im Wechsel mit Flaum-Eichen-Mischwald“ lagen (Abb. 6). Der „Seggen-Buchenwald“ (Carici-Fagetum) repräsentiert in diesem Fall Buchenbestände auf kalkreichen Standorten an der Trockenheitsgrenze der Buche, was sich an ihrem gedrungenen Wuchsbild erkennen lässt. Bei noch stärkerer zeitweiliger Austrocknung – häufig bedingt durch geringe Bodenmächtigkeit in Oberhanglagen – erfolgt auf basenreichen Böden ein Wechsel zum „Flaum-Eichen-Mischwald“, in dem der Buchenanteil zurückgeht (REIDL et al. 2013, SAYER 2000, CHAKRABORTY et al. 2017). Unter den verbleibenden 35 Waldbiotopen wurden jene ausgewählt, die in den drei für die Untersuchung am besten geeigneten Gebieten lagen.

Die Eignung der Gebiete wurde anhand der Kriterien „größte Population“ (nach KÄTZEL et al. 2014), „größte Fläche“ sowie „dokumentierte Nutzungs- und Pflegegeschichte“ bewertet. Letztlich fiel die Wahl auf die Flaum-Eichenvorkommen am Badberg (zentraler Kaiserstuhl), am Büchsenberg (westlicher Rand) und am Limberg (nordwestlicher Ausläufer). Da junge Eichen kaum in den Wäldern anzutreffen sind, wurde ein 100 m breiter Offenlandpuffer um

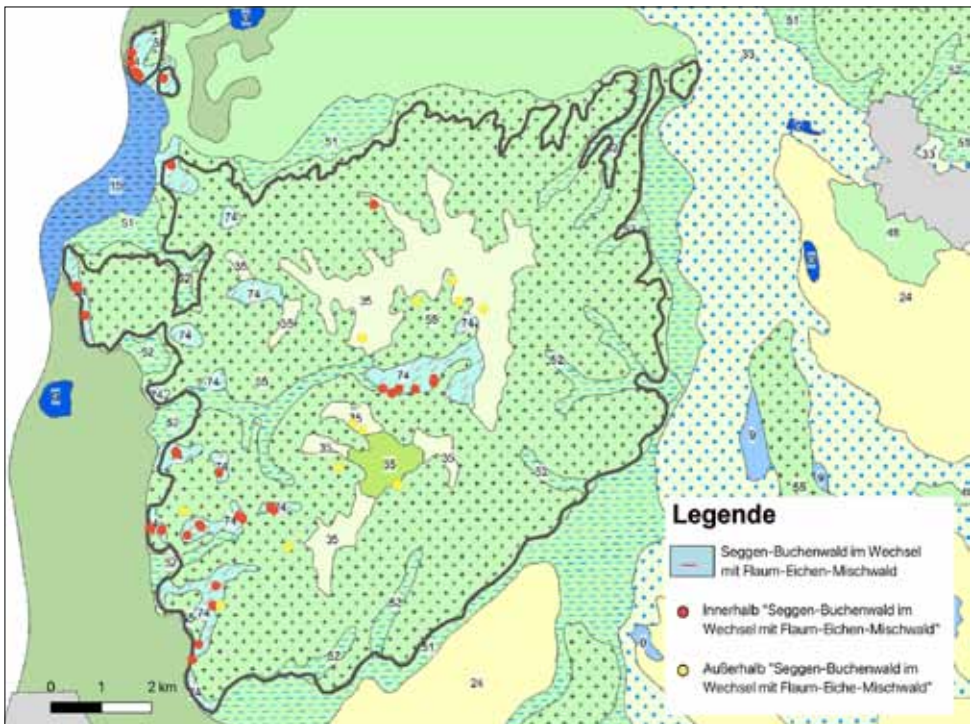


Abb. 6: Verschneidung der Waldbiotope mit Flaum-Eiche (rote und gelbe Punkte) mit der Karte der „Potenziellen Natürlichen Vegetation“ (PNV), entnommen aus dem Kartendienst der LUBW (2021). Die Kartierung der PNV basiert auf REIDL et al. (2013).



Abb. 7: Sechs Flaum-Eichen-Waldbiotope mit Offenland-Puffer am Limberg in Sasbach. Durch den 100 m breiten Pufferbereich entstanden zwei potenzielle Untersuchungsgebiete. Quelle der Shapefiles der Waldbiotope: Umweltinformationssystem (UIS) der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW 2021). Hintergrundkarte: Google (2024).

die Waldbiotope der ausgewählten Gebiete gelegt (Beispiel in Abb. 7). In die daraus entstandenen Flächen wurden parallel angeordnete Suchstreifen mit einem Abstand von 10 m gelegt.

In den möglichen Untersuchungsgebieten „Limberg“ und „Büchsenberg“ wurden insgesamt nur 21 Jungwüchse gefunden. Der „Badberg“ zeigte mit 349 Individuen auf einer Fläche von 40,1 ha eine große Anzahl an Eichen-Jungwüchsen auf. Dieser wurde daher als Untersuchungsgebiet ausgewählt (s. Tab. 1).

Tab. 1: Anzahl junger Eichen in den drei möglichen Untersuchungsgebieten „Limberg“ (35,3 ha), „Büchsenberg“ (32,7 ha) und „Badberg“ (40,1 ha). Unterschieden wurden intakte Jungpflanzen von beschädigten (z.B. durch Verbiss, Mulchen).

	≤ 20 cm	21 bis 50 cm	51 bis 125 cm	126 bis 400 cm	Gesamt
Limberg	6	8	1	2	17
Beschädigt:	4	7	0	1	12/17 (70,5 %)
Büchsenberg	0	4	0	0	4
Beschädigt:	0	4	0	0	4/4 (100,0 %)
Badberg	38	172	61	78	349
Beschädigt:	33	138	39	6	216/349 (61,9 %)

Das Untersuchungsgebiet „Badberg“

Der Badberg liegt im zentralen Kaiserstuhl, nordöstlich von Oberbergen. Die längliche Berggruppe erreicht ihren Höhepunkt auf 433 m über NN und grenzt sich deutlich von der naheliegenden Umgebung ab (SCHUMACHER 2006). Die untersuchten Waldbiotope liegen auf der Südseite und fallen alle in das 65,5 ha große Naturschutzgebiet (BFN 2015).

Das Untersuchungsgebiet umfasst insgesamt 40,1 ha und setzt sich aus den Waldbiotopen mit Flaum-Eiche sowie einem 100 m breiten Offenlandpuffer zusammen (Abb. 8).

Die starke Geländeneigung des Badbergs führt auf den süd- und südwestlich ausgerichteten Hängen zu einer erhöhten Sonneneinstrahlung, wodurch es im Sommer zu einer starken Erwärmung des Oberbodens und der bodennahen Luftmassen kommt (WILMANN 2009). Die von HEILIG (1930/31, zitiert nach WILMANN 2009) gemessenen Temperatur- und Verdunstungswerte gehören zu den höchsten, die in Deutschland bis dato gemessen wurden.

Geologisch gesehen ist der Badberg aus Karbonatiten, einem sehr kalkhaltigen metamorphen Gestein, aufgebaut (GROSCHOPF & VILLINGER 2009). Hieraus sind auf der Südseite des Badbergs flachgründige Rendzinen mit einem sehr geringen Wasserspeichervermögen entstanden (GLOMB 2012; LGRB 2021). Stellenweise fehlt die Bodenaufgabe und das Grundgestein tritt zutage.

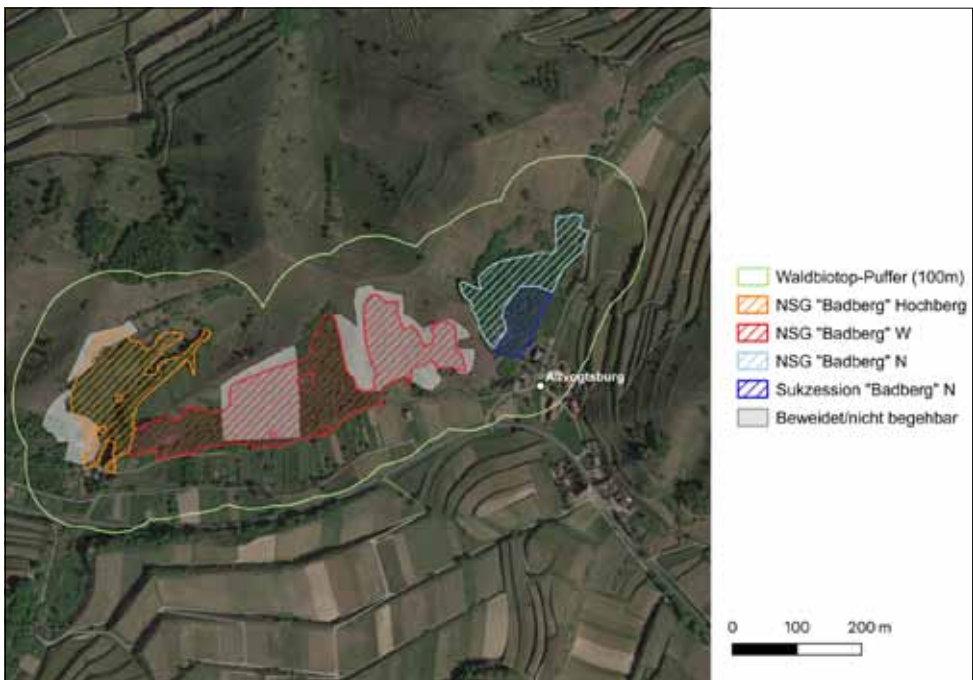


Abb. 8: Das Untersuchungsgebiet am Badberg, Waldbiotope mit Flaum-Eiche (schraffiert) und 100 m-Offenlandpuffer (grüne Linie). Quelle der Shapefiles der Waldbiotope: Umweltinformationssystem (UIS) der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW 2021). Hintergrundkarte: Google (2024).

Frühere Bewirtschaftung, heutige Pflege und Entwicklung der Vegetation

Die Südhänge des Badbergs waren Ende des 19. Jahrhunderts noch überwiegend frei von Gehölzen (s. Abb. 9A). Der Großteil der Flächen wurde zur Heugewinnung genutzt und entsprach wohl dem Esparketten-Trespen-Halbtrockenrasen (*Onobrychido-Brometum*). Die extremsten Standorte konnten wohl nur als Weide genutzt werden, worauf bis heute Vorkommen des Wacholders (*Juniperus communis*) hinweisen (s. Abb. 10). Wie überall in Mitteleuropa wurde vermutlich Feuer immer wieder eingesetzt, um überständiges Gras und Gehölze zurückzudrängen.

Durch die abnehmende Bewirtschaftungsintensität, die spätestens Mitte des 20. Jahrhunderts zu einem Nutzungsstillstand führte, unterlief ein Großteil des ehemaligen Offenlands einer Versaumung und Gehölzsukzession (SCHUMACHER 2006; WILMANN 2009) (s. Abb. 9B und 9C). Aus den in das Grasland fortschreitenden Gehölzinseln hat sich allmählich das heutige Waldbild entwickelt (SCHUMACHER 2006; WILMANN 2009) (s. Abb. 9D). Die Kronendächer dieser mittlerweile dicht geschlossenen Bestände setzen sich überwiegend aus Flaum-Eiche, Trauben-Eiche, deren Hybride, Feld-Ahorn (*Acer campestre*) und Feld-Ulme (*Ulmus minor*) zusammen (eigene Beobachtung). Die Buche fehlt bis auf wenige Individuen.

Der Verbuschung artenreicher Trockenrasen wirken heute die naturschutzfachlichen Pflegemaßnahmen des Regierungspräsidiums Freiburg entgegen. Der Großteil der Freiflächen an den Südhängen wird jährlich gemäht. Dabei werden einzelne Altgras-Streifen belassen, die im Oktober entweder nachgemäht oder bis zum nächsten Jahr sich selbst überlassen werden. Stellenweise werden kleinere Flächen auch im Turnus von drei bis fünf Jahren gemäht. Diese differenzierte Biotoppflege hat das Ziel die frühere

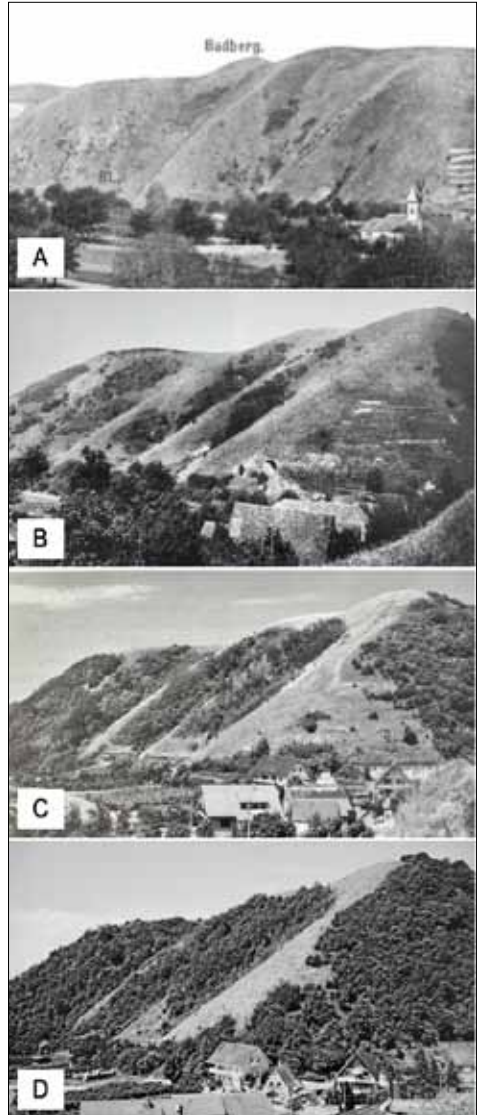


Abb. 9: Entwicklung der in das Grasland fortschreitenden Gehölzsukzession am Badberg:

- A) Ende des 19. Jahrhunderts (Foto: KNOP 1892 Tafel VI).
- B) 1943 (Foto: Villaret-von Rochow in: WILMANN 2009).
- C) 1987 (Foto: Rasbach & Rasbach in: WILMANN 2009).
- D) 2007 (Foto: Rasbach & Rasbach in: WILMANN 2009).



Abb. 10: Vorkommen des Wacholders (*Juniperus communis*) am Badberg. 1.7.2023, (Foto: Max Collé).

Nutzung zu ersetzen und besonders artenreiche Offenland-Lebensräume zu erhalten. Neben der Mahd wird versucht das Aufkommen der Gebüsche durch Ziegenbeweidung zurückzudrängen (KARBIENER 2023, persönliche Mitteilung).

4.2. Datenaufnahme

Im August 2023 wurden alle 349 am Badberg aufgefundenen Eichen-Jungpflanzen morphologisch beschrieben; in den Probekreisen erfolgte zudem eine Erhebung der umgebenden Vegetation.

4.2.1. Morphologische Parameter der Eichen-Jungwüchse

Die Jungeichen wachsen häufig von Grund an mehrstämmig. Dies erschwerte die Konzeption eines einheitlichen Messverfahrens. Daher wurden die Parameter „Größe“ und „Wurzelhalsdurchmesser“ nur an der Hauptachse der Pflanze gemessen. Diese wurde wie folgt definiert: Die Hauptachse ist ein dem Erdboden entspringender Trieb, bei dem davon ausgegangen werden kann, dass er bei einem erhöhten Konkurrenzdruck der Begleitvegetation am ehesten das Überleben der Pflanze sichern kann. Ein solcher Trieb ist im Vergleich zu seinen Nebentrieben besonders vital und in der Regel vertikal ausgerichtet. Aus diesem Grund wurde er auch noch als „Zukunftstrieb“ bezeichnet. Bei Individuen, die von Grund an einstämmig waren, stellte der gesamte oberirdische Teil der Pflanze den Haupttrieb dar. Wird im Anschluss der Begriff „Hauptachse“ verwendet, ist damit immer die oben genannte Definition gemeint.

Die **Größe** der Jung-Eichen wurde als die von der Stammbasis der Hauptachse aus vertikal nach oben gemessene und auf Höhe der Haupttriebspitze endende Distanz definiert. Individuen mit einem Durchmesser des Wurzelhalses (10 cm über Grund) von mehr als 6 cm oder grobborkiger unterer Stammbasis wurden nicht mehr zu den Jungwüchsen gezählt.

Der **Sprossdurchmesser** wurde nahe am Wurzelhals an der Hauptachse in einer Höhe von 10 cm über dem Erdboden gemessen. Bei der Messung erfolgten zwei um 90 Grad versetzte Kluppungen auf gleicher Höhe. Von diesen beiden Werten wurde der Mittelwert genommen. Bei einstämmigen Individuen, bei denen sich der Stamm auf einer Höhe von weniger als 10 cm in eine Krone auflöste, wurde der Durchmesser unmittelbar unter der ersten Verzweigung gemessen.

Mechanische Beschädigung wurde nur qualitativ als „beschädigt“ oder „nicht beschädigt“ erfasst. Als „nicht beschädigt“ wurde Eichenverjüngung aufgenommen, bei der es keine Anzeichen einer vergangenen Beschädigung durch Pflegemaßnahmen gab. Als „beschädigt“ galten Jungpflanzen, die aus einem verbliebenen Stumpf austrieben, dessen Wurzelhalsdurchmesser maximal 1 cm betrug. Bei Überschreiten dieses Durchmessers oder bei mehrfacher Beschädigung erfolgte keine Einstufung mehr als Jungwuchs.

Spuren des **Verbisses durch Tiere** wurden an Eichen-Jungwüchsen bis 125 cm erhoben. Ein Individuum wurde als „verbissen“ eingestuft, wenn ein bis drei Jahre alter Verbiss festge-

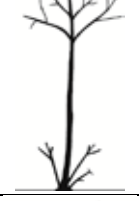
Nr.	Bezeichnung	Wuchstyp	Beschreibung
1	Strauchig		Pflanze ohne Stamm und mit ungefähr gleichrangigen Trieben
2	Strauchig mit deutlichem Haupttrieb		Pflanze mit einem vertikal ausgerichteten Haupttrieb und kleineren basalen Nebentrieben
3	Baumartig mit basalen Nebentrieben		Wuchs dem eines Baums ähnlich, der Haupttrieb wird an der Basis von deutlich kleineren bis kümmernden basalen Nebenästen begleitet
4	Baumartig ohne basale Nebentriebe		Wuchs dem eines typischen Baums ähnlich, keine basalen Nebentriebe erkennbar

Abb. 11: Morphologische Wuchstypen der Eichen-Jungpflanzen.

stellt werden konnte. Hier wurde zwischen Terminaltrieb- und Seitentriebverbiss unterschieden. Der „Terminaltrieb“ wurde in diesem Fall als höchster Trieb der „Hauptachse“ definiert. „Seitentriebe“ waren alle restlichen Triebe der Pflanze. Weiterhin wurde zwischen „einfach verbissen“ und „mehrfach verbissen“ unterschieden. „Einfacher Verbiss“ bedeutete in diesem Fall, dass am Leittrieb oder an den Seitentrieben nur eine einzige Verbißspur erkannt werden konnte. Eine Abbildung einer verbissenen Eiche von ODERMATT (2018) diente zur Orientierung.

Aufgrund der starken Variabilität des Habitus wurden die Jungpflanzen vier Wuchstypen zugeordnet (s. Abb. 11). Die Wuchstypen 1 bis 4 stellen eine Entwicklung der Pflanze dar, bei dem sich ein Trieb im Laufe der Zeit gegen die anderen durchsetzt und zu einem Baum heranwächst. Die Zuordnung eines Individuums zu einem Wuchstyp erfolgte unabhängig von seiner Größe.

Die **taxonomische Bestimmung** aller 349 Eichen-Individuen erfolgte anhand des „blattmorphologischen Bestimmungsschlüssels“ nach AAS (1998), welcher die mitteleuropäischen Eichen und ihre Hybride aufgrund ihrer Blattbehaarung unterscheidet (s. Abb. 3). Zu diesem Zweck wurden von jedem Jungwuchs Blattproben entnommen. Die Ergebnisse wurden durch Dr. Gregor Aas (Bayreuth) verifiziert.

4.2.2. Aufnahme der Begleitvegetation der Eichen-Jungwüchse

Begünstigung (Facilitation) durch andere Gehölze: Jung-Eichen finden sich relativ oft an Saum- und Mantelstrukturen. Die angrenzenden Gehölze könnten durch Schutz vor Verbiss oder kleinstandörtliche Effekte profitieren, welche die Vitalität und das Wachstum der Jung-Eichen verbessern (CALLAWAY 1995). Daher wurden benachbarte Gehölze oder Pflanzenteile benachbarter Gehölze, die sich innerhalb der ersten 0,4 m um den Haupttrieb der Verjüngung befinden, aufgenommen. Die Umschließung der Krone durch schützende Gehölze wurde in Anlehnung an PRENTICE (2010) mithilfe eines Kompasses in Grad geschätzt und fünf Klassen zugeordnet (s. Tab. 2). Dieser Aufnahmeparameter wurde nur bei Individuen bis 125 cm erhoben.

Strukturaufnahme: Um die Strukturen zu erfassen, in denen sich Eichen-Jungwüchse erfolgreich etablieren können, wurde im Umkreis von 2,5 m um jede Jung-Eiche der Deckungsgrad verschiedener Vegetationstypen geschätzt (z. B. „Grasreiche Strukturen“) (s. Abb. 9). Diese wurden zur Abbildung von Sukzessionsverläufen weiter in Sukzessionsstadien unterteilt (z. B. „Grasland“, „Grasland mit Krautreichum“ und „Staudendominanz“). Zusätzlich wurde festgehalten in welcher dieser Stadien der Wurzelhals der Eiche verankert ist. Die in Tabelle 3 dargestellten Sukzessionsstadien spiegeln einen „Formationswechsel von Grasland- zu Gehölzdominanz“ wider (WILMANN 2009: 189, bezogen auf den Bad-

Tab. 2: Klassifizierung der Facilitation der Eichen-Jungwüchse durch Begleitgehölze in 5 Stufen

Stufe	Umschließung der Krone in Grad	Bezeichnung der Facilitation
1	0 bis 90°	Unbedeutend
2	91 bis 180°	Leichter Schutz
3	181 bis 270°	Mäßiger Schutz
4	271 bis 359°	Starker Schutz
5	360°	Für Wild unzugänglich

berg). Sie stellen also einen Sukzessionsverlauf dar, bei dem brachgefallenes Grünland im Laufe der Zeit wieder von Sträuchern und anschließend von Bäumen besiedelt wird. Die Grenze zwischen Kraut- und Strauchschicht wurde auf 1 m, die zwischen Strauch- und Baumschicht auf 4 m Höhe über Grund festgelegt.

Sukzessionsstadien wurden anhand des Anteils diagnostischer Arten definiert. Zeigerarten für Sukzessionsstadien wurden auf Grundlage von LICHT (2022) sowie dem offiziellen Biotopdatenschlüssel der LUBW (2018) bestimmt. Grundlage für die Auswahl der Arten war die Artenliste des Badbergs aus der Wald- und Offenlandbiotopkartierung der LUBW (2021). Die Arten dieser Liste wurden mithilfe der genannten Quellen den jeweiligen Sukzessionsstadien zugeordnet. Die resultierende Kategorisierung wurde im Gelände überprüft.

Die Anteile der Strukturtypen an der Probekreisfläche wurden in 5 %-Stufen geschätzt. In Bereichen, in denen sich zwei Vegetationstypen überlappten, wie das beispielsweise bei

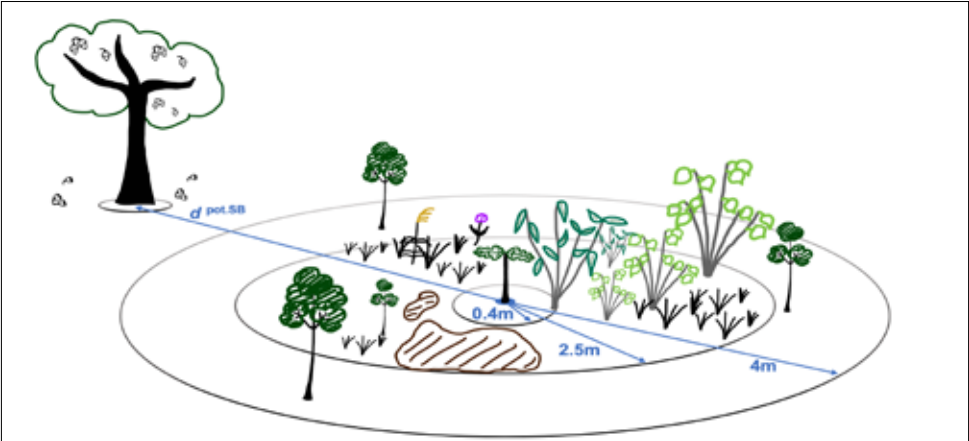
Tab. 3: Strukturtypen der Vegetation im Verlauf der Sukzession von Offenland zu Wald. Die für die jeweiligen Sukzessionsstadien diagnostischen bzw. charakteristischen Arten sind im Anhang gelistet.

Sukzessionsstadium	Definition
1. Vegetationsarme Flächen	Auffällige Vegetationslücke von mindestens 1 m ² Fläche, fehlender oder sporadischer Pflanzenbewuchs.
2. Grasland	Überwiegend oder nur aus Gräsern bestehende Vegetation der Trespenrasen (Brometalia) mit geringer Beimischung krautiger Pflanzen (unter 10 %). Die krautigen Pflanzen bilden keine differenzierten Gruppen, sondern mischen sich den Gräsern mehr oder weniger gleichmäßig unter, frei von Gehölzen.
3. Grasland mit Krautreichtum	Zu mehr als 50 % aus den Gräsern der Trespenrasen bestehende Vegetation mit hohem Anteil an krautigen Pflanzen der Halbtrocken- und Trockenrasen (10 bis 49 %), diese sind gleichmäßig verteilt oder leicht geklumpt, bilden jedoch keine geschlossenen Decken, frei von Gehölzen.
4. Staudendominanz	Vegetation, die sich überwiegend aus Saumarten trockenwarmer Standorte (50 % und mehr) aufbaut. Einzelstehende Gehölze sind höchstens in geringem Umfang in der Krautschicht vorhanden.
5. Gebüsche der Krautschicht	Gruppen oder Bestände aus Straucharten trockenwarmer Standorte geringer Höhe, diese befinden sich überwiegend in der Krautschicht (< 100 cm). Sporadisch auftretende Baumverjüngung zulässig.
6. Gebüsche der Strauchschicht	Gruppen oder Bestände aus höheren Sträuchern trockenwarmer Standorte, diese befinden sich vorwiegend in der Strauchschicht (> 100 cm). Sporadisch auftretende Baumverjüngung zulässig.
7. Vorwaldstufe 1	Fläche mit gehäuftem Aufkommen von Baumverjüngung, mindestens ein Individuum hat die Verbissgrenze (> 125 cm) erfolgreich überwunden, die Verjüngung überragt die Strauchschicht jedoch nicht.
8. Vorwaldstufe 2	Fläche mit gehäuftem erfolgreichem Aufkommen von Baumverjüngung, einzelne Individuen fangen an aus der Strauchschicht herauszuwachsen. Die der Eichenverjüngung vier nächstgelegenen Jungbäume haben einen mittleren Brusthöhendurchmesser von weniger als 7 cm.
9. Junge Waldstrukturen	Die der Eichenverjüngung vier nächstgelegenen Bäume weisen einen mittleren Brusthöhendurchmesser zwischen 7 und 15 cm auf.
10. Mittlere Waldstrukturen	Die der Eichenverjüngung vier nächstgelegenen Bäume weisen einen mittleren Brusthöhendurchmesser zwischen 16 und 25 cm auf.
11. Ältere Waldstrukturen	Die der Eichenverjüngung vier nächstgelegenen Bäume weisen einen mittleren Brusthöhendurchmesser von 26 cm und mehr auf.

„Grasland“ und „Waldstrukturen“ der Fall sein kann, wurde nur die Deckung der höchsten Schicht aufgenommen.

Der Begriff „Waldstrukturen“ setzte nicht voraus, dass eine bestimmte zusammenhängende Flächengröße mit Bäumen größerer Dimension erreicht werden musste. Entscheidend war, dass sich im näheren Umkreis mindestens vier Bäume befanden, die so nah beieinanderstehen, dass sie im Laufe der Zeit ein weitgehend geschlossenes Kronendach ausbilden können. Für die Bestände am Badberg, die in der Regel nur 5 bis 10 m hoch sind, wurde hierfür ein Abstand von 5 m von Stamm zu Stamm als Richtwert angesetzt. Bei unzureichender Baumanzahl oder zu großem Abstand wurden die betreffenden Strukturen als Vorwaldstrukturen eingestuft. Waldstrukturen wurden erfasst, sobald die Krone einer dieser Bäume die Probekreisfläche überschirmte.

Verjüngung anderer Baumarten: Im Probekreisradius von 4 m wurde die Häufigkeit der Verjüngung anderer Baumarten festgehalten (s. Abb. 12). Als Verjüngung wurden alle Individuen aufgenommen, die eine Höhe von weniger als 4 m und einen Wurzelhalsdurchmes-



Größe der Eichenverjüngung		0 bis 125 cm	126 bis 400 cm
Kreisradius	Kreisfläche		
N.A.	N.A.	Verbiss	
0 bis 0,4 m	0,5 m ²	Facilitation der Begleitvegetation	
0 bis 2,5 m	19,6 m ²	Aufnahme von Strukturtypen	
0 bis 4,0 m	50,2 m ²	Aufnahme der Verjüngung anderer Baumarten	

Abb. 12: Aufnahmeparameter in drei konzentrischen Probekreisen und maximale Distanz zu einem potentiellen Eichen-Mutterbaum (pot. SB).

ser von weniger als 6 cm aufzeigten. Vegetative Verjüngung, wie sie beispielsweise von der Feld-Ulme (*Ulmus minor*) bekannt ist, wurde ebenfalls aufgenommen.

Distanz zu einem potenziellen Mutterbaum: Bei Eichenverjüngung bis 125 cm Größe wurde die kürzeste Distanz zur Krone des nächstgelegenen potenziellen Mutterbaums gemessen. Den Status „potenzieller Mutterbaum“ erhielten Eichen (*Quercus* sp.) die fruktifizierten, oder bei denen Eichen-Stielkappen (Cupula) in der Nähe der Stammbasis am Boden gefunden wurden. In Fällen, in denen keine Anzeichen einer Fruktifizierung festzustellen waren, wurden ausschließlich Eichen mit einem Brusthöhendurchmesser von mindestens 10 cm aufgenommen. Qualifizierte sich eine Eiche im Radius von 10 m um die Verjüngung als „potenzieller Mutterbaum“, wurde diese entweder der Distanzklasse „0 bis 5 m“ oder „5 bis 10 m“ zugeteilt. Fand sich innerhalb eines Radius von 10 m kein „potenzieller Mutterbaum“, wurde die Distanzklasse „über 10 m“ vergeben. Jungpflanzen, die sich unter der Krone des potenziellen Mutterbaums befanden, wurden der Klasse „unter Schirm“ zugeordnet.

4.2.3. Datenauswertung

Die Erstellung der Karten erfolgte mit QGIS (Version 3.42.1-Münster, norBIT GmbH). Statistische Auswertungen und Visualisierungen erfolgten in RStudio (Version 2025.05.0+496).

Die Verjüngungszahlen beziehen sich auf die Gesamtfläche des Untersuchungsgebiets (40,1 ha). Zusätzlich wurde die Anzahl der Jungpflanzen pro Hektar im Offenland angegeben. Die Offenlandfläche ergab sich aus der Gesamtfläche abzüglich der am Fuß des Südhangs gelegenen Ebene am Badberg (11,5 ha), die überwiegend aus Weinbergen, Siedlungsflächen und Straßen besteht, sowie geschlossener Gehölzbestände mit einem hohen Baumanteil (11,1 ha). Als „geschlossen“ gelten dabei Bestände, in denen keine auffälligen Lücken (> 0,1 ha) bestehen oder häufig auftretende kleinere Zwischenräume auf einer größeren Fläche (< 0,5 ha) erkennbar sind. Da Offenland und Wald nur schwer abgrenzbar sind stellt diese Trennung eine Näherung an die Verhältnisse dar.

Zur Beschreibung der Eichen-Jungwüchse und der Entwicklung der Begleitvegetation in Abhängigkeit von ihrer Größe wurden diese verschiedenen Größenklassen zugeteilt (s. Tab. 4).

Tab. 4: Verteilung der Jungwüchse über Größenklassen – differenziert nach Art und Beschädigung.

100 cm-Klassen	0:100		101:200		201:300		301:400	
Alle Jungwüchse	262		26		26		35	
Q. pubescens & Hyb.	247		23		22		31	
Q. pubescens und Hyb. unbeschädigt	54		15		21		31	
50 cm-Klassen	0:50	51:100	101:150	151:200	201:250	251:300	301:350	351:400
Alle Jungwüchse	210	52	15	11	16	10	15	20
Q. pubescens & Hyb.	195	52	13	10	14	8	13	18
25cm-Klassen	0:25	26:50	51:75	76:100	101:125			
Q. pubescens & Hyb.	79	131	33	19	8			

Eine Einteilung in Klassen zu je 50 cm erwies sich in den oberen Größenklassen als zu fein für die gegebene Stichprobengröße. Daher wurde für die Berechnung von Mittelwerten und die Darstellung der Anteile der Eichenarten auf 100 cm-Klassen zurückgegriffen. Nur im unteren Bereich (0–100 cm) kamen bei der Beschreibung der Begleitvegetation 50 cm-Klassen zum Einsatz, um die Begleitvegetation der Eichen-Jungwüchse in den unteren Größenklassen näher charakterisieren zu können. Während bei der Darstellung der Artenanteile alle 349 Eichen-Individuen herangezogen wurden, flossen in die weiterführenden Analysen ausschließlich Flaum-Eichen sowie ihre Hybride mit der Trauben-Eiche ein ($n = 323$). Eine Abstufung der Wuchshöhen in 25 cm-Schritten erfolgte bei Auswertungen zum Thema Verbiss und Facilitation (Stichprobengröße = 270 Individuen).

Zeigten sich bei der Einteilung in Größenklassen Hinweise auf monotone Trends zwischen zwei Variablen (kontinuierlich oder ordinal), wurde der Zusammenhang anhand von Trendlinien (Loess-Methode) geprüft und bei klarer Monotonie durch eine Kendall-Rangkorrelation untermauert. Die Kendall-Methode wurde gewählt, da sie im Vergleich zur Spearman-Methode robuster gegenüber Ranggleichheiten ist. Kendall's τ kann, wie Spearman's ρ , Werte zwischen -1 und $+1$ annehmen, liegt in der Praxis jedoch meist näher bei 0 als Spearman. Als grobe Orientierung gilt: Werte bis ± 0.1 sprechen für einen sehr schwachen, ab ± 0.3 für einen mäßigen und ab ± 0.5 für einen deutlichen Zusammenhang zwischen zwei Variablen. In ökologischen Studien sind aufgrund der hohen Komplexität natürlicher Systeme jedoch auch schwache bis mäßige monotone Trends als ökologisch relevant anzusehen.

Der Zusammenhang zwischen Eichenart (*Q. pubescens* und *Q. petraea* $\times$ *pubescens*) und Eichengröße (Prädiktor) wurde anhand eines logistischen Regressionsmodells (generalized linear model, Familie = binomial) geprüft. Die Modellannahmen wurden mit dem Paket DHARMA überprüft.

Um zu beschreiben, in welchen Strukturen sich Eichen geringer Größe etablieren, wurde der mittlere Deckungsgrad der Sukzessionsstadien innerhalb der Größenklasse „1–50 cm“ berechnet. Zusätzlich wurde ausgewertet, in welchen Sukzessionsstadien der Wurzelhals der Eichen-Jungwüchse verankert war, basierend auf einer einfachen Auszählung.

Die Beschreibung der umgebenden Strukturen in Abhängigkeit von der Eichengröße (1–400 cm) erfolgte anhand der Berechnung der mittleren Deckungsgrade der Sukzessionsstadien in 100 cm-Größenklassen. Um den Zusammenhang zwischen diesen beiden Variablen statistisch zu prüfen, wurde ein Sukzessionsindex gebildet, der die Deckungsgrade in 323 Probekreisen gemäß der Reihenfolge von elf Sukzessionsstadien (von Grünlandbrachen über Gebüsche bis hin zu Wäldern) gewichtete. Da ein entsprechender Index in der Literatur nicht vorliegt, wurde ein eigener Sukzessionsindex entwickelt:

$$\text{Sukzessionsindex} = \frac{1 \cdot A_1 + 2 \cdot A_2 + \dots + 11 \cdot A_{11}}{100}$$

Dadurch erhielt jede Eiche einen Indexwert, der die Begleitvegetation im Probekreis von 2,5 m als eindimensionale Umweltvariable abbildet. Anschließend wurde der Index mit der Größe der Eichen korreliert. Zur Kontrolle wurde die Analyse auf unbeschädigte Eichen be-

schränkt ($n = 121$, s. Tab. 4) und die Korrelation mit der Größe erneut durchgeführt. Ergänzend wurde geprüft, ob sich ein vergleichbarer Zusammenhang zwischen dem Strukturtyp im Probekreis, in dem der Wurzelhals der Eiche verankert ist, und ihrer Größe ergibt.

Für eine übersichtliche Darstellung der mittleren Deckungsgrade der Sukzessionsstadien in 100 cm-Größenklassen wurden diese in Abbildung 18 unter Punkt 6.4 in vereinfachter Form als „Vegetationstypen“ zusammengefasst. Die Gruppierung ist in der Beschriftung der genannten Abbildung genauer erklärt.

Ein zuverlässiger Zusammenhang zwischen Facilitation und Verbiss konnte aufgrund des geringen Anteiles verbissener Eichen nicht geprüft werden. Die Ergebnisse wurden deshalb als Barplots visualisiert und rein deskriptiv gehandhabt.

6. Ergebnisse

6.1. Fundorte der Eichen-Jungwüchse

Im Untersuchungsgebiet „Badberg“ wurden insgesamt 349 Eichen-Jungwüchse gefunden die den Ansprüchen an Größe, Wurzelhalsdurchmesser und Beschädigung gerecht wurden (s. Abb. 13). 340 Jungpflanzen standen in an die Flaum-Eichenwälder angrenzenden Offenlandstrukturen (auf ca. 21 ha bzw. 16 Jungwüchse pro ha). Lediglich neun Individuen befanden sich innerhalb der Wälder (> 50 % Waldstruktur-Deckung), jedoch alle in unmittelbarer Nähe zur Offenlandgrenze. Die Jungpflanzen häuften sich besonders im nordwestlichen und östlichen Teil des Untersuchungsgebiets. Im mittleren Teil fehlten Jungwüchse weit-

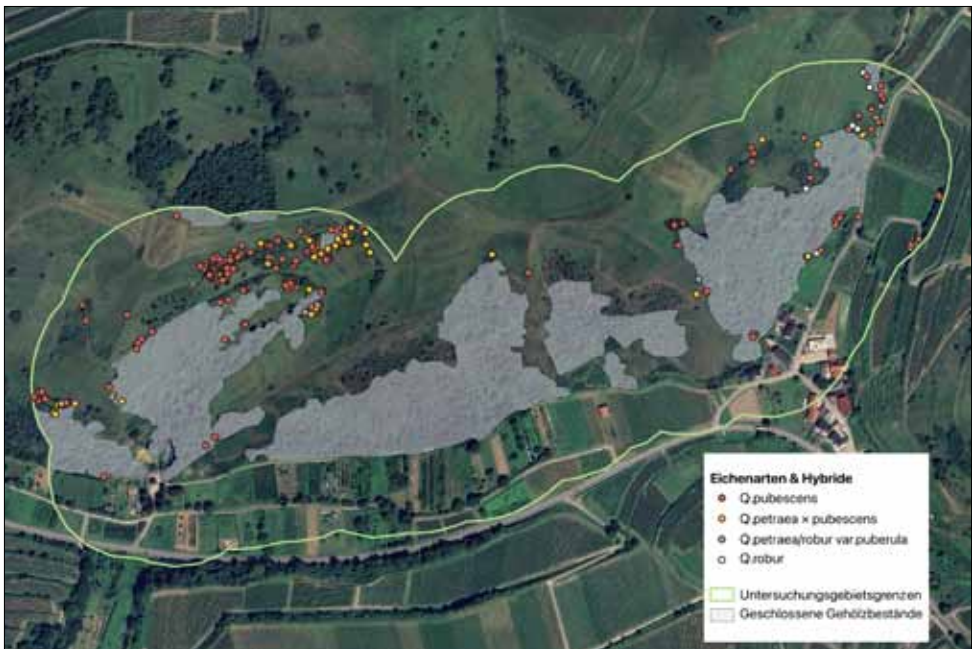


Abb. 13: Fundorte der Eichen-Jungwüchse im Untersuchungsgebiet „Badberg“. Die grauen Bereiche stellen geschlossene Gehölzstrukturen mit einem hohen Baumanteil dar. Kartengrundlage: Google (2004)

gehend. Für die im Gebiet vorkommenden Eichenarten und Hybride konnten keine klaren räumlichen Verteilungstendenzen festgestellt werden.

6.2. Anteil der Eichenarten und Hybride an den Forschungsobjekten

Die Bestimmung der Blattproben der 349 Individuen ergab mit 73,1 % einen unerwartet hohen Anteil an morphologisch reinen Flaum-Eichen (*Q. pubescens*). Während die hybrido-

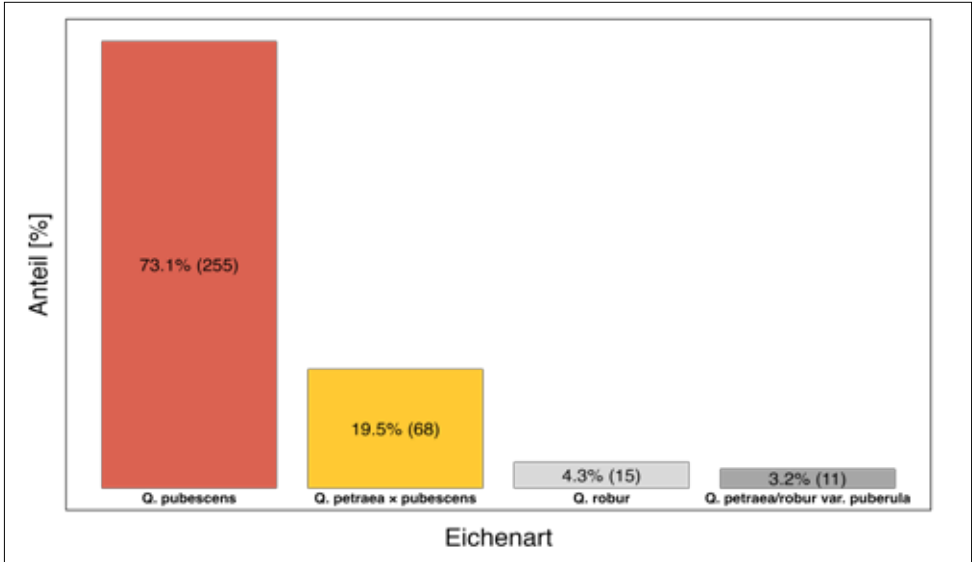


Abb. 14: Anteile der Eichenarten und Hybride an den 349 im Untersuchungsgebiet „Badberg“ gefundenen Jung-Eichen.

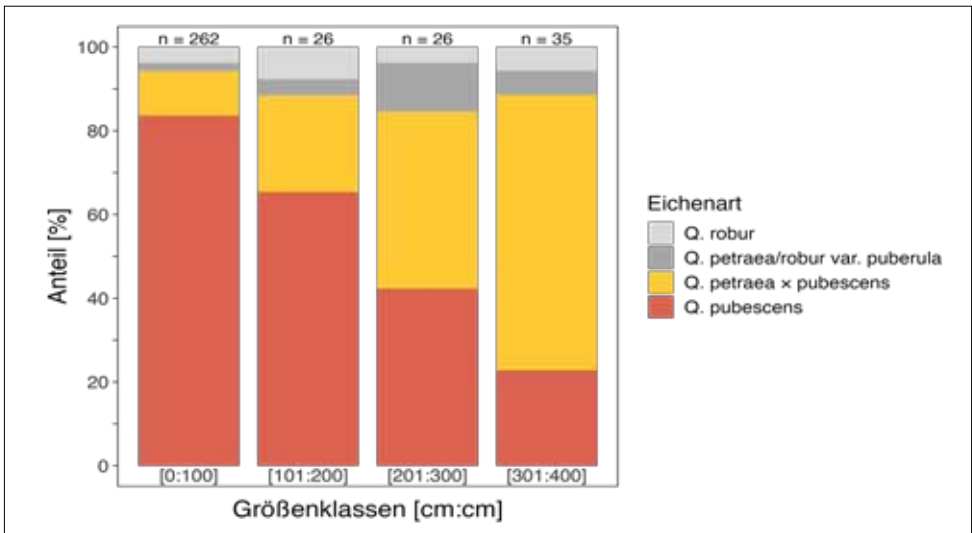


Abb. 15: Anteile der Eichenarten und Hybride an den im Untersuchungsgebiet „Badberg“ gefundenen Jung-Eichen in vier Größenklassen zu je 100 cm.

genen Zwischenformen (*Q. petraea* × *pubescens*) noch mit 19,5 % vertreten waren, spielten die Stiel-Eiche (*Q. robur*) und die Trauben-Eiche (*Q. petraea*) eine untergeordnete Rolle (s. Abb. 14).

Eine deutlich andere Verteilung zeigte sich bei der Einstufung der Eichenarten in vier Größenklassen zu je 100 cm (s. Abb. 15). Hier wird sichtbar, dass die morphologisch reinen Flaum-Eichen in der unteren Größenklasse (1–100 cm) mit 83,6 % klar dominierten. Mit zunehmender Größe zeigte sich jedoch eine graduelle Abnahme von *Q. pubescens* zugunsten ihrer Hybride (*Q. petraea* × *pubescens*) und führte dazu, dass der Anteil morphologisch reiner Flaum-Eichen in der Klasse 301–400 cm nur noch 23,0 % betrug. Die hohe Anzahl an Flaum-Eichen in der unteren Größenklasse spiegelte sich somit nicht in den oberen wider.

Ein logistisches Regressionsmodell bestätigte, dass mit zunehmender Größe die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von *Q. petraea* × *pubescens* signifikant anstieg (Steigungskoeffizient = 0.0094, SE = 0.0013, $z = 7.31$, $p < 0.001$). Die Modellgüte nach Nagelkerke betrug $R^2 = 0.27$, was auf eine moderate Erklärungskraft hinweist. Eine Validierung mit dem DHARMA-Paket ergab keine Hinweise auf Heteroskedastizität, Abweichungen von der Normalverteilung oder auffällige Ausreißer (KS-Test: $p = 0.67$; Dispersion: $p = 0.98$; Outlier-Test: $p = 1.0$).

Die Anteile der Stiel-Eiche (*Q. robur*) und der Trauben-Eiche (*Q. petraea*) blieben mit leichten Schwankungen in allen Größenklassen gering.

Da diese beiden Eichenarten nicht im Fokus dieser Untersuchung standen, wurden diese aus der weiteren Datenanalyse ausgeklammert. Die Stichprobengröße reduzierte sich dadurch im Folgenden von 349 auf 323 Jungpflanzen.

6.3. Dimension, Beschädigung und Wuchstypen

Die Eichen-Jungwüchse am Badberg zeigten eine hohe Variabilität bezüglich Dimension, Beschädigung und Wuchstypen. Die Streuung der Datenpunkte um die Trendlinie in Abbildung 16 zeigt eine hohe Variabilität des Größen-Durchmesser-Verhältnisses der Eichen. Punkte, die deutlich oberhalb der Linie liegen, repräsentieren besonders schlanke Individuen, solche unterhalb vergleichsweise stämmige.

Insgesamt waren 62,5 % der Eichen erkennbar beschädigt. Beschädigungen traten vor allem in den unteren Größenklassen (0–50 cm und 51–100 cm) gehäuft auf und nahmen mit zunehmender Größe der Jungpflanzen kontinuierlich ab. Die letzte erkennbare Beschädigung fand sich bei einer Größe von 215 cm bzw. einem Wurzelhalsdurchmesser von 3,4 cm.

Ein enger Zusammenhang zwischen Beschädigung und Wuchstyp der Jungeichen zeigte sich am Beispiel des Wuchstyps 1 („strauchig“): Von den 210 Eichen, die diesem Wuchstyp zugeordnet wurden, konnte bei 180 (85,7 %) eine Beschädigung festgestellt werden. Das entspricht einem Anteil von 89,1 % an allen im Datensatz dokumentierten Beschädigungen.

Ein ähnliches Bild ergab sich auf aggregierter Ebene (s. Abb. 17): Mit zunehmender Größe nahm der Anteil beschädigter Individuen ab. Parallel dazu ging der Anteil des Wuchstyps 1 deutlich zurück, während die übrigen Wuchstypen zunehmend häufiger vertreten waren.

Auch innerhalb der übrigen Wuchstypen (2, 3 und 4) war eine Entwicklung von „buschigen“ zu zunehmend „baumartigen“ Formen zu beobachten. Dies zeigt, dass mit zunehmender

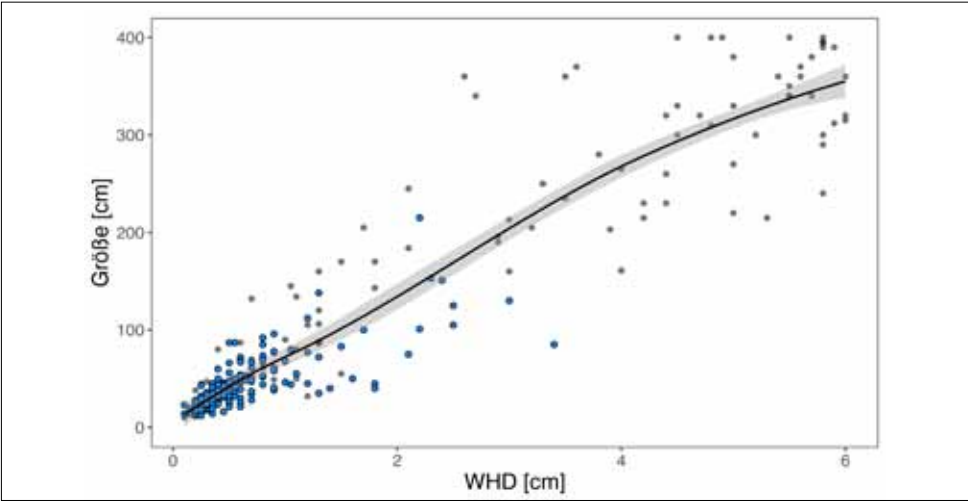


Abb. 16: Größe und Wurzelhalsdurchmesser (WHD) von 323 Eichen-Jungwüchsen. Die geglättete Trendlinie (loess) ist eine Annäherung des mittleren Verlaufs und veranschaulicht die Streuung der Messwerte. Blau hervorgehobene Punkte stellen Jungwüchse dar, deren Wachstum irgendwann durch Beschädigung (meistens durch Pflegemaßnahmen) gestört wurde.

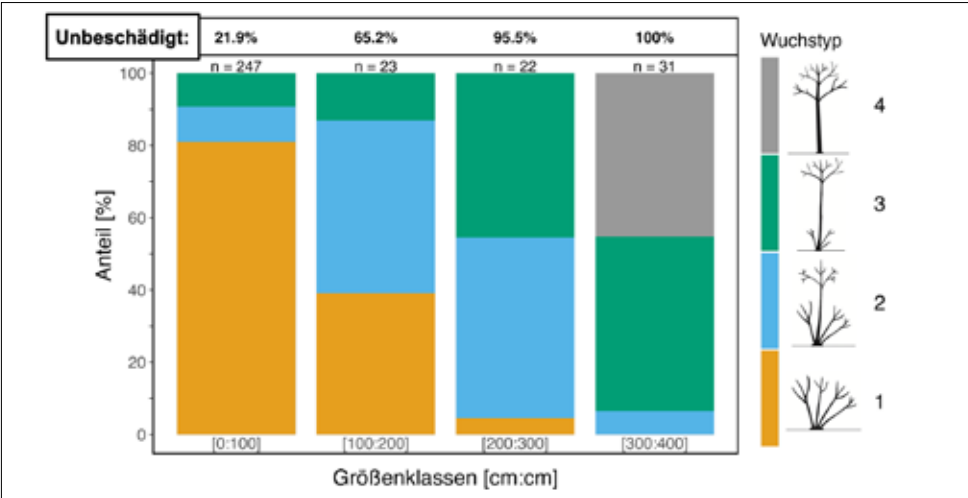


Abb. 17: Entwicklung der Wuchstypen und des Anteils nicht beschädigter Jungpflanzen in vier Größenklassen zu je 100 cm.

Größe und abnehmender Beschädigung vermehrt Eichen beobachtet wurden, bei denen sich die Hauptachse zunehmend gegenüber den Nebentrieben durchsetzte. Exemplare mit baumartigem Wuchs und ohne Anzeichen von Nebentrieben an der Stammbasis (Wuchstyp 4) wurden ausschließlich in der obersten Größenklasse (301–400 cm) festgestellt.

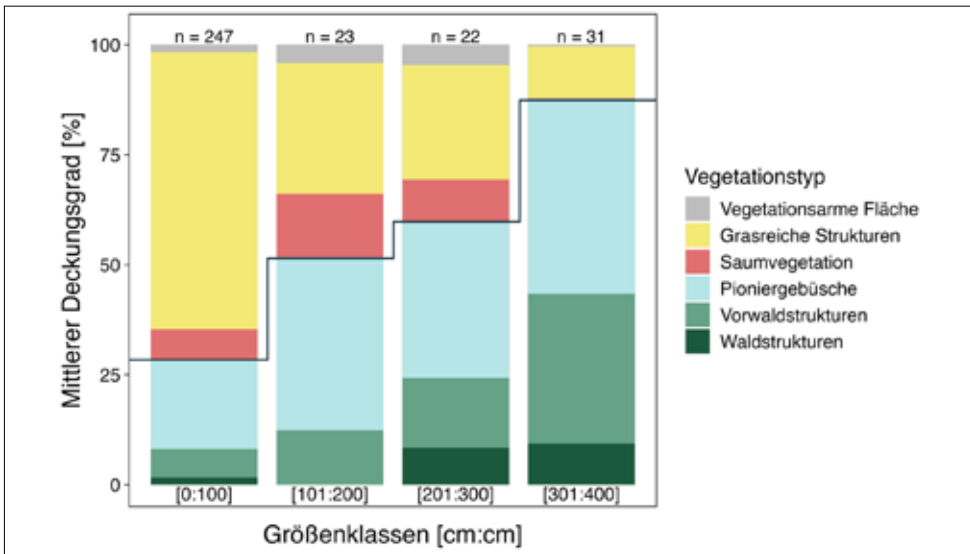


Abb. 18: Mittlerer Deckungsgrad von sechs begleitenden Vegetationstypen in vier Größenklassen zu je 100 cm der Flaum-Eichen-Jungwüchse. Die Vegetationstypen wurden wie folgt gruppiert: „Grasreiche Strukturen“ umfassen „Grasland“ sowie „Grasland mit Krautreichum“; Pioniergebüsche bestehen aus „Gebüsch der Krautschicht“ und „Gebüsch der Strauchschicht“; „Vorwaldstrukturen“ beinhalten „Vorwaldstrukturen 1“ und „Vorwaldstrukturen 2“; und „Waldstrukturen“ setzen sich aus „jungen“, „mittleren“ und „älteren Waldstrukturen“ zusammen. „Saumvegetation“ steht als Synonym für „Staudendominanz“. Eine Übersicht der mittleren Deckungsgrade aller Sukzessionsstadien befindet sich im Anhang. Die schwarze Linie visualisiert den Verlauf der Grenze zwischen gehölzarmen bzw. -freien (oberhalb) und gehölzreichen Strukturen (unterhalb).

6.4. Eichen-Jungwüchse und umgebende Vegetationsstrukturen

Die Analyse der mittleren Deckungsgrade in den vier Größenklassen zeigte, dass mit zunehmender Größe der Eichen eine Abnahme grasreicher und eine Zunahme gehölzreicher begleitender Strukturen verbunden war (s. Abb. 18). Insbesondere nahmen die Anteile von Pioniergebüschen und Vorwaldstrukturen mit steigender Größenklasse zu. Es war somit ein Übergang von frühen zu fortgeschrittenen Sukzessionsstadien zu beobachten. „Waldstrukturen“ spielten trotz der beobachteten Verschiebung auch bei Eichen fortgeschrittener Größe (301–400 cm) eine untergeordnete Rolle. Auch in den restlichen Größenklassen fehlten „Waldstrukturen“ weitgehend: Lediglich 16 von 323 Jung-Eichen beziehungsweise deren Probekreisflächen standen in Kontakt mit Waldstrukturen. In nur neun dieser Probekreise überschritt der „Waldanteil“ 50 %; in keinem einzigen wurde ein Anteil von 100 % erreicht. Dies deutet auf die Langsamkeit der Prozesse im Hinblick auf die Entstehung von Waldbeständen mit Flaum-Eichen hin.

Im Folgenden werden die umgebenden Vegetationsstrukturen der Eichen-Jungwüchse anhand der mittleren Deckungsgrade (%) der Sukzessionsstadien beschrieben (s. Abb. 18). Die unterste Größenklasse (0–100 cm) wurde zur besseren Auflösung in zwei Abschnitte zu je 50 cm unterteilt. Die darüberliegenden Klassen (101–400 cm) gliedern sich in 100 cm-Intervalle.

Die 195 Jung-Eichen der Größenklasse „1–50 cm“ waren überwiegend von gehölzfreien Strukturen umgeben, insbesondere von „Grasland“ und „Grasland mit Krautreichum“ (mittlere Deckung von 66,7 %). Untergeordnet waren „Gebüsche der Krautschicht“ (13,3 %) und „Gebüsche der Strauchschicht“ (6,5 %) beteiligt. Während die „Staudendominanz“ noch mit einem Anteil von 5,1 % vertreten war, kam allen übrigen Sukzessionsstadien mit Anteilen von deutlich weniger als 5 % nur eine untergeordnete Bedeutung zu. Die Probekreise dieser Größenklasse waren im Mittel zu 27,0 % von Gehölzen bedeckt.

Eine genauere Zuweisung von Eichen geringer Dimension (1–50 cm) zu ihrem Keimort erfolgte, indem festgehalten wurde, in welcher der Strukturen im Probekreis der Wurzelhals der Jungpflanze verankert war. Daraus ergab sich, dass 83,1 % der Eichen in dieser Größenklasse direkt in grasreichen Strukturen wuchsen (54,9 % „Grasland“ und 28,2 % „Grasland mit Krautreichum“). 8,2 % der Jungpflanzen standen im Sukzessionsstadium „Gebüsche der Krautschicht“, 6,2 % im Stadium „Staudendominanz“. Lediglich 2,5 % der Jungwüchse waren durch Waldstrukturen überschirmt.

Bei den 52 Eichen-Jungwüchsen der Größenklasse „51–100 cm“ kam es zu einem deutlichen Rückgang grasreicher Strukturen: „Grasland“ und „Grasland mit Krautreichum“ machten zusammen nur noch 49,1 % aus. Im Gegenzug stieg der Anteil der begleitenden Sukzessionsstadien „Staudendominanz“ und „Vorwaldstrukturen“ deutlich auf 13,2 % bzw. 8,2 %. Alle übrigen Stadien stiegen nur leicht an. Im Mittel waren die Probekreise dieser Größenklasse zu 34,2 % von Gehölzen bedeckt.

In der Größenklasse „101–200 cm“ (n = 23) zeigte sich mit einer mittleren Gehölzdeckung von 51,7 % eine deutliche Zunahme gehölzreicher Strukturen. Die „Gebüsche der Krautschicht“ erreichten 18,5 %, die „Gebüsche der Strauchschicht“ 20,9 %. Gleichzeitig gingen die Anteile von „Grasland“ und „Grasland mit Krautreichum“ deutlich zurück (18,5 % bzw. 14,3 %). Auch die „Vorwaldstrukturen“ legten leicht zu und erreichten 10,3 %.

In der Größenklasse „201–300 cm“ (n = 22) stieg der mittlere Anteil der Gehölzstrukturen erneut leicht an und erreichte 59,8 %. Während die Anteile der „Vorwaldstrukturen 1“ (5,9 %) und „Vorwaldstrukturen 2“ (10,0 %) insgesamt relativ stabil blieben, nahm die Bedeckung durch „mittlere“ und „ältere Waldstrukturen“ mit zusammen 8,4 % leicht zu. Im Gegensatz dazu war bei den „Gebüsch der Krautschicht“ (15,0 %) sowie den „Gebüsch der Strauchschicht“ (20,5 %) ein mäßiger Rückgang zu verzeichnen. Die grasreichen Vegetationstypen „Grasland“ und „Grasland mit Krautreichum“ legten im Vergleich zur vorherigen Klasse wieder leicht zu und erreichten zusammen 34 %. Dies wich etwas von der zuvor beobachteten Tendenz ab.

In der Größenklasse „301–400 cm“ (n = 31) lag die mittlere Gesamtbedeckung durch Gehölzstrukturen bei 87,8 % und war damit deutlich höher als in der vorangegangenen Klasse. Besonders stark nahmen die Anteile der „Gebüsche der Strauchschicht“ (37,9 %) sowie der „Vorwaldstrukturen 2“ (30,6 %) zu. Die „Waldstrukturen“ stiegen mit 9,4 % nur leicht an. Die „Gebüsche der Krautschicht“ waren nur noch mit 6,5 % vertreten, während den übrigen Sukzessionsstadien eine eher untergeordnete Bedeutung zukam. Die grasreichen Vegetationstypen („Grasland“ und „Grasland mit Krautreichum“) gingen in dieser Klasse auf insgesamt nur noch 10,8 % zurück.

Die Korrelation zwischen Sukzessionsindex (als eindimensionale Umweltvariable) und Eichenhöhe bestätigte den zuvor beobachteten Trend zwischen Sukzessionsstadien und Größe der Jungeichen. Ein Kendall's τ von 0.36 ($p < 0.001^*$) zeigte, dass ein bedeutender Zusammenhang zwischen diesen Variablen besteht und mit zunehmender Größe der Eichen auch typischerweise die Deckungsgrade spätsukzessionaler Vegetationsstrukturen ansteigen. Dieser Zusammenhang blieb auch bei ausschließlicher Betrachtung unbeschädigter Individuen bestehen ($\tau = 0.37$, $p < 0.001^*$), was auf die Unabhängigkeit vom Einfluss durch mechanische Beschädigungen hinweist (Abb. 19a, b). Auch die Verwendung des Durchmessers anstelle der Größe bestätigte diesen Befund ($\tau = 0.35$, $p < 0.001^*$). Eine noch stärkere Korrelation wurde zwischen der Pflanzengröße und dem Sukzessionsstadium gefunden, in dem der Wurzelhals der Eiche verankert war: Mit $\tau = 0.51$ ($p < 0.001^*$) wurde hier ein starker Zusammenhang festgestellt.

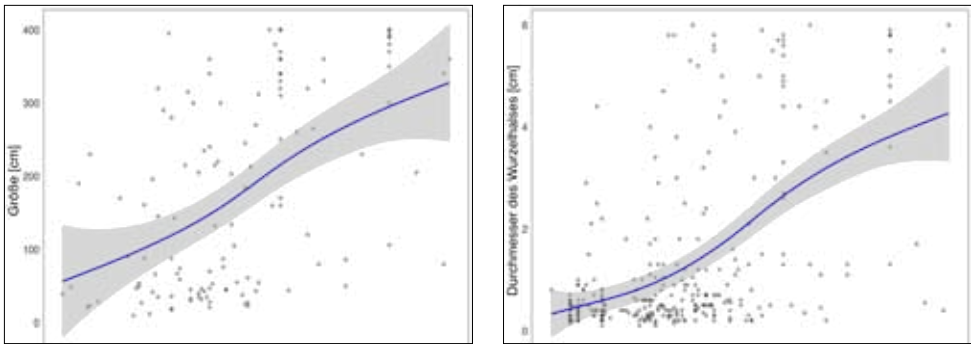


Abb. 19 a, b: Zusammenhang zwischen Sukzessionsindex und Dimension von Flaum-Eichen und Hybriden. Links: Größe und Sukzessionsindex, nur unbeschädigte Individuen ($n = 121$); rechts: Sukzessionsindex und Durchmesser, alle Eichen ($n = 323$). Die blauen Linien zeigen einen geglätteten Trendverlauf (LOESS), der in beiden Fällen die Monotonie des Zusammenhangs bestätigt.

6.5. Begleitende Gehölzarten der Eichen-Jungwüchse

6.5.1. Begleitende Straucharten

In den 323 Probekreisen mit einem Radius von 2,5 m wurden insgesamt elf Straucharten festgestellt. Die höchste Anzahl gleichzeitig in einem Probekreis auftretender Straucharten betrug acht. In 91,6 % der Probeflächen war mindestens eine Strauchart vertreten, nur in 8,4 % ($n = 27$) fehlten Sträucher vollständig. Besonders häufig wurden die Eichen-Jungwüchse von Weißdorn (*Crataegus* sp., 59,1 %), Liguster (*Ligustrum vulgare*, 49,5 %) und Rotem Hartriegel (*Cornus sanguinea*, 36,2 %) begleitet. Etwas seltener traten Hasel (*Corylus avellana*, 32,2 %), Schlehe (*Prunus spinosa*, 25,7 %) und Rosenarten (*Rosa* sp., v. a. *Rosa canina*, 22,7 %) auf. Wolliger Schneeball (*Viburnum lantana*, 13,9 %), Berberitze (*Berberis vulgaris*, 13,6 %) und Pfaffenhütchen (*Euonymus europaeus*, 9,6 %) waren deutlich seltener anzutreffen. Kreuzdorn (*Rhamnus cathartica*) und Brombeeren (*Rubus fruticosus* agg.) wurden jeweils in 7,1 % der Probekreise nachgewiesen, während die Rote Heckenkirsche (*Lonicera xylosteum*) mit 3,7 % am seltensten war.

In den 247 Probekreisen der Größenklasse „0–100 cm“ waren auf 10 % der Probeflächen keine Sträucher zu finden. Insgesamt gesehen waren Weißdorn (56,3 %), Liguster (46,2 %), Roter Hartriegel (34,0 %), Hasel (30,0 %) besonders häufig (s. Abb. 20).

In den 23 Probekreisen der Größenklasse „101–200 cm“ war die Eichenverjüngung nur in 4,3 % der Fälle nicht von Sträuchern umgeben. Besonders häufig waren Liguster (65,2 %), Weißdorn (56,5 %), Hasel (47,8 %) und Roter Hartriegel (34,8 %).

In den 22 Probekreisen der Größenklasse „201–300 cm“ konnten auf jeder Probefläche mindestens zwei Straucharten gefunden werden. Die Häufigkeiten von Liguster und Weißdorn nahmen mit 72,7 % erneut zu. Schlehe (45,5 %) und Rosen (36,4 %) nahmen ebenfalls große Anteile ein, abnehmend waren Roter Hartriegel und Hasel mit jeweils 31,8 %.

In den 31 Probekreisen der Größenklasse „301–400 cm“ erreichten Weißdorn (74,2 %), Roter Hartriegel (58,1 %) und Schlehe (58,1 %) ihre maximale Häufigkeit. Liguster (48,4 %) und Hasel (38,7 %) traten etwas zurück.

Die 323 Probekreise waren mit durchschnittlich 3,1 Straucharten insgesamt strauchreich (s. Abb. 21). In der ersten Größenklasse (1–100 cm) lag die mittlere Strauchartenanzahl bei 2,8, stieg jedoch in den höheren Klassen auf etwa 4 an und blieb dort im Mittel konstant.

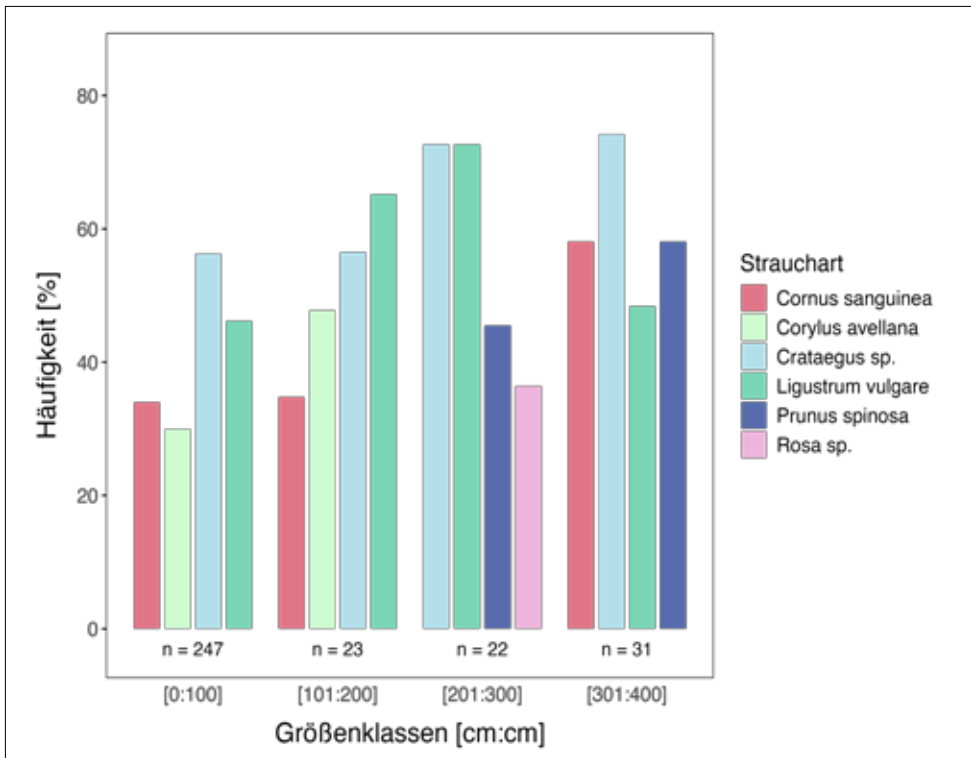


Abb. 20: Begleitende Gehölzvegetation im Probekreis von 2,5 m Radius in Abhängigkeit von der Größe der Eichen-Jungwüchse. Aufgetragen sind die jeweils vier häufigsten Straucharten in den vier Größenklassen (je 100 cm).

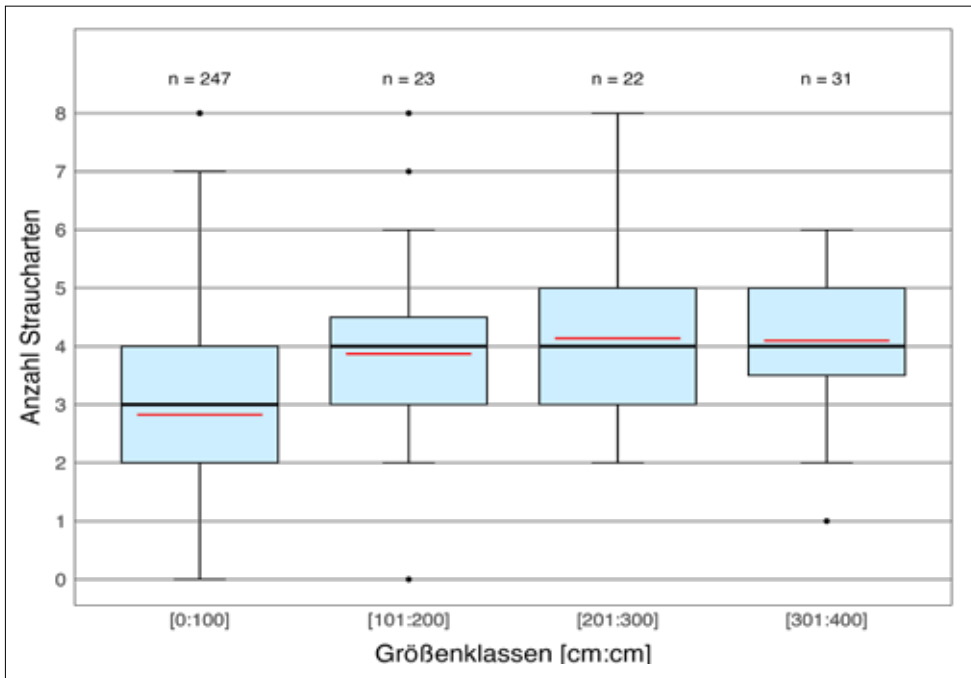


Abb. 21: Anteil der Straucharten in vier Größenklassen zu je 100 cm. Die rote Linie stellt den Mittelwert im Vergleich zum Median (schwarz) dar.

6.5.2. Begleitende Baumarten

Die begleitenden Jungwüchse anderer Baumarten wurden in Probekreisen mit dem jeweiligen Eichen-Jungwuchs als Zentrum und mit einem Radius von 4 m erfasst (s. Abb. 22).

Die 323 untersuchten Jungeichen waren in 67 % der Probekreise nicht von anderen sich verjüngenden Baumarten umgeben. Über alle Probekreise hinweg verjüngten sich insgesamt nur 262 Jungpflanzen anderer Baumarten, darunter vor allem Esche (*Fraxinus excelsior*) und Feld-Ulme (*Ulmus minor*) mit jeweils 26 %. Es folgten Vogelkirsche (*Prunus avium*, 13 %), Hainbuche (*Carpinus betulus*, 12 %) und Mehlbeere (*Sorbus aria*, 10 %). Wesentlich seltener waren Jungwüchse von Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*), Feld-Ahorn (*Acer campestre*) und Walnuss (*Juglans regia*) (< 10 %). Die Rotbuche fehlte bis auf ein Individuum.

In den Probekreisen der Größenklasse „0–100 cm“ war der Jungwuchs anderer Bäume durch insgesamt 223 Individuen vertreten und verteilte sich auf 34 % der 247 untersuchten Probeflächen. Die häufigsten Baumarten dieser Klasse waren Esche (26 %) und Feld-Ulme (22 %), es folgten Vogelkirsche (15 %), Hainbuche (13 %), Mehlbeere (11 %) sowie drei weitere wenig häufige Baumarten.

In der Größenklasse „101–200 cm“ beschränkte sich die Verjüngung anderer Baumarten ebenfalls auf 34 % der 23 untersuchten Probekreise. In den acht Probekreisen mit Jungwüchsen anderer Baumarten wurden 19 Bäume angetroffen. Feld-Ulme (47 %), Esche (26 %)

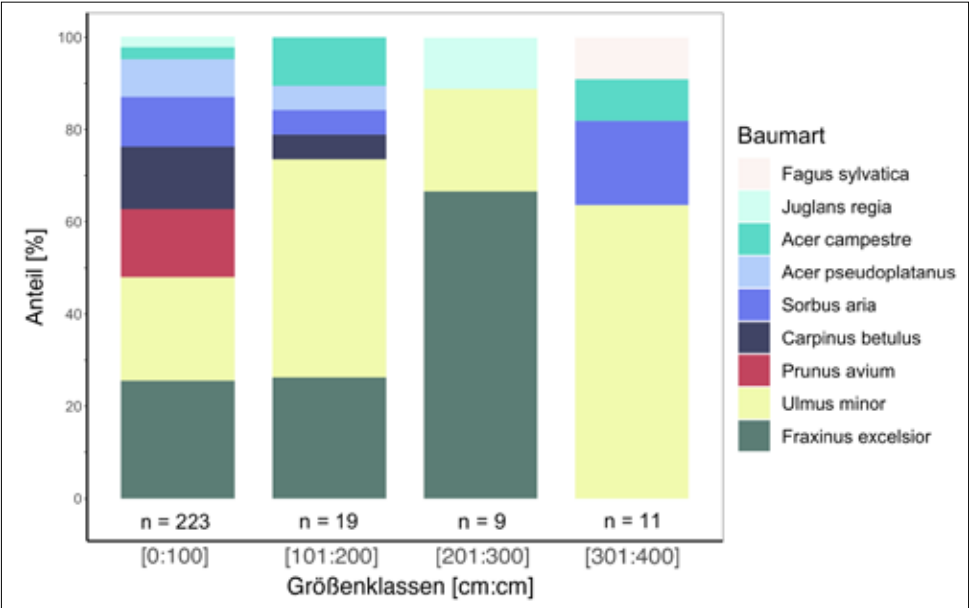


Abb. 22: Begleitende Gehölzvegetation im Probekreisradius von 4 m in Abhängigkeit von der Größe der Eichen-Jungwüchse: sich verjüngende Baumarten und ihre Anteile in vier Größenklassen je 100 cm (n = Anzahl aller gefundener Individuen in einer Größenklasse)

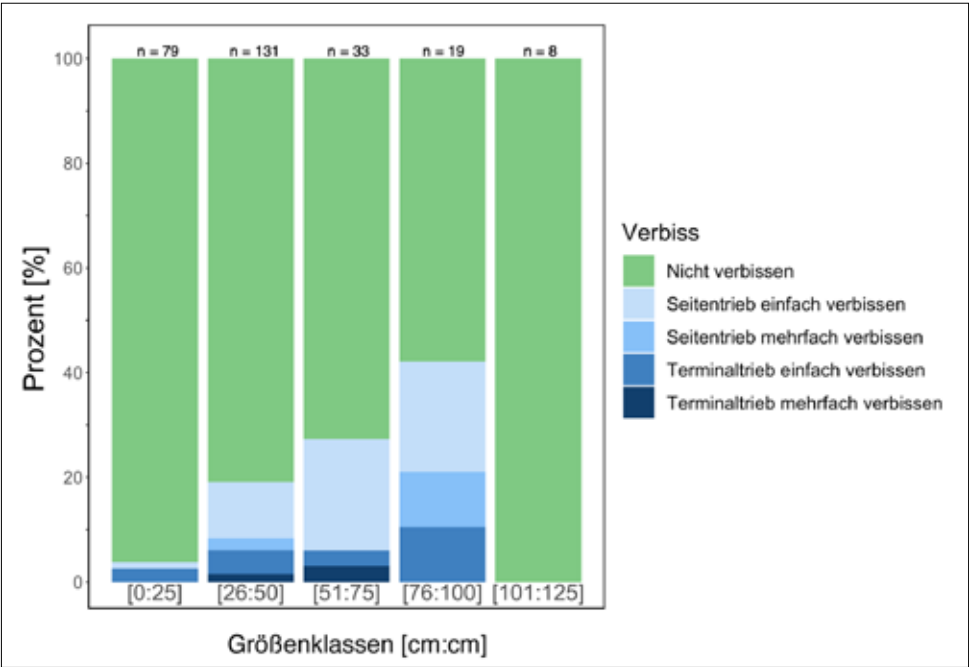


Abb. 23: Verbissintensität und -häufigkeit der Eichenverjüngung (≤ 125 cm) in fünf Größenklassen zu je 25 cm.

und Feld-Ahorn (10 %) kamen vor. Die restlichen Baumarten waren mit jeweils nur einem Individuum beteiligt.

In den 22 Probekreisen der Größenklasse „201–300 cm“ war Verjüngung anderer Baumarten in nur 5 Probekreisen (23 % der Fälle) zu beobachten. In diesen wurden insgesamt nur neun Jungpflanzen gezählt, am häufigsten war die Esche (67 %).

In der Größenklasse „301–400 cm“ wurden in 29 % der 31 Probekreise insgesamt 11 Jung-Bäume anderer Baumarten angetroffen. Die Feld-Ulme war mit 64 % am stärksten vertreten.

6.6. Verbiss

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Aufnahme des Verbisses und der Facilitation beschrieben (s. Abb. 23). Von den 270 am Badberg untersuchten Jungpflanzen mit einer Größe unter 125 cm waren nur 17 % verbissen. In 71 % der Fälle waren die Seitentriebe verbissen. Nur drei Individuen hatten einen mehrfach verbissenen und zehn einen einfach verbissenen Leittrieb. An keiner der Eichen konnte gleichzeitig ein Verbiss der Seitentriebe und des Leittriebs festgestellt werden.

Der höchste Anteil verbissener Eichen zeigte sich in der Größenklasse „76–100 cm“. Hier waren insgesamt 8 von 19 Jungeichen verbissen, davon zwei am Leittrieb. An den acht Jungpflanzen der Größenklasse „101–125 cm“ konnte weder am Terminaltrieb, noch am Seitentrieb Verbiss erkannt werden. Ähnlich gering waren die 79 Jungpflanzen der Größenklasse „1–25 cm“ betroffen. Der Verbiss beschränkte sich damit im Wesentlichen auf die drei Größenklassen zwischen 26 und 100 cm.

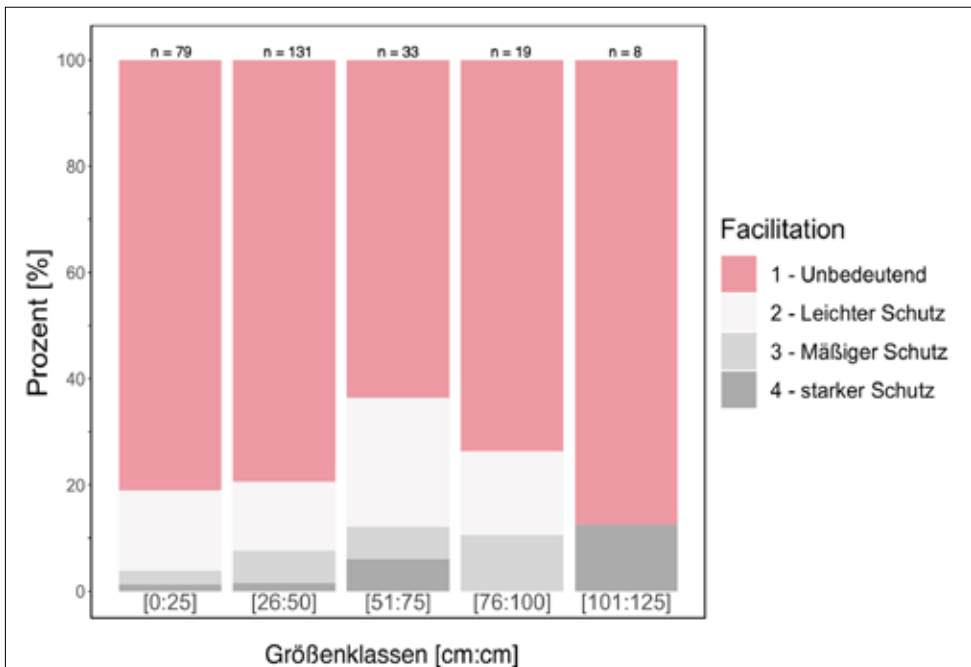


Abb. 24: Grad der Facilitation der Verjüngung (≤ 125 cm) in fünf Größenklassen je 25 cm.

Facilitation

Aufgrund des häufigen Vorkommens von Jung-Eichen in Saum- und Mantelstrukturen in der Kulturlandschaft kann eine Förderung (Facilitation) durch den Schutz begleitender Gehölze angenommen werden. Angezeigt werden kann dies durch einen Kontakt der Jung-Eichen mit umgebenden Gehölzen (s. Abb. 24).

Ein nennenswerter Schutz durch begleitende Gehölze konnte nur bei 22,2 % der 270 Jung-Eichen festgestellt werden. 27 Jung-Eichen (≤ 125 cm) waren von keinerlei Gehölzen begleitet. In den Größenklassen „76–100 cm“ und „101–125 cm“ war ein deutlicher Rückgang des Schutzes durch Gebüsch festzustellen. Hervorzuheben ist, dass von 270 Individuen nur 2,2 % von Gebüsch mit starker Schutzfunktion („von 271 bis 359 Grad von Straucharten umgeben“) waren. Die Schutzstufe „5 - für Wild unzugänglich“ konnte in keinem der Fälle vergeben werden.

6.7. Entfernung der Eichen-Jungwüchse zu einem potenziellen Mutterbaum

Die Messung der Entfernung zu einem „potenziellen Mutterbaum“ führte zur Erkenntnis, dass sich die Mehrheit der Eichenverjüngung bis 125 cm Größe in unmittelbarer Nähe eines potenziellen Mutterbaums etabliert (s. Abb. 25). Von den 270 Jungpflanzen konnte keine der Klasse „unter Schirm“ zugeordnet werden. 28 % der Jung-Eichen waren in einer Distanz von „5–10 m“ und 45 % in einer Distanz von „> 10 m“ zur Krone des nächstgelegenen potenziellen Mutterbaums zu finden. Umgerechnet in Hektarwerte kommen 9300 Jungeichen in der Distanzklasse < 5 m zum Mutterbaum vor, und 3.312 Jungeichen in der Distanzklasse 5 bis 10 m.

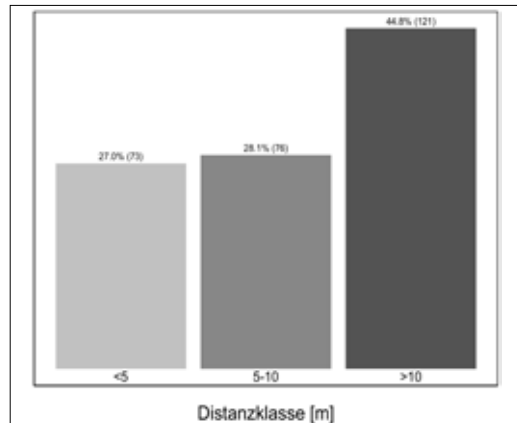


Abb. 25: Entfernung der Jung-Eichen (≤ 125 cm) zur Krone eines potenziellen Mutterbaums in drei Distanzklassen.

6. Diskussion

Flaum-Eichen und ihre Hybride in verschiedenen Größenklassen

Der Anteil morphologisch reiner Flaum-Eichen fiel im Untersuchungsgebiet „Badberg“ unerwartet hoch aus. Die Unterteilung der Verjüngung in vier Größenklassen zu je 100 cm zeigte jedoch, dass sich die Dominanz der Flaum-Eiche aus ihrer starken Präsenz in den zwei unteren Größenklassen erklären lässt. In den oberen Klassen gewannen die Hybride zunehmend an Bedeutung. Dieses Verjüngungsgeschehen zeigt, dass zurzeit nur wenige morphologisch reine Flaum-Eichen zu Jungbäumen heranwachsen, obwohl sie in den unteren Größenklassen dominieren. In den oberen Größenklassen nehmen Hybride unterschiedlichen Grades („Hybridschwarm“ sensu AAS 1998) prozentual zu.

Wuchstyp der Jung-Eichen und Beschädigung durch Pflegemaßnahmen

Die Eichen-Jungwüchse der Größenklasse „0–50 cm“ waren am Badberg häufig beschädigt, meistens durch Pflegemaßnahmen. Hingewiesen sei darauf, dass die absolute Zahl kleiner Eichen in dieser Größenklasse wesentlich höher liegt: Viele „Mulchkrüppel“ sind bereits mehrere Jahre alt (Wurzelhalsdurchmesser > 1 cm) und damit keine Jungwüchse mehr, also in dieser Untersuchung überhaupt nicht erfasst worden.

Eine solche Beschädigung ließ sich mit zunehmender Größe deutlich seltener und in der oberen Größenklasse in keinem der Fälle beobachten. Die Dominanz des Wuchstyps „strau-
chig“ in der unteren Größenklasse ließ sich überwiegend auf die Beschädigung der Jung-
pflanzen zurückführen. Die Anteile der Wuchstypen in den vier Größenklassen deuten
mit zunehmender Größe eine Entwicklung an, bei der sich ein Trieb gegenüber seinen Ne-
bentrieben durchsetzt. Dennoch sollten diese Ergebnisse nicht überinterpretiert werden.
Die Beobachtungen im Offenland gaben den Eindruck, dass sich beschädigte Jungpflanzen
nicht mehr zu Jungbäumen des Wuchstyps 3 oder 4 entwickeln, sondern vielstämmig-
strau-
chig heranwachsen.

Größenklassen der Jung-Eichen und umgebende Vegetationsstruktur

Die Suche nach Jung-Eichen in den Naturschutzgebieten „Limberg“, „Büchsenberg“ und „Badberg“ zeigte, dass sich die Flaum-Eiche trotz zahlreicher Öffnungen des Kronendachs nicht erfolgreich im Wald verjüngen kann. Auch auf der Schwäbischen Alb und im Klettgau fehlten Jungpflanzen in den Flaum-Eichenwäldern vollständig (vgl. SAYER 2003, REIF & GÄRTNER 2017; REIF & TRUÉ 2023).

Die 195 Jungpflanzen der Größenklasse „1–50 cm“ konnten am Badberg fast ausschließlich vergesellschaftet mit niedriger Gehölzdeckung und jungen Sukzessionsstadien gefunden werden. Mit einem mittleren Deckungsgrad von insgesamt 67 % dominierten in dieser Klasse die Vegetationstypen „Grasland“ und „Grasland mit Krautreichum“. Dies entspricht der Aussage von FORBES (1902) in WATT (1919): „A grassy surface seems the natural seed bed of oak“. FORBES (1902) führt weiter aus: “[...] for very successful examples may often be seen on rough pasture adjoining woods which for some reason or other has been allowed to lie waste [...]“.

Ein Verjüngungsgeschehen wie dieses war ebenfalls auf den (versaumenden) Halbtrockenrasen am Badberg festzustellen: Mit zunehmender Größe der Jung-Eichen war ein deutlicher Rückgang gras- und staudenreicher Vegetationsstrukturen und ein Anstieg fortgeschrittenerer Gehölzstrukturen festzustellen. Die mittlere Gehölzdeckung stieg in den Probekreisen der Größenklasse „1–50 cm“ von 27 % auf 92 % in der Größenklasse „351–400 cm“. Berücksichtigt man die fortschreitende Gehölzsukzession im Offenland, die sich am Badberg zwischen dem Ende des 19. Jahrhunderts und 2007 vollzogen hat, wird deutlich, dass sich die Flaum-Eiche und ihre Hybride im Offenland kontinuierlich verjüngen. Es ist anzunehmen, dass Mutterbäume der heutigen Jungwüchse die intensive Nutzung früherer Jahrhunderte in Gebüschinitialen oder -stadien am Badberg erfolgreich überlebten.

Auf diese Weise sind wohl die heutigen Wälder mit einem hohen Anteil an Flaum-Eichen entstanden. Ein solche sukzessionale Entwicklung, bei der die Eichenarten *Quercus petraea* und *Q. robur* sich in den Sukzessionsstadien der Gebüschentwicklung in das Offenland fort-

schreitenden Gebüsch en etablieren, wurde auch von WATT (1919, 1924) und KUITERS & SLIM (2003) beschrieben. Auch in brachgefallenem Grasland in Südschweden vermochten sich (Stiel-)Eichen nur mehr in einem frühen Sukzessionsstadium anzusiedeln (JENSEN & LÖF 2017), von denen einige im heranwachsenden Mischwald noch nach über 100 Jahren der Sukzession zu finden sind (FRANZÉN et al. 2025).

Die Flaum-Eiche und ihre Hybride profitieren auch am xerothermen Badberg von einer zeitlich begrenzten Nische, wodurch sie sich einen Wuchsvorsprung gegenüber anderen Pioniergehölzen verschaffen können. Die Messung der Entfernung der Jungpflanzen zu „potenziellen Mutterbäumen“ zeigte, dass Eicheln auch in größerer Distanz zur Samenquelle abgelegt werden. Die Eiche erreicht somit auch entfernter gelegene Offenland-Orte, auf denen sich andere Gehölze noch nicht wesentlich ausbreiten konnten.

Jung-Eichen und begleitende Gehölze

Am Aufbau der Strukturen in den Probekreisen beteiligten sich neben grasreichen Vegetationstypen vor allem **Sträucher** in „Gebüsch en der Krautschicht“ und „Gebüsch en der Strauchschicht“. In 91,6 % der Fälle konnte im Umkreis von 2,5 m mindestens eine Strauchart erfasst werden. Besonders häufig setzten sich diese Gebüsch e aus Weißdorn, Liguster, Rotem Hartriegel, Hasel, Schlehe und Rosen-Arten zusammen. Die Einteilung der Ergebnisse in vier Größenklassen (je 100 cm) zeigte, dass die Straucharten Weißdorn und Liguster mit leichten Schwankungen immer zu den vier häufigsten Straucharten gehörten. Die Schlehe trat vor allem in den zwei oberen Größenklassen verstärkt hinzu. Hohe Anteile erreichte auch der Rote Hartriegel, der neben dem Liguster zu den typischen Flaum-Eichenbegleitern gehört (BUSSOTTI 2014). Die begleitenden Straucharten weisen darauf hin, dass etablierte Jungwüchse im Liguster-Schlehengebüsch (*Pruno-Ligustretum*) aufwachsen können – wie es auch bei WILMANN S (2009) beschrieben wird. Dieses Gebüsch bezeichnet OBERDORFER (1957) als „ein für die collinen Kalkgebiete sehr bezeichnendes Pioniergebüsch der Wald- und Wegränder, [...] oder sonstiger Ödländereien“.

Deutlich seltener zeigte sich die **Verjüngung anderer Baumarten**: In den 323 Probekreisen von 4 m Radius ließen sich insgesamt nur 262 Individuen finden, die sich auf nur 33 % der Probeflächen verteilten. Zu den Hauptvertretern gehörten Esche, Feld-Ulme, Vogelkirsche, Hainbuche und Mehlbeere. Daneben waren die beiden Ahorn-Arten (*Acer campestre*, *A. pseudoplatanus*), Walnuss und Buche nur in geringeren Anteilen vertreten. Esche, Vogelkirsche, Feld-Ahorn und Mehlbeere sind typische Bestandteile des Quercetum pubescentipetraeae und auch häufig im Liguster-Schlehengebüsch zu finden (OBERDORFER 1957).

Fazit: Die fortschreitende Gehölzsukzession vom Offenland über Gebüschstadien lässt einen strauchartenreichen Flaum-Eichenwald entstehen.

Jung-Eichen, Verbiss und Facilitation

Der Verbiss der Eichenverjüngung spielte am Badberg eine untergeordnete Rolle: Von den 270 Jungpflanzen waren nur 17 % verbissen, ein sehr geringer Wert im Vergleich zu den Studien von PRENTICE (2010) und UHL et al. (2008).

Eine ebenfalls relativ geringe Rolle spielten begünstigende Sträucher zum (Verbiss-)Schutz von Jung-Eichen: In nur 22 % der Fälle wurde ein „bedeutender“ Schutz festgestellt. Dass

die Jungpflanzen „für Wild unzugänglich“ sind konnte auf keiner der Probeflächen festgestellt werden. Dies zeigt sich auch an den 46 Jungpflanzen (≤ 125 cm), die (im Probekreis von 2,5 m) nicht von Gehölzen umgeben waren. Obwohl diese dem Äser frei zugänglich waren, konnte ein Verbiss nur bei vier Jungeichen festgestellt werden.

Im Unterschied zum Offenland und den frühen Sukzessionsstadien waren die Jungwüchse der Baumarten im Wald sehr stark verbissen. Auch in den Probekreisen zeigten sich häufig stark verbissene Begleitgehölze, während die Eichenverjüngung größtenteils verschont blieb. Dies widerspricht dem Wissen um die Empfindlichkeit der Eiche gegenüber Wildverbiss. Ursache könnte der relative Reichtum an teilweise wintergrünen Arten der Offenlandlebensräume am Badberg sein.

7. Fazit

Wie verjüngt sich die Flaumeiche?

In den Flaum-Eichenwäldern nördlich der Alpen kommt es zurzeit nicht zu einer erfolgreichen Verjüngung der Flaum-Eiche. Die bestehenden Flaum-Eichenwälder wurden als Stockausschlagwälder zur Brennholzversorgung genutzt. Heute überaltern die Bestände, eine Eiche nach der anderen fällt aus, und in den Kronendachlücken entwickelt sich eine dichte Strauchschicht. In den xerothermen Offenlandflächen der Halbtrockenrasen- und Trockenrasen werden sukzessionale Verbuschungs- und Verwaldungsprozesse in der Regel durch Pflegemaßnahmen wie Mulchen oder „Enthursten“ unterbunden. Das Management am Badberg, mit nahegelegenen samenliefernden Flaum-Eichen und stellenweise mehrjährigen Pflegeeingriffen im xerothermen Offenland, führt zu unterschiedlich ausgeprägten Versaumungstendenzen und Sukzessionsstadien. Dadurch wird die Ansamung und Etablierung zahlreicher junger Eichen ermöglicht, von denen einige auch zu größeren Individuen heranwachsen können.

Diese regionale Fallstudie zeigt, dass sich die Flaum-Eiche vorwiegend in Trocken- und Halbtrockenrasen und insbesondere deren frühsukzessionalen Brachen etabliert, wenn diese noch nicht oder nur in geringem Maße von anderen Gehölzen besiedelt sind. Mit zunehmender Größe der Jung-Eichen nimmt die Deckung der begleitenden Gehölzstrukturen zu, besonders die von Sträuchern des Liguster-Schlehen-Gebüschs. Erreichen Jung-Eichen eine Größe von über 3 m, treten auch andere Baumarten auf und leiten die Waldentwicklung ein, insbesondere Esche, Feld-Ulme, Vogelkirsche, Hainbuche und Mehlbeere. Diese allmähliche sukzessionale Verbuschung kommt den Ansprüchen der lichtbedürftigen Eichen-Jungwüchse entgegen: Die Eiche entgeht in ihrer frühen Wuchsphase dem Konkurrenzdruck anderer Gehölze und wächst anschließend mit diesen hoch.

Dass aus Grünlandbrachen trockenwarmer, basenreicher Standorte flächigere Flaum-Eichenwälder entstehen können, zeigt das Verjüngungsgeschehen auf dem brachgefallenen Weinberghang nordwestlich des Steinbruchs am Badloch bei Oberbergen: Hier etabliert sich über einer dichten Strauchschicht ein junger, etwa 7 m hoher Wald aus Jungeichen. Die Gehölze sind seit dem Jahre 2003 deutlich in das Grasland vorgerückt (s. Abb. 26). Darunter finden sich zahlreiche vitale Flaum-Eichen und Hybride. Die Eichenverjüngung etabliert sich hier also ohne die direkte Mithilfe des Menschen.



Abb. 26: Blick von unten auf die Gehölzsukzession mit Flaum-Eiche am brachgefallenen Weinberghang nordwestlich vom Badloch bei Oberbergen. A) 2003 (Foto: RASBACH & RASBACH in WILMANN'S 2009), B) 2024 (Foto: M. Collé).

Ein solches Pionierverhalten der Flaum-Eiche war auch auf einem Weinberghang bei Achkarren zu beobachten (Abb. 28). Die Eiche besiedelt mithilfe von Schwerkraftverbreitung der Eicheln oder Hähersaat auch vegetationsarme bzw. freie Flächen und kann hier – zumindest einige Jahre – die Pflegemaßnahmen zwischen den Weinreben ertragen. Ein solcher Vorsprung und eine anschließende Brache könnte am brachgefallenen Weinberg am Badloch bei Oberbergen zur Entstehung eines jungen Flaum-Eichenwaldes geführt haben (s. Abb. 27).



Abb. 27: Blick von oben auf das Verjüngungsgeschehen am brachgefallenen Weinberghang nordwestlich vom Badloch bei Oberbergen: Die Flaum-Eiche steht in einem dichten Gebüsch aus den sich vegetativ ausbreitenden Straucharten Schlehe und Liguster. (Foto: M. Collé).



Abb. 28: Junge Flaum-Eichen, die trotz Bewirtschaftungsmaßnahmen im Weinberg am Schlossberg in Achkarren (Kaiserstuhl) aufkommen konnten. (Foto: Albert Reif)

Aufgrund der heute statischen und intensiven Landnutzung sind Magerrasen und fröhsukzessionale Entwicklungsstadien selten geworden (SCHUMACHER 2006). Im Kaiserstuhl dagegen besteht die Chance, in den Halbtrocken- und Trockenrasen, meso- und thermophilen Säumen sowie auf nicht eutrophierten Böschungen Ansiedlungen von Eichen durch entsprechendes Management zu fördern (s. Abb. 29). Eine Voraussetzung sind benachbarte samenreife Eichen (vgl. Abb. 24). Diese könnten, falls fehlend, durch Pflanzungen etabliert werden. Kommt es zu keiner Eichen-Etablierung, könnten Pflegemaßnahmen das sich entwickelnde Gebüsch wieder auf ein initiales Stadium zurücksetzen, um neuerlich eine eichenreiche Gehölzsukzession zu ermöglichen. Die dabei entstehenden unterschiedlichen Brachestadien bieten auch der Tier- und Pflanzenwelt sehr unterschiedliche Lebensräume.

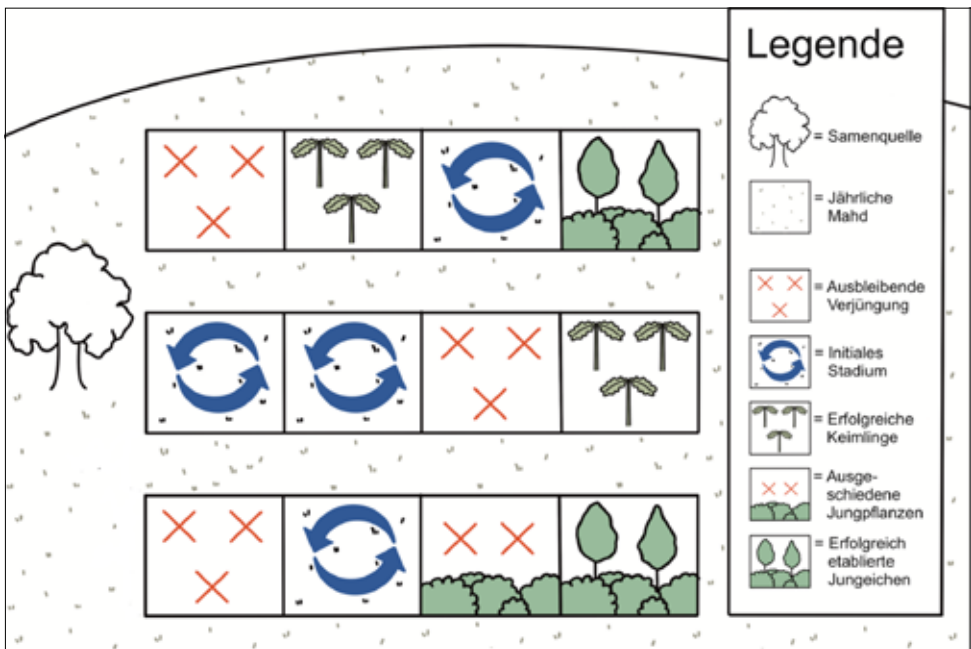


Abb. 29: Dynamisches Pflegekonzept zur Unterstützung der erfolgreichen Etablierung der Flaum-Eiche und ihrer Hybride auf Böschungen und brachgefallenen Hängen trockenwarmer Standorte. (Grafik: M. Collé).

Wie muss sich das Management xerothermer Offenland- und Waldlebensräume ändern?

Die aktuelle statische Trennung zwischen Wald und Offenland widerspricht der Dynamik einer natürlichen Waldentwicklung aus Offenland. Die Naturschutzverwaltung verhindert durch das Bemühen um den Erhalt gefährdeter Arten und Lebensräume des Offenlandes die sukzessionale Entstehung neuer (Flaumeichen-)Wälder. Auf der anderen Seite verhindert die Forstverwaltung durch ihren Auftrag zur Walderhaltung die Entstehung ausreichend lichter, offener Lebensräume, in denen frühsukzessionale Prozesse einschließlich Eichenverjüngung ablaufen könnten. Wie das Beispiel des NSG Büchsenberg zeigt, reicht eine Auflichtung des bestehenden Waldes hierfür nicht aus. Anzuraten, doch schwer durchführbar, wäre eine zeitweise relativ starke Beweidung durch Schafe und Ziegen. Nach starker Auflichtung und mehrjähriger „Devastierung“ des Unterwuchses sollte auch auf den heutigen Flächen mit Flaumeichen wieder deren Verjüngung einsetzen. Das starre Festhalten der Naturschutz- und der Forstverwaltung an bestehenden Flächenkompetenzen muss durch neue Formen der Kooperation überwunden werden, um die Neuentstehung von Flaumeichenwäldern zu ermöglichen.

Danksagung

Wir bedanken uns bei PD Dr. Gregor Aas (ÖBG, Universität Bayreuth) für wertvolle inhaltliche Hinweise und die morphologische Bestimmung der Eichenindividuen; bei Dr. Kathrin Drozella (Albert-Ludwigs-Universität Freiburg) für zahlreiche wertvolle Anregungen; bei Caroline Gritsch und Max Petzold für das Korrekturlesen; bei Jens Nagel und Oliver Karbiener (Regierungspräsidium Freiburg, Ref. 56) sowie Laura Hempelmann (ForstBW) für hilfreiche Diskussionen zur praxisorientierten Pflege der Lebensräume; und bei Stéfanie Gärtner für die Unterstützung bei der statistischen Auswertung.

Literaturverzeichnis

- AAS, G. (1998): Morphologische und Ökologische Variation Mitteleuropäischer *Quercus*-Arten: Ein Beitrag zum Verständnis der Biodiversität. IHW - Verlag, Eching bei München.
- ARBEITSKREIS WALDBAU UND NATURSCHUTZ NRW (2007): Zukunft der Buchenwälder in Nordrhein-Westfalen. - Natur in NRW 32(3): 37–40.
- BARTSCH, N., VON LÜPKE B. & E. RÖHRIG (2020): Waldbau auf Ökologischer Grundlage. Ulmer, Stuttgart.
- BECKER, U., GANTER, S. & C. JUST (1994): Herder-Lexikon der Biologie, Viertes Band: Gehölze bis Kasugamycin. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, Oxford.
- BFN BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (2015): Schutzgebiete in Deutschland. Bundesamt für Naturschutz (BFN). Online verfügbar unter: <https://geodienste.bfn.de/schutzgebiete?lang=de>. [aufgerufen am 07.02.2024].
- BOBIEC, A., JASZCZ, E. & K. WOJTUNIK (2011): Oak (*Quercus robur* L.) Regeneration as a Response to Natural Dynamics of Stands in European Hemiboreal Zone. - European Journal of Forest Research 130(5): 785–797.
- BONFILS, P., RIGLING, A., BRÄNDLI, U.-B., BRANG, P., FORSTER, B., ENGESSER, R., GUGERLI, F., JUNOD, P., MÜLLER, R. & M.S. GÜNTHARDT-GOERG (2015): Die Eiche im Klimawandel. Zukunfts-

- chancen einer Baumart. Merkblatt für die Praxis 55: 12 S. Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf.
- BOSSEMA, I. (1979): Jays and Oaks: An Eco-Ethological Study of a Symbiosis. – Behaviour 70(1–2): 1–116.
- BRÄNNHAGE, J. & A. GROSS (2020): Factsheet Neomyceten - Eichenmehltau (*Erysiphe alphitoides*, *E. hypophylla* und *E. quercicola*). Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, 4 S.
- BREUNIG, T. & G. THIELMANN (2001): Wälder, Gebüsch und Staudensäume trockenwarmer Standorte. – Biotope in Baden-Württemberg 11 36 S. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.
- BUSSOTTI, F. (2014): *Quercus pubescens* Willd. - S. 1–10 in: Roloff, A., Weisgerber, H. & U.M. Lang (Hrsg): Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas Der Dendrologie. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co, Weinheim.
- CALLAWAY, R. M. 1995. Positive interactions among plants (Interpreting botanical progress). -The Botanical Review 61: 306-349.
- CHAKRABORTY, T., SAHA, S., MATZARAKIS, A. & A. REIF (2017): Influence of multiple biotic and abiotic factors on the crown die-back of European beech trees at their drought limit. - Flora 229: 58–70. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S036725301733133X>
- CSÉPÁNYI, P. & U. MERGNER (2023): Verjüngung der Eiche bei dauerhafter Waldbedeckung – ein Beispiel aus Ungarn. - Der Dauerwald, Zeitschrift für Naturgemäße Waldwirtschaft 68(23): 11–16.
- DINEUR, P. (1951): Quelques données sur l'écologie de la régénération du chêne rouvre. Bulletin de la Société Royale Forestière de Belgique 58: 38–50.
- DWD DER DEUTSCHE WETTERDIENST (2022a): Climate Data Center. Der Deutsche Wetterdienst (DWD). Online verfügbar unter: <https://cdc.dwd.de/portal/>. [aufgerufen am 02.02.2024].
- DWD DER DEUTSCHE WETTERDIENST (2022b): Index of /climate_environment/. Der Deutsche Wetterdienst (DWD). Online verfügbar unter: https://opendata.dwd.de/climate_environment/. [aufgerufen am 01.02.2024].
- EATON, E., CAUDULLO, G., OLIVEIRA, S & D. DE RIGO (2016): *Quercus robur* and *Quercus petraea* in Europe: Distribution, Habitat, Usage and Threats. - S. 160–163 in: SAN-MIGUEL-AYANZ, J., DE RIGO, D., CAUDULLO, G., HOUSTON DURRANT, T. & A. MAURI: European Atlas of Forest Tree Species. Publication Office of the European Union, Luxembourg.
- ELLENBERG, H. & Ch. LEUSCHNER (2010): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen – in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 6. Auflage. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- ETH ZÜRICH (2002): Mitteleuropäische Waldbaumarten: Artbeschreibung und Ökologie unter besonderer Berücksichtigung der Schweiz. Zürich.- <https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/usys/ites/waldmgmt-waldbau-dam/documents/Lehrmaterialien/Skripte/Baumartenbeschreibungen/ME-Waldbaumarten>
- FORBES, A. C. (1902): On the Regeneration and Formation of Woods from Seed Naturally or Artificially Sown. - Transactions of the English Arboricultural Society 5: 239–270.
- FORSTBÜRO OSTBAYERN (2013): Erfassung und Dokumentation Genetischer Ressourcen der Flaumeiche (*Quercus pubescens*), der Elsbeere (*Sorbus torminalis*) und des Speierlings (*Sorbus domestica*) in Deutschland. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), Bonn.
- FRANZÉN, M., JOHANSSON, V. & P. MILBERG (2025): Long-term woody species dynamics following meadow abandonment in a strictly protected area. - Forest Ecol. Managem. 592: 122837.
- JENSEN, A.M. & M. LÖF (2017): Effects of interspecific competition from surrounding vegetation on mortality, growth and stem development in young oaks (*Quercus robur*). – For. Ecol. Managem. 392: 176-183.
- FROST, I. & H. RYDIN (1997): Effects of Competition, Grazing and Cotyledon Nutrient Supply on Growth of *Quercus robur* Seedlings. - Oikos 79(1): 53–58.

- GLATZER, K. & E. SCHRAMM (2010): Klimabezogener Umbau der Eichenwälder mit mediterranen Eichen – Eine vorläufige Wirkungs- und Folgenabschätzung. - Biodiversität und Klima Forschungszentrum (BiK-F) - Knowledge Flow Paper 5: 1–14.
- GLOMB, G. (2012): Landschaften und Böden im Regierungsbezirk Freiburg. – 112 S., Regierungspräsidium Freiburg, Freiburg im Breisgau.
- GROSCHOPE, R., HOFFRICHTER, O., KOBEL-LAMPARSKI, A., MEINEKE, J.-U., RASBACH, H., RASBACH, K., SEITZ, B.-J. (2009): Der Kaiserstuhl. Jan Thorbecke Verlag, Ostfildern.
- GROSCHOPE, R. & E. VILLINGER (2009): Geologie und Erdgeschichte des Kaiserstuhls. S. 41–95 in: GROSCHOPE, R., HOFFRICHTER, O., KOBEL-LAMPARSKI, A., MEINEKE, J.-U., SEITZ, B.-J., STAUB, F., VILLINGER, E., WILMANN, O. & W. WIMMENAUER (Hrsg): Der Kaiserstuhl: Einzigartige Löss- und Vulkanlandschaft am Oberrhein. Jan Thorbecke Verlag, Ostfildern.
- GÜNTHARDT-GOERG, M.S., BONFILS, P., RIGLING, A. & M. AREND (2016): Wie meistert die Eiche den Klimawandel? - Zürcher Wald 3: 4–7.
- HANEWINKEL, M., CULLMANN, D.A., SCHELHAAS, M.-J., NABUURS, G.-J. & N.E. ZIMMERMANN (2012): Climate Change May Cause Severe Loss in the Economic Value of European Forest Land. - Nature Climate Change 3(3): 203–207.
- HARD, G. (1975): Vegetationsdynamik und Verwaldungsprozesse auf den Brachflächen Mitteleuropas. - Die Erde 106: 243–276.
- HEILIG, H. (1930/31): Untersuchungen über Klima, Boden und Pflanzenleben des Zentralkaiserstuhls. Dissertation, Naturwissenschaftlich-Mathematische Fakultät, Freiburg im Breisgau.
- ILLÉS, G. & N. MÓRICZ (2022): Climate Envelope Analyses Suggests Significant Rearrangements in the Distribution Ranges of Central European Tree Species. - Annals of Forest Science 79(35): 1–19.
- JONES, E. W. (1959): *Quercus* L. - The Journal of Ecology. 47(1): 169–222.
- KÄMMER, F. & M. DIENST (1982): Zum Vorkommen der Flaumeiche (*Quercus pubescens* WILLD.) in der trockenengefallenen südlichen Oberrheinaue. - Carolina 40: 49–64.
- KÄTZEL, R., BECKER, F., SCHRÖDER, J., GLATTHORN, J., HÖLTKEN, A. & S. LÖFFLER (2012): Flaum- und Zerr-Eiche in Brandenburg – Alternative Baumarten im Klimawandel? - Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 49: 23–36.
- KÄTZEL, R., KAMP, T., HÖLTKEN, A., BECKER, F., RIEDERER, H. & J. SCHRÖDER: Die Vorkommen der Flaum-Eiche und ihrer Hybriden nördlich der Alpen. – Applied Agricultural and Forestry Research 64: 73–84.
- KNOP, A. (1892): Der Kaiserstuhl im Breisgau: Eine naturwissenschaftliche Studie. Wilhelm Engelmann, Leipzig.
- KÜHNE, C. (2004): Verjüngung der Stieleiche (*Quercus robur* L.) in Oberrheinischen Auenwäldern. Dissertation, Universitätsverlag Göttingen, Göttingen.
- KÜHNE, C., PYTTEL, P., MODROW, T., KOHNLE, U. & J. BAUHUS (2020): Seedling Development and Regeneration Success After 10 years Following Group Selection Harvesting in a Sessile Oak (*Quercus petraea* [Mattuschka] Liebl.) Stand. - Annals of Forest Science 77(3): 1–13.
- KÜSTER, H. (2010): Geschichte der Landschaft in Mitteleuropa. Von der Eiszeit bis zur Gegenwart. 4. Aufl, 448 S., C.H. Beck, München.
- KUITERS, A.T. & P.A. SLIM (2002): Regeneration of Mixed Deciduous Forest in a Dutch Forest-heathland, Following a Reduction of Ungulate Densities. - Biological Conservation 105(1): 65–74.
- KUITERS, A.T. & P.A. SLIM (2003): Tree Colonisation of Abandoned Arable Land After 27 Years of Horse-Grazing: The Role of Bramble as a Facilitator of Oak Wood Regeneration. - Forest Ecology and Management 181(1–2): 239–251.
- LAMPEN, H.P. (1994): Untersuchungen zur Ausbreitung synzoochorer Gehölze in Grünlandbrachen. - Unveröff. Staatsexamensarbeit. Fakultät Biologie, Universität Freiburg.
- LEUSCHNER, C. (1998): Mechanismen der Konkurrenzüberlegenheit der Rotbuche. – Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft 10: 5–18.

- LGRB LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU (2021): LGRB-Kartenviewer. Regierungspräsidium Freiburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB). Online verfügbar unter: <https://maps.lgrb-bw.de/>. [aufgerufen am 07.02.2024].
- LUBW LANDESANSTALT FÜR UMWELT BADEN-WÜRTTEMBERG (2018): Arten, Biotope, Landschaft: Schlüssel zum Erfassen, Beschreiben, Bewerten. LUBW, Karlsruhe.
- LUBW LANDESANSTALT FÜR UMWELT BADEN-WÜRTTEMBERG (2021): Daten- und Kartendienst der LUBW. Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, Karlsruhe. Online verfügbar unter: <https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/>. [aufgerufen am 28.01.2024].
- LUBW LANDESANSTALT FÜR UMWELT BADEN-WÜRTTEMBERG (2022): Daten- und Kartendienst der LUBW. Karte: Potenzielle Natürliche Vegetation - Daten- und Kartendienst der LUBW. Online verfügbar unter: <https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/q/60qG08TZCCLWofxPaeSS2q>. [aufgerufen am 28.01.2024].
- LUBW LANDESANSTALT FÜR UMWELT BADEN-WÜRTTEMBERG (2023): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. LUBW, Karlsruhe.
- LUBW LANDESANSTALT FÜR UMWELT BADEN-WÜRTTEMBERG (2024): Offenland-Biotopkartierung. LUBW, Karlsruhe. Online verfügbar unter: <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/natur-und-landschaft/offenland-biotopkartierung>. [aufgerufen am 17.02.2024].
- MEYER, N. (2011): *Sorbus*-Vielfalt in Bayern. - Beiträge zur Elsbeere 67: 40–46.
- MICHIELS, H.-G. (2014): Die Standorte der Traubeneiche. - LWF Wissen 75: 25–29.
- MODROW, T. & P. PYTTEL (2019): Verjüngung der Traubeneiche. - AFZ-Der Wald 74(18): 32–34.
- MÜLLER, B. (1999): Variation und Hybridisierung von *Quercus pubescens*. Dissertation, 138 S., ETH, Zürich. Online verfügbar unter: <https://doi.org/10.3929/ethz-a-002093371>.
- MYCZKO, Ł., DYLEWSKI, Ł., ZDUNIAK, P., SPARKS, T.H. & P. TRYJANOWSKI (2014): Predation and Dispersal of Acorns by European Jay (*Garrulus glandarius*) Differs Between a Native (Pedunculate Oak *Quercus robur*) and an Introduced Oak Species (Northern Red Oak *Quercus rubra*) in Europe. - Forest Ecology and Management 331: 35–39.
- NUSSBAUMER, C. & T. WOHLGEMUTH (2016): Verbiss brems die jungen Flaumeichen. – Wald und Holz 97(1): 31–33.
- OBERDORFER, E. (1957): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. - Pflanzensoziologie Band 10: 564 S. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- OBERDORFER, E. (1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil IV: Wälder und Gebüsche. 2. Auflage, 862 S., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- ODERMATT, O. (2018): Das Verbissprozent – eine Kontrollgröße im Wildmanagement. – WSL Merkblatt für die Praxis 62:1–8.
- OTTO, D., WAGNER, S. & P. BRANG (2009): Konkurrenz zwischen Stieleiche und Buche auf Lothar-Sturmflächen. - Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 160(5): 114–123.
- PASTA, S., DE RIGO, D. & G. CAUDULLO (2016): *Quercus pubescens* in Europe: Distribution, Habitat, Usage and Threats. - S. 156–157 in: SAN-MIGUEL-AYANZ, J., DE RIGO, D., CAUDULLO, G., HOUSTON DURRANT, T. & A. MAURI (Hrsg): European Atlas of Forest Tree Species. Publication Office of the European Union, Luxembourg.
- PETERS, R. (1998): Beech forests. Geobotany 24: 128 pp. Springer, Berlin, Heidelberg.
- PRENTICE, D.J. (2010): Factors Affecting Regeneration of *Quercus robur* in Białowieża Primeval Forest. Master Thesis, 31 S., Univ. Utrecht.
- PRETZSCH, H. (2019): Grundlagen der Waldwachstumsforschung. 2. Auflage. Springer Spektrum Berlin, Heidelberg.
- RACKHAM, O. (1980): Ancient Woodland. Arnold, London.
- REIDL, K., SUCK, R., BUSHART, M., HERTER, W., KOLTZENBURG, M., MICHIELS, H.-G. & T. WOLF (2013): Potentielle Natürliche Vegetation von Baden-Württemberg. 344 S., Verlag Regionalkultur, Ubstadt-Weiher.

- REIF, A. & S. GÄRTNER (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 5-3: 79-116. http://www997.wb09.de/docs/literatur/waldoeekologie_online.html
- REIF, A. & K. TRUÉ (2023): Flora und Vegetation der Flaumeichen-Mischwälder (Quercetum pubescenti-petraeae) im Kaiserstuhl, SW-Deutschland. - Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz 25: 113–147.
- REIMOSER, F. & S. REIMOSER (2017): Richtiges Erkennen von Wildschäden am Wald. Zentralstelle Österreichischer Landesjagdverbände, Wien.
- RIGLING, A., DOBBERTIN, M., BÜRGI, M., GIMMI, U., GRAF PANNATIER, E., GUGERLI, F., HEINIGER, U., POLOMSKI, J., REBETZ, M., RIGLING, D., WEBER, P., WERMELINGER, B. & T. WOHLGEMUTH (2006): Verdrängen Flaumeichen die Walliser Waldföhren? - WSL Merkblatt für die Praxis 41: 1–16.
- ROHNER, B., BUGMANN, H., BRANG, P., WUNDER, J. & C. BIGLER (2013): Eichenrückgang in Schweizer Naturwaldreservaten. - Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 164(11): 328–336.
- 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. - Diss. Bot. 340: 198 S. J. Cramer, Berlin, Stuttgart.
- SAYER, U. (2003): Buchbesprechungen: Die Ökologie der Flaumeiche (*Quercus pubescens* Willd.) und ihrer Hybriden auf Kalkstandorten an ihrer Nördlichen Arealgrenze - Untersuchungen zu Boden, Klima und Vegetation. - Mitteilungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft 88: 61-76.
- SCHREIBER, K.-F. (1997): Grundzüge der Sukzession in 20-jährigen Grünland-Bracheversuchen in Baden-Württemberg. - Forstwissenschaftliches Centralblatt. 116(1–6): 243–258.
- SCHUMACHER, K.P. (2006): Landschaftswandel im Kaiserstuhl seit 1770: Analyse und Bilanzierung. - Culterra - Schriftenreihe des Instituts für Landespflege der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg 47: 210 S.
- SCHWERDTFEGGER, F. (1981): Waldkrankheiten. Parey, Hamburg.
- SHAW, M.W. (1968a): Factors Affecting the Natural Regeneration of Sessile Oak (*Quercus petraea*) in North Wales: I. A Preliminary Study of Acorn Production, Viability and Losses. - The Journal of Ecology 56(2): 565–583.
- SHAW, M.W. (1968b): Factors Affecting the Natural Regeneration of Sessile Oak (*Quercus petraea*) in North Wales: II. Acorn Losses and Germination Under Field Conditions. - The Journal of Ecology 56(3): 647–660.
- SHAW, M.W. (1974): The Reproductive Characteristics of Oak. - S. 162–181 in: Morris, M.G. & F.H. Perring: The British Oak. Clasey for the Botanical Society of the British Isles, Faringdon.
- SOUTRENON, A. (2004): Intérêt d'un traitement fongicide contre l'oïdium du chêne en régénération naturelle. Département de la santé des forêts, 3 S.. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche et de la Ruralité, Département de la santé des forêts, Paris.
- SUCK, R., BUSHART, M., HOFMANN, G. & L. SCHRÖDER, L. (2014): Karte der Potentiellen Natürlichen Vegetation Deutschlands: Band I Grundeinheiten. BfN, Bundesamt für Naturschutz, Bonn.
- UHL, A., REIF, A. & S. GÄRTNER (2008): Naturverjüngung der Stieleiche (*Quercus robur* L.) im Gebiet der „Trockenaue“ am Südlichen Oberrhein (Südwestdeutschland). - Carlinea 66: 15–34.
- VON LÜPKE, B. & K. HAUSKELLER-BULLERJAHN (2004): Beitrag zur Modellierung der Jungwuchsentwicklung am Beispiel von Traubeneichen-Buchen-Mischverjüngungen. - Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 175: 61–69.
- VULLMER, H. & U. HANSTEIN (1995): Der Beitrag des Eichelhähers zur Eichenverjüngung in einem naturnah bewirtschafteten Wald in der Lüneburger Heide. - Forst und Holz 50: 643–646.
- WATT, A.S. (1919): On the Causes of Failure of Natural Regeneration in British Oakwoods. - The Journal of Ecology 7: 173–203.

WATT, A. S. (1924): The Ash-Oak Associates. - *The Journal of Ecology* 12: 160–180.

WILMANN, O. (2009): Die Lebensräume und ihre Vegetation. - S. 131–240 in: GROSCHOPE, R., HOFFRICHTER, O., KOBEL-LAMPARSKI, A., MEINEKE, J.-U., RASBACH, H., RASBACH, K., SEITZ, B.-J., et al.: *Der Kaiserstuhl: Einzigartige Löss- und Vulkanlandschaft am Oberrhein*. Jan Thorbecke Verlag, Ostfildern.

WILMANN, O. & A. BOGENRIEDER (1995): Die Entwicklung von Flaumeichenwäldern im Kaiserstuhl im Laufe des letzten halben Jahrhunderts. - *Forstarchiv* 66(4): 167–174.

ZIEGENHAGEN, B. & W. KAUSCH (1993): Zur Reaktion junger Eichen auf Licht und Schatten. - *Forst und Holz* 48: 198–201.

Mitt. Bad. Landesverein Naturkunde u. Naturschutz	Bd.27	2025	DOI: 10.6094/BLNN/Mitt/27.08	Seiten 139-155	Freiburg/Breisgau Oktober 2025
--	-------	------	------------------------------	----------------	-----------------------------------

Zur Bedeutung der Gallen der Fichtengallenläuse (Hom., Adelgidae) als Überwinterungshabitate für Arthropoden

LAURA STREITEL & GREGOR SCHMITZ

Zusammenfassung: Als Beitrag zum Verständnis des Ökosystems Fichte (*Picea abies* (L.) H. KARST) wurde untersucht, inwieweit die an ihr häufigen Gallen der Fichtengallenläuse (Adelgidae: *Adelges* spp.) als Überwinterungshabitat für Arthropoden in Frage kommen, denn die nach Verlassen der Gallenläuse noch lange am Baum vorhandenen, verholzten Gallen weisen nach außen offene Kammern auf, die von kleinen Arthropoden besiedelt werden können. Um die winterliche Sekundärfauna der Gallen möglichst umfassend zu ermitteln, wurden von Anfang November 2023 bis Ende Januar 2024 bei Stuttgart und Konstanz insgesamt 2.500 Gallen zur Analyse gesammelt, wobei die Fichten je an (a) Waldrändern, (b) in Monokulturen und (c) in Mischbeständen wuchsen. Dabei wurde zwischen Gallen mit großen (*Adelges viridis* / *abietis*) und kleinen (*A. laricis* / *tardus*) Kammern unterschieden.

Die insgesamt 1.912 mit einer Berlese-Apparatur ausgetriebenen Individuen gehören 45 Arten aus 13 Ordnungen an, wobei die großkammerigen Gallen höhere Individuen- und Artendichten an Arthropoden aufweisen als kleinkammerige. Es wird unter anderem differenziert zwischen fichtenspezifischen Phytophagen (die Fichtenschmierlaus *Phenacoccus piceae*), wirtsfremden Phytophagen (häufiger der Buchenspringrüssler, *Orchestes fagi*), „Detritivoren und Weidegängern“ (insbesondere die Collembolen *Entomobrya nivalis* und die Staublaus *Ectopsocus briggsi*) sowie Prädatoren (häufig die Blumenwanze *Cardiastethus fasciiventris*). Die Arthropodengesellschaft in den Gallenkammern ist erstaunlich divers und zeigt Querbeziehungen zu anderen Pflanzen auf. Ihre potentielle Rolle als Nahrungsquelle für Goldhähnchen und Meisen wird diskutiert.

Schlüsselwörter: Adelgidae, Fichte, Überwinterung, Arthropoden, Mikroökosystem Pflanzengalle

Importance of adelgid galls (Hom., Adelgidae) for arthropod hibernation

Abstract: In order to better understand the ecosystem of spruce (*Picea abies* (L.) H. KARST), we investigated the extent to which the frequent galls of spruce adelgids (Adelgidae: *Adelges* spp.) serve as an overwintering habitat for arthropods, because after the gall inducers have left the galls, the woody structure that remains on the tree for a long time has open chambers which could potentially be colonized by small arthropods. From early November 2023 to late January 2024, a total of 2,500 galls were collected near Stuttgart and Konstanz from spruce trees found (a) at forest edges, (b) in monocultures and (c), occasionally, in mixed stands. A distinction was also made between galls with larger chambers (*Adelges viridis* / *abietis*) and those with smaller chambers (*A. laricis* / *tardus*).

The 1,912 specimens collected using Berlese funnels belong to 45 species from 13 orders. The large-chambered galls have higher arthropod densities than the small-chambered ones. The hibernation community includes: spruce-specific herbivores (the spruce mealybug *Phenacoccus piceae*), herbivores from other hosts (mainly the beech weevil, *Orchestes fagi*), “detritivores and grazers” (here especially the springtails *Entomobrya nivalis* and the bark louse *Ectopsocus briggsi*) and predators (frequently: the pirate bug *Cardiastethus fasciventris*). The arthropod community in the gall chambers is surprisingly diverse and shows cross-relationships with other plants. The role of these galls as a food source for goldcrests and tits is discussed.

Keywords: Adelgidae, *Picea abies*, hibernation, arthropods, micro-ecosystem plant gall

1. Einleitung

Die Fichte (*Picea abies* (L.) H. KARST) wurde ab Mitte des 18. Jahrhunderts auch außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes massiv gepflanzt (SCHMIDT-VOGT 1987) und gilt heute mit 25 % Flächenanteil (innerhalb der Waldflächen) als häufigste Baumart Deutschlands (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT, 2021). Im letzten Jahrzehnt führten sowohl direkte (Trockenschäden) als auch indirekte Folgen (Borkenkäferkalamitäten) des Klimawandels zu einer zunehmenden Mortalität der Fichten in Mitteleuropa insbesondere außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebiets (CHRISTIANSEN & BAKKE, 1988 BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT, 2021). Dennoch spielt die Fichte weiterhin eine wichtige Rolle in Waldökosystemen. So sind an ihr in Europa 310 phytophage und xylobionte Arthropoden festgestellt worden (ELLIS 2001-24). Viele dieser Besiedler leben verborgen im Stamm oder zwischen den Nadeln. Besonders leicht dagegen lassen sich die von verschiedenen Fichtengallläusen (Hom., Adelgidae) an den Trieben hervorgerufenen ananasartigen Gallen finden, die auch Jahre nach Verlassen der Blattläuse am Baum verbleiben. Die Gallen sind in Naturfichtenwäldern, in Monokulturen außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes und selbst an isoliert stehenden Einzelbäumen (auch in Städten) oft zahlreich zu finden.

Generell werden Pflanzengallen in der Biozönologie oft als Mikroökosysteme begriffen (z.B. KOPELKE 2008, SORG 2007, KAPE 1997), sind doch neben den eigentlichen Gallerregern, oft auch Inquilinen (= „Einmieter“), deren beider Parasitoide und Hyperparasitoide nachweisbar. Viele dieser Arten zeigen dabei eine hohe Wirtsspezifität. Seltener wird aber das weite-

re Schicksal der Gallen nach Verlassen ihrer Erreger untersucht, wohl auch weil sie seltener verholzt, mit offenen Kammern an Ort und Stelle verbleiben. Diese Nachfolgefauna wird von TOROSSIAN (1971) als „Sekundärfauna“ (Orig.: „faune secondaire“) bezeichnet.

Um die Fichte als Ökosystem besser zu verstehen, wurde im Rahmen einer Bachelorarbeit (STREITEL 2024) deren Ergebnisse hier vorgestellt werden, untersucht, inwieweit die winterstehenden, verholzten und mit offenen Kammern versehenen Gallen Überwinterungshabitate für Arthropoden darstellen bzw. welche Sekundärfauna sich hier im Winterhalbjahr einstellt. Auch eruieren wir, ob die Gallen als Nahrungsmikrohabitat für Vögel (insbes. Wintergoldhähnchen, *Regulus regulus* L.) infrage kommen. Um ein möglichst breites Spektrum der winterlichen Sekundärfauna zu erfassen, wurden groß- und kleinkammerige Gallen (s. u.) in zwei Gebieten Baden-Württembergs mit je verschiedenen Waldhabitattypen beprobt.

Fichtengallenlausgallen

Die auch als „Ananasgallen“ bezeichneten Gallen der Fichtengallenläuse werden durch den Saugakt der Fundatrix (Stammutter) einer Fichtengallenlaus (*Adelges* ssp.) indu-



Abb. 1: Beispiele von an Fichten gesammelten großkammerigen (links) und kleinkammerigen (rechts) *Adelges*-Gallen.

ziert. Als organoide Galle bezieht die Wucherung mehrere Nadelbasen ein zwischen denen Kammern entstehen (Ross 1932). In diese wandern dann die aus den unterhalb abgelegten Eiern schlüpfenden Larven ein. Im Innern der sich nun schließenden Gallenkammern entwickeln sich geschützt Kolonien von später geflügelten Tieren, die im Herbst die sich nun wieder öffnenden Gallen verlassen. Je nach Art folgt ein Wirtswechsel. Die komplexe Entwicklung mit Heterogenie und Wirtswechsel ist für verschiedene Arten bei SCHWENKE (1972) ausführlich beschrieben.

Die Fichtengallenläuse (Adelgidae) umfassen weltweit knapp 70 beschriebene Arten und leben ausschließlich an Vertretern der Pinaceae, wobei der Primärwirt immer die Fichte (*Picea* spp.) ist (HAVILL & FOOTITT, 2007). Die Gattung *Adelges* (früher z. T. *Sacchiphantes*) beinhaltet ca. 30 Arten weltweit und ist in Deutschland mit 10 Arten vertreten (THIEME 2024). In der Untersuchung wurde lediglich zwischen klein- und großkammerigen Gallen unterschieden (Abb. 1), da für eine sichere Bestimmung die frischen Gallen mit den enthaltenen

Läusen notwendig sind. Kleinkammerige Gallen (Gallengröße zwischen 1 und 1,5 cm) sind wohl der Roten Fichtengallenlaus (*A. laricis* VALLOT) und/oder der Späten Fichtengallenlaus (*A. tardus* (DREYFUS)) zuzuordnen, während die großkammerigen, 2–4 cm großen Gallen von der Grünen Fichtengallenlaus (*A. viridis* RATZBURG) und/oder der Gelben Fichtengallenlaus (*A. abietis* L.) verursacht worden sind. Details zur Bestimmung finden sich bei ALBRECHT (2017), BELLMANN et al. (2018), BUHR (1965) und ZÚBRICK et al. (2013).

2. Untersuchungsgebiete

Zwischen November 2023 und Januar 2024 wurden insgesamt 2.500 Ananasgallen an Fichten (*P. abies*) gesammelt. Bei den Untersuchungsgebieten handelt es sich um jeweils drei verschiedene Habitattypen in den Regionen Konstanz und Stuttgart. Es wurde hier jeweils zwischen (a) „Monokultur“ (Bestand mit überwiegend Fichten), (b) „Mischbestand“ mit nur vereinzelt vorkommenden Fichten und (c) „Waldrand“ unterschieden. In Monokulturen und am Waldrand wurden jeweils 500 Gallen gesammelt, in den Mischbeständen aus Zeitgründen je 250 Gallen.

2.1 „Konstanz“: Monokultur

In einem Fichtendominanzbestand bei Hegne (Gem. Allensbach, Landkreis Konstanz, Koordinaten: 47.7059255, 9.1129040) mit wenigen eingestreuten Rotbuchen waren sowohl ältere Fichten als auch Jungfichten zu finden (Abb. 2a). Der Waldboden ist mit Moos und Nadelstreu bedeckt, an lichter Stellen wachsen Brombeersträucher, Farne und Seggen. Die Probenahmen erfolgten am 03.01. und 04.01.2024.

2.2 „Konstanz“: Mischbestand

Dieser Sammelort befindet sich nördlich von Hegne (s. o., Koordinaten: 47.7109457, 9.1074159). Der Wald ist vor allem mit Rotbuchen, Douglasien und Kiefern bestockt (Abb. 2b). Der Untergrund setzt sich aus Laubstreu, abgebrochenen Ästen, Brombeersträuchern und Seggen zusammen. Von den vereinzelt vorkommenden Fichten (sowohl jung als auch alt) wurden am 14.01.2024 Gallen gesammelt.

2.3 „Konstanz“: Waldrand

Der Standort befindet sich ebenfalls nahe des Ortes Hegne (s. o., Koordinaten: 47.7082978, 9.1154438). Hier grenzt ein Buchen-Fichten-Mischbestand abrupt an eine Wiese an (Abb. 2c). Unter den überwiegend älteren Fichten ist eine spärliche Krautschicht überwiegend aus Brombeeren, Farnen und Seggen entwickelt. Die Probenahmen erfolgten am 29.11., 30.11. und 01.12.2023.

2.4 „Stuttgart“: Monokultur

Die Fichtenmonokultur findet sich nahe des Waldfriedhofs Herrenberg an der L1184 (Landkreis Böblingen, Koordinaten: 48.6021735, 8.9184097). In diesem Bereich waren keine Jungfichten zu finden. Der Waldboden war großflächig von Moos und Segge bewachsen (Abb. 2d). Gallen wurden am 05.01. und 19.01.2024 gesammelt.

2.5 „Stuttgart“: Mischbestand

Der Mischwaldbestand liegt bei 74321 Bietigheim-Bissingen, nahe der L1125 (Landkreis Ludwigsburg, Koordinaten: 48.9656215, 9.1582421). Hier sind einzelne Fichten in einen Bestand aus Rotbuchen, Tannen und Kiefern eingestreut (Abb. 2e). Der Untergrund ist vegetations-



Abb. 2: Sammelstandorte bei Hegne/Konstanz (a: Monokultur, b: Mischbestand, c: Waldrand) und im GroBraun Stuttgart (d: Monokultur, e: Mischbestand, f: Waldrand).



Abb. 3: Berlese-Apparatur zum Austreiben der in den Adelges-Gallen versteckten Arthropoden.

arm (Laubstreu und abgebrochene Äste). Am 08.01.2024 wurden etwa gleich viele Gallen von Jungfichten wie von älteren Fichten gesammelt.

2.6 „Stuttgart“: Waldrand

Der Waldrand findet sich am Leudelsbach in der Nähe eines Häckselplatzes bei Bietigheim-Bissingen (Landkreis Ludwigsburg, Koordinaten: 48.9311430, 9.0899913). Hier grenzt ein Fichten-Buchen-Bestand (Fichte dominant) an Wiesen und Ackerflächen an (Abb. 2f). Am Waldboden dominiert Buchenfalllaub. Im Unterwuchs wachsen Brombeersträucher und Efeu (der auch an den Baumstämmen emporklimmt). Die Gallen wurden hier am 11.12. und 30.12.2023 gesammelt.

3. Methoden

3.1 Freilandarbeit

Mithilfe einer Teleskopschere, welche sich auf 4 m verlängern ließ, wurden pro Standort Zweige von je 10 bis 15 Fichten abgeschnitten (von Augenhöhe bis etwa 6 m Höhe). Anschließend wurden die Gallen mit einer schmalen Gartenschere abgezwickt. Bis zum Transport und Verbringung ins Labor wurden die Gallen draußen (d. h. kühl) zwischengelagert, um sicherzustellen, dass keine Tiere aufgrund einer Temperaturerhöhung vorzeitig entfliehen.

3.2 Berlese-Apparatur

Die Gallen wurden zunächst nach Kammergröße sortiert (Artzuordnung s. o.). Waren die Gallen klein und hatten dennoch große Kammern, so wurden sie als „groß“ gewertet. Kleine Gallen (kleiner als etwa 0,8 cm) wurden nicht berücksichtigt.

Tab. 1: Arthropodenfunde (Individuenzahlen) in winterstehenden Gallen der Fichtengallenläuse, differenziert nach (a) den Regionen Konstanz und Stuttgart (b) der Gemeinde: Allensbach (= „All“), Herrenberg („Her“), Bietigheim-Bissingen („Bie“), (c) den Habitattypen Monokultur („Mo“), Waldrand („Ra“) und Mischbestand („Mi“) und (d) großkammerigen („gr“) und kleinkammerige („kl“) Gallen.

Ökol. Typ		Probennummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
			Region	KN	KN	KN	KN	KN	KN	S	S	S	S	S
			Gemeinde	All.	All.	All.	All.	All.	All.	Herr.	Herr.	Biet.	Biet.	Biet.
			Habitattyp	Mo	Mono	Rand	Rand	Mis	Misch	Mono	Mono	Rand	Rand	Misch
			Gallenkammern	gro	klein	groß	klein	gro	klein	groß	klein	groß	klein	groß
		Anzahl Gallen		77	423	43	457	26	224	39	461	89	411	23
Arachnida, Araneae														
R	Gnaphosidae	Gnaphosidae sp.		1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
R	Mimetidae	Mimetidae sp.		–	–	–	1	–	1	–	–	2	–	–
R	Philodromidae	Philodromus sp.		–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	1
R	Salticidae	<i>Chalcoscirtus infimus</i> Simon		2	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–
R	Salticidae	cf. <i>Sibianor</i> sp.		1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
R	Salticidae	<i>Neon</i> cf. <i>reticulatus</i> Blackwall		–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	1
R	Theridiidae	<i>Theridion</i> cf. <i>varians</i> Hahn		–	–	–	1	–	1	–	–	–	3	–
R	Thomisidae	Thomisidae sp.		–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–
R	Zodariidae	<i>Zodarion</i> cf. <i>italicum</i> Canestrini		1	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–
R	Zodariidae	Zodariidae sp.		–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–
R	Fam. indet.			–	–	–	1	–	–	–	1	–	–	–
Arachnida, Acari														
W	Oribatida	Oribatida spp.		52	84	18	59	5	25	–	12	80	35	2
R	Bdellidae	Bdellidae spp.		1	3	2	17	–	2	–	1	2	1	–
??	Sonstige	Acari spp.		22	145	21	112	6	69	4	27	91	58	8
Myriapoda														
	Polyxenidae	<i>Polyxenus lagurus</i> L.		6	7	1	1	–	–	–	–	–	–	–
Collembola														
W	Entomobryidae	<i>Entomobrya nivalis</i> L.		9	15	57	121	–	–	–	6	1	4	1
W	Hypogastruridae	Hypogastruridae sp.		4	–	–	3	–	–	–	–	4	9	2
W	Fam. indet.	Spec. 1		14	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–
W	Fam. indet.	Spec. 2		5	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–
W	Fam. indet.	Spec. 3		1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
W	Fam. indet.	Spec. 4		–	4	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Psocoptera														
W	Ectopsocidae	<i>Ectopsocus briggsi</i> McLachlan		3	1	3	3	–	–	–	–	1	–	–
W	Ectopsocidae	Lv. <i>Ectopsocus</i> cf. <i>briggsi</i> McLachlan		27	94	10	53	8	7	8	14	3	10	13
W	Stenopsocidae	<i>Graphopsocus cruciatus</i> L.		–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Thysanoptera														
PF	Thripidae	<i>Haplothrips phyllophilus</i> Priesner		–	–	–	–	–	3	–	–	1	1	–
	Thripidae	<i>Thrips major</i> Uzel		–	4	–	5	–	2	–	–	3	2	–
Sternorrhyncha														
PP	Pseudococcidae	<i>Phenacoccus piceae</i> Löw		11	10	8	24	–	2	–	2	15	4	2
Heteroptera														
R	Anthocoridae	<i>Cardiastethus fasciventris</i> Garbiglietti		3	13	1	5	4	8	–	–	8	6	2
Neuroptera														
R	Chrysopidae	Lv. <i>Anisochrysa ventralis</i> Curtis		1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
R	Fam. indet.	Lv. Spec. 1		–	3	–	–	–	–	–	–	–	1	–
Coleoptera														
PF	Curculionidae	<i>Orchestes fagi</i> L.		17	9	12	28	5	8	4	4	–	–	1
PF	Curculionidae	<i>Gymnetron veronicae</i> Germar		–	1	–	–	–	–	–	–	1	–	–
W	Mycetophaginae	<i>Berginus tamarisci</i> Wollaston		4	3	–	1	–	–	–	–	6	10	–
R	Coccinellidae	<i>Aphidecta oblitterata</i> L.		–	–	–	–	–	–	–	–	2	–	–
R	Coccinellidae	<i>Stethorus pusillus</i> Weise		–	1	–	–	–	–	–	–	1	–	–
PF	Chrysomelidae	<i>Chaetocnema tibialis</i> Illiger		–	–	–	–	–	–	–	1	4	2	–
PF	Chrysomelidae	<i>Phyllotreta vittula</i> Redtenbacher		–	–	–	–	–	–	–	2	–	1	1
R	Staphylinidae	<i>Drusilla canaliculata</i> Fabricius		–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	1
R	Trogossitidae	<i>Nemozoma elongatum</i> L.		1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Hymenoptera														
Pa	cf. Pteromalidae			2	8	2	1	–	6	–	1	–	1	–
Lepidoptera														
W	Erebidae	Lv. cf. <i>Eilema</i>		–	3	–	2	–	–	–	–	–	–	1
Diptera														
??	Fam. indet.	Lv. Brachycera sp.		1	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–
Summe Arten				21	20	9	21	4	12	2	10	17	18	10
Summe aller Individuen				189	415	135	443	28	134	16	71	226	148	71

Die Arthropoden wurden anschließend mittels Berlese-Austreibeverfahren ausgetrieben (Abb. 3). Für den Aufbau der Apparaturen wurden Plastikbecher (0,5 l „Joghurtbecher“) mit etwas Ethylenglykol befüllt und ein Gitternetz (Maschenweite 5 mm) in einem Plastiktrichter befestigt. Dieser Plastiktrichter (untere Öffnungsweite 3,2 cm) wurde dann über der Becheröffnung platziert und mit den Gallen befüllt. Abschließend wurde ein weiterer Plastiktrichter umgedreht (mit der Spitze nach oben) auf den Becher gestellt, um ein Entfliehen der Tiere nach oben größtenteils zu vermeiden. Die Becher blieben dann über Nacht unter Halogenstrahlern (50 Watt, Abstand 20 cm) stehen.

3.3 Bestimmung und Konservierung

Die gesammelten Arthropoden wurden mithilfe eines Binokulars und Fachliteratur / Internetseiten (z.B. LOMPE 2024) bestimmt. Auch wurden Experten konsultiert (s. Danksagung). Anschließend wurden die Arthropoden in 70 % Ethanol überführt. Käfer und Wanzen wurden aufgeklebt und etikettiert. Thripse und Milben (diese nur selektiv) wurden zur besseren Bestimmung unter dem Mikroskop in Hoyers-Medium eingelegt.

4. Ergebnisse

4.1 Artensortiment und ökologische Gruppen

Die Ananassgallen werden von verschiedenen Arthropodenarten sekundär besiedelt. In den 2.500 gesammelten Gallen (davon 297 großkammerige und 2.178 kleinkammerige, die restlichen 25 Gallen wurden wegen zu geringer Größe aussortiert) wurden insgesamt 1.912 Individuen gefunden. Darunter befanden sich mindestens 45 Arten aus 13 Ordnungen. Diese Ordnungen sind Arachnida/Aranae, Arachnida/Acari, Myriapoda, Collembola, Psocoptera, Thysanoptera, Sternorrhyncha, Heteroptera, Coleoptera, Hymenoptera, sowie, ausschließlich als Larven, und je mit nur einer Art: Neuroptera, Diptera und Lepidoptera (Gesamtfundliste s. Tab. 1). Von den Milben wurden lediglich die Oribatidae und Bdellidae ausgezählt.

Die gefundenen Arthropoden lassen sich in folgende ökologische Gruppen einteilen:

4.1.1 Fichtenspezifische Phytophage Von allen determinierten Arthropodenarten, lebt lediglich eine an Fichten phytophag, nämlich die Fichtenschmierlaus, *Phenacoccus piceae* (Hom., Pseudococcidae). Die adulten, weiblichen Läuse sind pink, etwa 2 x 3 mm groß und mit pulverförmigem, weißem Wachs bedeckt. Die Art lebt auf Vertretern der Familien Pinaceae und Taxaceae, insbesondere jedoch auf der Fichte und ist in Zentral- und Nordeuropa verbreitet (ELLIS, 2001-24; MALUMPHY et al., 2008). Die Läuse sind im Normalfall an den Nadeln vorzufinden und überwintern als Weibchen im 3. Larvenstadium am Baum (ZAHRADNIK, 1990). KOSZTARAB & KOZAR. (1988) berichten, dass sie in alten Gallen der von *A. abietis* gefunden werden können.

4.1.2 Wirtsfremde Phytophage Zu den Arthropoden dieser Gruppe zählen zwei Thysanoptera-Arten (*Thrips major* polyphag) und *Haplothrips phyllophilus*, der eine typische Waldart ist und im Frühjahr an Buchen auftritt (ULITZKA, schriftl. Mitt. 2024) und vier Arten Coleoptera, nämlich auffällig häufig der Buchenspringrüssler *Orchestes fagi* (Curculionidae), sowie in Einzelstücken der Weißhaarige Ehrenpreisrüssler, *Gymnetron veronicae* (Curculionidae),

der Südliche Rüben-Erdfloh, *Chaetocnema tibialis* (Chrysomelidae) und der Gersten-Blattfloh *Phyllotreta vittula* (Chrysomelidae).

4.1.3 „Weidegänger“ / Lichenophage / Destruenten Zur Gruppe der Weidegänger zählen vor allem die Springschwänze und Staubläuse. Von den Springschwänzen wurden an allen sechs Standorten insgesamt sechs Arten gefunden. Die einzige Art, die an jedem Standort häufig vorkam, ist *Entomobrya nivalis*.

Unter den Staubläusen kam in hoher Zahl *Ectopsocus* cf. *briggsi* (Ectopsocidae) vor. Es wurden selten adulte Tiere gefunden (dann explizit als *E. briggsi* bestimmbar). Einzige andere Staublaus war *Graphopsocus cruciatus* (Stenospocidae).

Außerdem wurde ein Baumschwammkäfer, nämlich *Berginus tamarisci* (Mycetophagidae) sowie der Kleine Pinselfüßer *Polyxenus lagurus* (Diplopoda: Polyxenidae) entdeckt. Als lichenophag sind zwei junge Raupen der Flechtenbären (cf. *Eilema* sp.) einzuordnen.

4.1.4 Prädatoren Die ausgewerteten Prädatoren gehören der Unterklasse Acari sowie den Ordnungen Araneae, Heteroptera und Coleoptera an.

Zu den auffälligen und zudem häufigeren Arten gehört die Blumenwanze (Anthoridae) *Cardiastethus fasciiventris*. Die Art lebt auf verschiedenen Bäumen und Sträuchern, ist jedoch besonders häufig auf Nadelgehölzen vorzufinden. Zu ihrer Nahrung zählen Rindenläuse, Staubläuse, jüngere Larven sowie Pollen. Es sind ganzjährig adulte Tiere aufzufinden und die Überwinterung erfolgt meist unter Borkenschuppen oder im Bodenstreu (TYMANN, 2024).

Aus der Ordnung Coleoptera wurden vier unterschiedliche Arten in geringen Stückzahlen bestimmt: der Nadelbaum-Marienkäfer, *Aphidecta oblitterata*, der Spinnmilbenmarienkäfer, *Stethorus pusillus* (Coccinellidae), der Kurzflügler *Drusilla canaliculata* (Staphylinidae: Aleocharinae) und der Jagdkäfer *Nemozoma elongatum* (Trogossitidae). Letzterer ist als Gegenspieler von Nage- und Borkenkäfern bekannt.

Webspinnen unterschiedlicher Familien wurden immer wieder vereinzelt und z. T. als Jungtiere gefunden (ohne Sektion der Gallen). Darunter Arten aus den Gnaphosidae, Mimetidae, Philodromidae, Salticidae, Theridiidae (Theridion), Thomsidae, Zodariidae sowie zwei Exemplare, bei denen keine weitere Einordnung unternommen werden konnte.

Unter den Springspinnen (Salticidae) fand sich je ein Exemplar von *Neon* cf. *reticulatus* und *Chalcoscirtus infimus* sowie *Sibianor* sp.. Erstere ist nachgewiesen für Laub- und Nadelwälder (v. a. Bodenstreu) sowie für feuchten Wiesen und Mooregebiete (KLAPKAREK, 2015), *C. infimus* dagegen bevorzugt steinigen Untergrund an warmen Standorten (ARACHNOPHOTO, 2024).

Von den Kugelspinnen (Theridiidae) waren vertreten: *Theridion* cf. *varians*, die vor allem in verschiedenen gehölzdominierten Biotopen lebt, so an Waldrändern, in Gebüsch und in Gärten (HASELBÖCK, 2024).

Die Ameisenjäger (Zodariidae) waren durch *Zodarion* cf. *italicum* vertreten. *Z. italicum* lebt auf offenen, sonnigen Flächen und bildet Schutzgespinste in kleinen Schlupflöchern unterseits von Steinen oder Holzstücken (LAUTERBACH et al., 2020).

Tab. 2: Individuendichte (Ind. / 100 Gallen) ausgewählter Arthropoden in winterstehenden Gallen der Fichtengallenläuse, differenziert nach Funden in großkammerigen vs. kleinkammerigen Gallen. Dabei sind zum paarweisen Vergleich die jeweils höheren Werte fett gestellt (Abkürzungen zu den einzelnen Standorten s. Tab. 1).

Großregion	Konst.	Konst.	Konst.	Konst.	Konst.	Konst.	Stutt.	Stutt.	Stutt.	Stutt.	Stutt.	Stutt.
Stadt	All	All	All	All	All	All	Her	Her	Bie	Bie	Bie	Bie
Standorttyp	Mo	Mo	Ra	Ra	Mi	Mi	Mo	Mo	Ra	Ra	Mi	Mi
Gallenkammern	gr	kl	gr	kl	gr	kl	gr	kl	gr	kl	gr	kl
Anzahl Gallen	77	423	43	457	26	224	39	461	89	411	23	202
Cardiastethus fasciiventris	3,90	3,07	2,33	1,09	15,38	3,57	0,00	0,00	8,99	1,46	8,70	0,99
Orchestes fagi	22,08	2,13	27,91	6,13	19,23	3,57	10,26	0,87	0,00	0,00	4,35	0,00
Phenacoccus piceae	14,29	2,36	18,60	5,25	0,00	0,89	0,00	0,43	16,85	0,97	8,70	0,00
Lv. Ectopsocus cf. briggsi	35,06	22,22	23,26	11,60	30,77	3,13	20,51	3,04	3,37	2,43	56,52	12,38
Entomobrya nivalis	11,69	3,55	132,56	26,48	0,00	0,00	0,00	1,30	1,12	0,97	4,35	0,00
Oribatida spp.	67,53	19,86	41,86	12,91	19,23	11,16	0,00	2,60	89,89	8,52	8,70	1,49

Tab. 3: Kerndaten und statistische Kenngrößen (T-Test) zur Dichte ausgewählter Arthropodengruppen in großkammerigen vs. kleinkammerigen Gallen der Fichtengallenläuse.

	Summe Ind.	Verhältnis Ind. großkamm. Gallen / Ind. in kleinkamm. Gallen	p =		T-Wert	df	Körpergröße in mm
Cardiastethus fasciiventris	52	3,9	0,057	n.s.	2,45	5	2,3 - 2,7
Orchestes fagi	88	6,6	0,021		3,32	5	2 - 2,5
Phenacoccus piceae	78	5,9	0,04		2,76	5	1,8
Lv. Ectopsocus cf. briggsi	272	3,1	0,026		3,12	5	1,5
Entomobrya nivalis	214	4,6	0,31	n.s.	1,13	5	1,4
Oribatida spp.	375	4,0	0,079	n.s.	2,2	5	<1

Leicht erkennbare Prädatoren aus der Gruppe Acari waren die Schnabelmilben (Bdellidae). Sie leben typischerweise am Boden, zum Beispiel auf Gestein oder auf Laubstreu (HERNANDES et al., 2016). Schnabelmilben ernähren sich in der Regel von kleinen, weichhäutigen Arthropoden, die sie mit einem speziellen Sekret fangen und anschließend den durch das Sekret vorverdauten Nahrungsbrei mit ihrer „Schnauze“ aufsaugen (ALBERTI, 1973).

4.1.5 Acari Außer den oben bereits erwähnten Bdelliden sind die Milben auf dem hier erreichten Bestimmungsniveau keinen der hier geführten ökologischen Gruppen eindeutig zuzuordnen. Selbst innerhalb der ausgezählten Moosmilben (Oribatidae) ist eine sichere Zuordnung nur nach weiterer Bestimmung möglich, denn nach SCHATZ (1979) kann hier unterschieden werden zwischen denen die ausschließlich makrophytischen Bestandesabfall konsumieren, denen die sich „mikrophytophag“ von Mikroorganismen wie Algen, Bakterien und Pilzen ernähren und „panphytophagen Arten“, die beide Ernährungstypen vereinen.

Bei den sonstigen Milben handelte es sich um etwa 15 makroskopisch grob unterscheidbare Morphospezies. Diese wurden in Tab. 1 unter „Sonstige“ zusammengefasst.

4.2 Einfluss der Gallengröße auf die Arten- und Individuenzahl

Die durchschnittliche Individuendichte (Anz. Ind. / 100 Gallen) ist bei großkammerigen Gallen ($n = 297$) gegenüber den kleinkammerigen ($n = 2.178$) Gallen signifikant um etwas das 3,2-fache erhöht (paarweiser T-Test: T-Wert 3,89, $df = 5$, $p = 0,012$). Deutliche Unterschiede zeigen sich bei allen 6 Standorten (Abb. 4).

Auch bei der Artendichte (vgl. Abb. 5) zeigen die großkammerigen Gallen einen stärkeren Besatz. Die durchschnittliche Artendichte (Anz. Arten bzw. Morphospecies / 100 Gallen) ist bei großkammerigen Gallen gegenüber den kleinkammerigen Gallen signifikant sogar um etwa das 5-fache erhöht (paarweiser T-Test: T-Wert 3,53, $df = 5$, $p = 0,017$).

Bezogen auf die in den Fichtengallen regelmäßig zu findenden Arthropodenarten/-gruppen zeigt sich bei *Orchestes fagi*, *Phenacoccus piceae* und Larven von *Ectopsocus* cf. *briggsi* eine signifikant stärkere Besetzung in großkammerigen Gallen. Am deutlichsten zeigt *Orchestes fagi* mit 2–2,5 mm Körperlänge eine höhere Dichte in den großkammerigen Galle (Tab. 2 und 3).

4.3 Einfluss der Regionen und Habitattypen

Bezüglich der zwei Regionen / Großräume und der drei Habitattypen zeichnen sich keine eindeutigen oder plausiblen Verteilungsmuster ab. Dass insgesamt im Großraum Stuttgart nur halb so viele Individuen per Berlese-Technik ausgetrieben werden könnten, kann auch methodisch bedingt sein (s. Diskussion). Die Besetzung der Standorttypen in den beiden erscheint uneinheitlich. Tendenziell weist der „Waldrand“ in beiden Regionen die größten

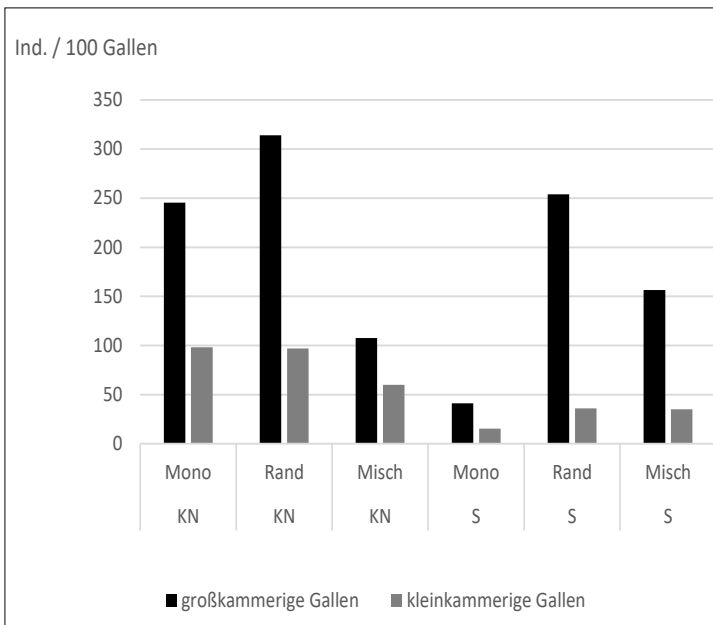


Abb. 4: Individuendichte (Ind. / 100 Gallen) von Arthropoden in winterstehenden Gallen der Fichtengallenläuse, differenziert nach (a) großkammerigen und kleinkammerigen Gallen, (b) den Standorttypen Monostruktur („Mono“), Waldrand („Rand“) und Mischbestand („Misch“) und (c) den Großräumen Konstanz („KN“) und Stuttgart („S“).

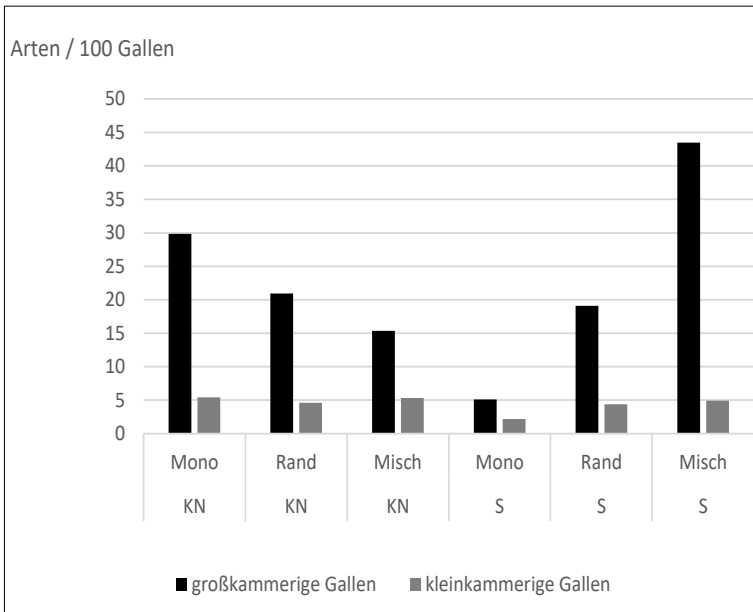


Abb. 5: Artendichte (Arten bzw. Morphospezies / 100 Gallen) von Arthropoden in winterstehenden Gallen der Fichtengallenläuse, differenziert nach (a) großkammerigen und kleinkammerigen Gallen, (b) den Standorttypen Monostruktur („Mono“), Waldrand („Rand“) und Mischbestand („Misch“) und (c) den Großräumen Konstanz („KN“) und Stuttgart („S“).

Individuendichten auf (Abb. 4). Auffällig ist hier die erhöhte Funddichte von *Phenacoccus piceae* (vgl. Tab. 2).

5. Diskussion

5.1. Einflüsse der verschiedenen Faktoren

Wir konnten zeigen, dass die abgestorbenen, verholzten Gallen der Fichtengallenläuse im Winter eine bemerkenswerte Nachfolgefauna beherbergt bzw. zur Überwinterung von zahlreichen Arthropoden genutzt wird. Um die Fauna möglichst repräsentativ zu erfassen, wurden Gallen in zwei unterschiedlichen Regionen / Großräumen und (je) in verschiedenen Habitaten zur Analyse gesammelt. Es war nicht primäres Ziel der Untersuchung, die Einflussfaktoren „Region“ und „Habitattyp“ möglichst genau quantifizieren zu können. Dies lässt die Untersuchung aus folgenden Gründen nicht zu:

1. In der Region Konstanz lagen alle Standorte, an denen Gallen gesammelt wurden, in einem Umkreis von etwa 500 m, während die Sammelorte in der Region Stuttgart in einem Umkreis von etwa 25 km lagen. Da die Region Stuttgart vergleichsweise walddarm ist und der Großteil der vorhandenen Wälder, in denen Fichten vorkommen, unter Naturschutz stehen, musste hier ein größerer Radius gewählt werden. Hinzu kommt ein sammlungs-technischer Aspekt, dass nämlich die im Stuttgarter Raum gesammelten Gallen nach Konstanz zum Austreiben per Berlese gebracht werden mussten und es nicht ausgeschlossen werden kann, dass unterwegs - während der zweistündigen Autofahrt - bereits Tiere die Gallenkammern verlassen haben.
2. Auch die jeweiligen Standorttypen unterscheiden sich zwischen den Regionen etwas. So befanden sich in der Fichten-Monokultur bei Hegne (Region Konstanz) vereinzelt auch

Buchen, während es sich in Herrenberg um reine Fichten-Bestände handelte (am Standort Hegne gab es vielleicht auch deswegen mehr *Orchestes fagi*-Funde).

3. Zudem ist das landschaftliche Umfeld (Waldtypen, Agrarflächen, Siedlungen) was Auswirkungen auf die „Zufallsgäste“ haben kann, zwischen den zwei Regionen unterschiedlich.

Einige Arthropodengruppen kamen in beiden untersuchten Regionen an (fast) jedem Standort in einer hohen Stückzahl vor: die Staublaus *Ectopsocus* cf. *briggsi* (hier überwiegend Larven), die Schmierlaus *Phenacoccus piceae*, die räuberische Blumenwanze *Cardias-tethus fasciiventris* sowie der Buchenspringrüssler (*Orchestes fagi*). Es kann daher davon ausgegangen werden, dass diese Arten auch andernorts regelmäßig die verholzten Gallen als Überwinterungshabitate nutzen. Bemerkenswert ist, dass der auf *Fagus sylvatica* monophag lebende *Orchestes fagi* nicht nur auf dem Boden oder unter Rinde der Buche als Imago überwintert, sondern er wohl auch Fichten aufsucht und ihm hier die Gallen der Fichtengallenläuse zusagen, was bereits OVERGAARD NIELSEN (1970) in Dänemark beobachtet hat. Bereits im Herbst waren bei stichprobenartigen Sektionen der Gallen bei Konstanz *Orchestes fagi* gefunden worden. Ob die Käfer die Gallen gezielt zur Überwinterung aufsuchen, kann hier nicht geklärt werden. Zunächst müsste in Verhaltensexperimenten oder mit entsprechenden Lockfallen festgestellt werden, ob die Tiere im Herbst den Geruch der Fichte attraktiv finden und dieses anfliegen.

Die recht individuenstarke Gruppe der „Milben“, konnte im Rahmen der Arbeit leider nicht weiter identifiziert werden konnten. Lediglich Familien der Moosmilben (Oribatidae) und Schnabelmilben (Bdellidae) wurden separat ausgezählt. Über die ökologische oder nahrungsbiologische Einordnung dieser Gesamtgruppe und ihrer Bedeutung in der Überwinterungsfauna kann daher nichts spezifiziert werden. Dass die auf Nadelbäumen häufigen Fichtenspinnmilbe (*Oligonychus ununguis*, Tetranychidae) bei stichprobenartiger Sichtung der Milben nicht festgestellt werden konnte, wird daran liegen, dass die Art nicht als Larve oder Imago überwintert, sondern als Ei (vgl. SCHELLER 2009). Es ist aber nicht ausgeschlossen, dass räuberische Milben, die Antagonisten der Fichtenspinnmilbe sind, in den Gallen überwintern. Erwähnenswert sind in dem Zusammenhang aber zwei Funde des auf Spinnmilben spezialisierten Spinnmilben-Marienkäfers (*Stethorus pusillus*).

Wir konnten zeigen, dass überwinternde Arthropoden die großkammerige Gallen von *Adelges viridis* / *abietis* den kleinkammerigen von *A. laricis* / *tardus* gegenüber bevorzugen. Hier sind über alle Funde hinweg signifikante Unterschiede in der Individuendichte wie auch in der Artendichte festgestellt worden. Hier mögen rein morphologische Zusammenhänge eine Rolle spielen, denn in großen Kammern können sich mehr Individuen einfinden. Für verhältnismäßig große Besiedler wie den Buchenspringrüssler können die Kammern in den kleinkammerigen Gallen zuweilen schlicht zu eng sein.

Grundsätzlich können Unterschiede in der Besiedlung verschiedener Standorttypen auf vielerlei Faktoren zurückzuführen sein. Die Baumzusammensetzung mag z.B. die Gallenbesiedlung durch den Buchenspringrüssler, *Orchestes fagi*, mitbestimmen. Dass in den untersuchten Fichtenmonokulturen sich trotzdem einige dieser Buchentiere in den Gallen aufhielten, ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass sich hier und da einzelne Buchen befanden. Das beobachtete etwas stärkere Auftreten der Schmierlaus *Phenacoccus piceae* in



Abb. 6: Präparat eines Wintergoldhähnchens (*Regulus regulus*) zur Testung der Schnabeleindringtiefe an kleinkammerigen (links) und großkammerigen (rechts), winterstehenden Adels-Gallen.

Waldrandlagen kann damit zusammenhängen, dass die Fichten hier unter einem stärkeren Trockenstress leiden als im Bestandsinneren, was im allgemeinen Pflanzensauger begünstigt (vgl. WARING & COBB, 1992).

5.2 Relation zwischen Goldhähnchen und Ananasgallen

Die reduzierte Nahrungsverfügbarkeit im Winter stellt für die Goldhähnchen eine große Herausforderung dar, da die kleinen Vögel nicht wie die Meisen auf fetthaltige Samenkost ausweichen können. Sie müssen pro Tag in etwa eine ihrem Körpergewicht entsprechende Menge an Insekten und anderen Arthropoden aufnehmen (THALER-KOTTEK, 1990; NORBERG, 2021).

Detaillierte Untersuchungen von THALER-KOTTEK (1990) zeigen, dass Springschwänze den Hauptbestandteil Goldhähnchen-Nahrung ausmachen. Hinzu kommen vor allem Spinnen, Staubläuse, verschiedene Larven sowie ein Vertreter der Rüsselkäfer. Unsere Untersuchung hat gezeigt, dass die Gallen durchaus viele dieser Beutetiere beherbergen. Explizierte Beobachtungen von gallenabsuchenden Goldhähnchen konnten im Rahmen der Studie nicht getätigt werden. Obwohl THALER-KOTTEK 1990 beschreibt, dass die Vögel fast ausschließlich auf Sichtkontakt zupicken, ist nicht auszuschließen, dass sie die Insekten aus den Gallen herausfressen, da die Kammern, in denen sich die Arthropoden befinden, vor allem bei den großen Gallen weit geöffnet sind. Ein Indiz, dass Goldhähnchen auch verborgene Nahrung erschließen, liefert THALER-KOTTEK selbst, denn sie berichtet, dass die Gallen der Lärchengallmücke gezielt aufgepickt werden (THALER-KOTTEK 1973). Dass die Goldhähnchen mit ihrem feinen Schnabel zumindest in die Kammern der großkammerigen Gallen hinein reichen können, zeigt Abb. 6. Es ist zu erkennen, dass der Schnabel des Wintergoldhähnchens bei der großen Galle etwa bis zur Hälfte in die Kammer hineinpasst, in die Öffnungen der kleinen Gallen hingegen nur die Spitze des Schnabels. Entsprechende experimentelle Abschätzungen mit Präparaten von Tannenmeise (*Periparus ater* (L.)) und die Haubenmeise

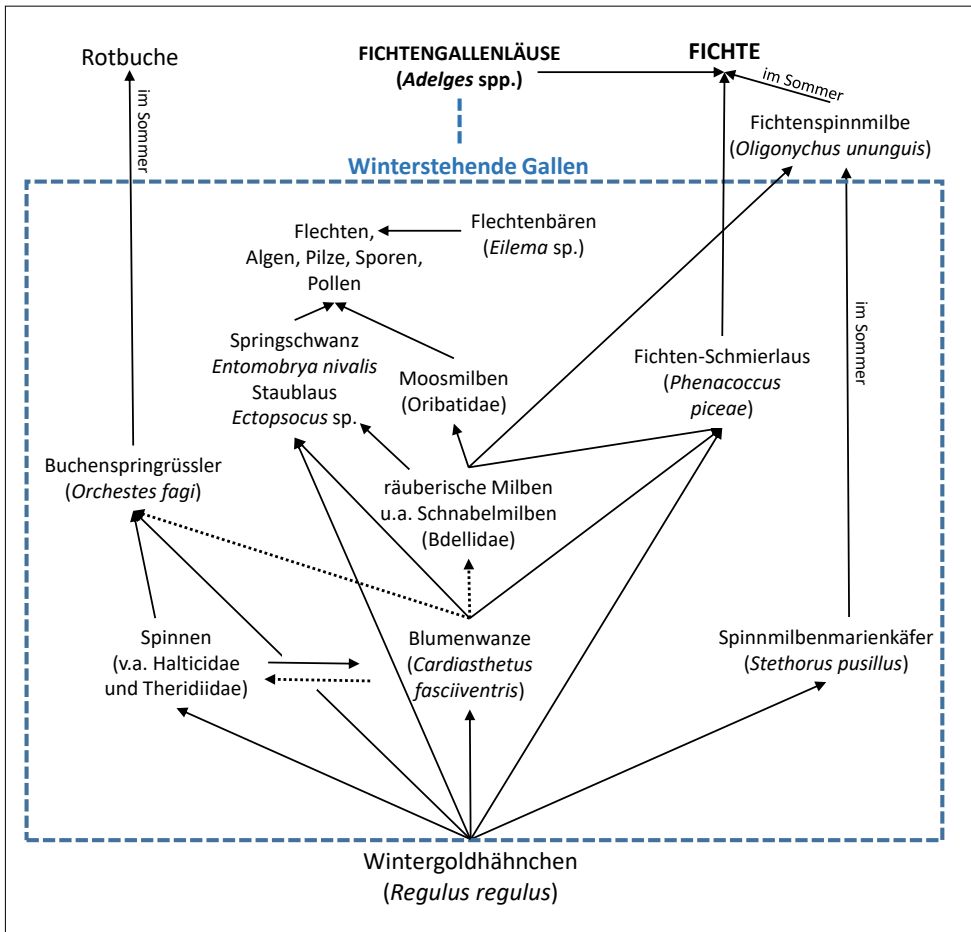


Abb. 7: Beziehungsnetz ausgewählter Bewohner winterstehender Gallen (blau umrahmt) der Fichtengallenläuse (*Adelges* spp.). Pfeile zeigen potentielle Nahrungsbeziehungen auf.

(*Lophophanes cristatus* (L.)) ergaben, dass ihre Schnäbel nur knapp in die Höhlungen der großkammerigen Gallen stecken können, nicht aber in die kleinkammerigen Gallen.

5.3 Biozönose

Die Gemeinschaft der Sekundärfauna lässt sich nach unseren Befunden und Abschätzungen daher biozönotisch wie in Abb. 7 darstellen, wobei hier nur die regelmäßig gefundenen, oder signifikanten Arten, d. h. solche mit einer wahrscheinlichen Bindung zur Fichte einbezogen sind. Die untersuchten Gallen sind also aus ökologischer Sicht nicht nur als Produkt (und Nachweismöglichkeit) der Fichtengallenläuse (*Adelges* spp.) zu sehen, sondern auch als möglicherweise signifikante Überwinterungslebensräume und Mikronahrungshabitate. In welchem Maße und von welchen Arten die verholzten, alten Gallen im Sommerhalbjahr besiedelt werden, bedarf weiterer Untersuchungen.

Danksagung

Wir danken Herrn Dr. Manfred Ullitzka (Offenburg) für die Bestimmung der Thysanopteren, Herrn Holger Martz (Konstanz) für die Identifizierung mancher Käfer und Herrn Dr. Donald Geci (Pristina) für die Zuordnung der gefundenen Spinnen.

Literatur

- ALBERTI G. (1973): Ernährungsbiologie und Spinnvermögen der Schnabelmilben (Bdellidae, Trombidiformes). Z. Morph. Tiere, 76: 285-338.
- ALBRECHT, A. C. (2017): Illustrated identification guide to the nordic aphids feeding on conifers (Pinophyta) (Insecta, Hemiptera, Sternorhyncha, Aphidomorpha). European Journal of Taxonomy, 338: 1-160.
- ARACHNOPHOTO (23.2.2024): *Chalcoscirtus infimus* (Simon, 1868) – ArachnoPhoto. <https://www.arachnophoto.com/en/salticidae-2/chalcoscirtus-infimus/>
- BELLMANN H., SPOHN, M., SPOHN, R. (2018): Faszinierende Pflanzengallen: Entdecken - Bestimmen - Verstehen. 480 S., Quelle & Meyer, Wiebelsheim.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (Hrsg.) (2021): Waldbericht der Bundesregierung 2021, 84 S.
- CHRISTIANSEN E., BAKKE A. (1988): The spruce bark beetles of Eurasia. S. 479-503. In Berryman, A. A. (Hrsg.): Dynamics of forest insect populations: patterns, causes, implications. population ecology. Springer US, Boston, MA.
- ELLIS W. N. (23.2.2024): Plant Parasites of Europe. <https://bladminerders.nl/>
- HASELBÖCK A. (23.2.2024): Theridion varians. https://www.naturspaziergang.de/Spinnen/Theridion_varians.htm
- HAVILL N. P., FOOTIT R. G. (2007): Biology and evolution of Adelgidae. Annual Review of Entomology, 52: 325-349.
- HERNANDES F. A., SKVARLA M. J., FISHER J. R., DOWLING A. P. G., OCHOA R., UECKERMANN E. A., BAUCHAN G. R. (2016): Catalogue of snout mites (Acariformes: Bdellidae) of the world. Zootaxa, 4152 (1): 1-83.
- KAPE, B. (1997): Einblick in ein Mikroökosystem: Ökologie der Brennesselgallmücke *Dasineura urticae* Perris 1840. Deutsche Hochschulschriften 1135, 314 S., Hänsel-Hohenhausen, Eglesbach, Frankfurt, Washington.
- KOPELKE, J. P. (2008): Lebensraum Pflanzengalle. Biodiversität auf kleinstem Raum. Natur und Museum, 138: 134-136.
- LAUTERBACH, S., HÖRREN, T., SCHMITT, M. (2020): Beitrag zur Kenntnis der Spinnentiere (Arachnida: Araneae, Opiliones, Pseudoscorpiones) aus Essen (Ruhr) und angrenzenden Gebieten. Elektronische Aufsätze der Biologischen Station Westliches Ruhrgebiet 40, 1-40.
- LOMPE, A. (Hrsg.) (23.2.2024): Die Käfer Europas - Ein Bestimmungswerk im Internet - <https://coleonet.de/coleo/index.htm>.
- KLAPKAREK N. (23.2.2024): Netz-Springspinne (*Neon reticulatus*). <https://www.natur-in-nrw.de/HTML/Tiere/Spinnen/TSP-354.html>.
- KOSZTARAB, M., KOZAR, F. (1988): Scale insects of Central Europe. 456 S., Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, Boston, Lancaster.
- MALUMPHY, C., OSTRASKAS, H., PYE, D. (2008): A provisional catalogue of scale insects (Hemiptera, Coccoidea) of Lithuania. Acta Zoologica Lituanica, 18, 108-121.
- NORBERG R.Å. (2021): Test of theory of foraging mode: Goldcrests, *Regulus regulus*, forage by high-yield, energy-expensive hovering flight when food is abundant but use low-yield, low-cost methods when food is scarce. Ecology and Evolution, 11: 16547-16561.

- OVERGAARD NIELSEN, G. (1970): Observation on the hibernation of the Beech Weevil (*Rhychaenus fagi* L.) in Denmark. Ent. Scan., 1: 223-226.
- ROSS H. (1932): Praktikum der Gallenkunde „Cecidologie.“ Biologische Studienbücher. 312 S., Springer, Berlin.
- SCHATZ, H. (1979): Über Ernährungsbiologie von Oribatiden (Acari) im Hochgebirge (Obergurgl, Tirol). Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck, 66: 7-20.
- SCHELLER, H. D. v. (2009): Zur Biologie und Schadwirkung der Nadelholzspinnmilbe *Oligonychus ununguis* Jacobi (Acar. Tetr.) und der Fichtenröhrenlaus *Liosomaphis abietina* Walker (Hom. Aphid.). J. Appl. Ent., 51(1-4):69-85.
- SCHWENKE, W. (Hrsg.) (1972): Die Forstschädlinge Europas. Bd. 1 Würmer, Schnecken, Spinnentiere, Tausendfüßler, und hemimetabole Insekten. 464 S.: P. Parey, Hamburg, Berlin.
- SCHMIDT-VOGT, H. (1987): Die Fichte, Bd. 1 Taxonomie, Verbreitung, Morphologie, Ökologie Waldgesellschaften. 647 S., P. Parey, Hamburg, Berlin.
- SORG, M. (2007): Rosengallen: Eine Einführung in das Kleinökosystem der von *Diplolepis rosae* (L.) [Hymenoptera: Cynipidae] verursachen Gallen. Mitt. Entomol. Verein Krefeld, 1: 1-19.
- STREITEL, L. (2024): Bedeutung der Gallen der Fichtengallenläuse (Hom. Adelgidae) als Überwinterungshabitate für Arthropoden. 44 S., Bachelorarbeit Universität Konstanz.
- THALER-KOTTEK E. (1973): Zum Verhalten überwinternder Goldhähnchen (*Regulus r. regulus* (L.)) in der Umgebung Innsbrucks (Nordtirol: Österreich). Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck 60: 167-182.
- THALER-KOTTEK E. (1990): Die Goldhähnchen: Winter- und Sommergoldhähnchen *Regulus regulus*, *Regulus ignicapillus*. Wittenberg Lutherstadt: A. Ziemsen Verlag. 166 S.
- TOROSSIAN, P.C. (1971): Faune secondaire des galls de Cynipidae: I. Étude systématique des fourmis et des principaux arthropodes récoltés dans les galls. Insectes Sociaux, 18: 135-154.
- TYMANN G. (24.2.2024): *Cardiastethus fasciiventris*, in: Wanzen-im-Ruhrgebiet. <https://www.wanzen-im-ruhrgebiet.de/artenprofile/anthocoridae/cardiastethus-fasciiventris/>.
- WARING G.L. & COBB, N. S. (1992): The impact of plant stress on herbivore population dynamics. S. 168-226. In: BERNAYS, E.A. (Hrsg.): Insect-plant interactions. CRC Press, Boca.
- ZAHRADNIK, J. (1990): Forest: conifers. S. 633-644. In: ROSEN, D. (Hrsg.) Armored scale insects: Their biology, natural enemies and control. Amsterdam: Elsevier.
- ZÚBRICK M., KUNCA A., CSÓKA G. (2013): Insects and diseases: Damaging trees and shrubs of Europe, 535 S., NAP Editions.

Mitt. Bad. Landesverein Naturkunde u. Naturschutz	Bd.27	2025	DOI: 10.6094/BLNN/Mitt/27.09	Seiten 157-168	Freiburg/Breisgau Oktober 2025
--	-------	------	------------------------------	----------------	-----------------------------------

Neue Naturschutzgebiete im Regierungsbezirk Freiburg

NSG „Lupfen“ – Ringen um den „Wächter der Baar“

JOACHIM GENSER

Zusammenfassung: Im März 2024 trat die Verordnung zum Naturschutzgebiet „Lupfen“ nach heftigen Auseinandersetzungen vor Ort in Kraft. Geschützt wird auf 107 ha Fläche der gleichnamige Zeugenberg im Landkreis Tuttlingen und Hausberg der Gemeinde Talheim. Das NSG umfasst verschiedene Waldgesellschaften, Wacholderheiden, Magerrasen und Wirtschaftsgrünland. Beschrieben werden schützenswerten Lebensräume und Arten sowie das schwierige Ausweisungsverfahren.

Schlüsselwörter: Naturschutzgebiet, Lupfen, Wacholderheide, Tannen-Buchenwald, Talheim, Tuttlingen

Abstract: The new nature reserve „Lupfen“ was established in March 2024 after serious disputes. An area of 107 hectares of the striking and free standing mountain near Talheim (Tuttlingen County) is now protected. The nature reserve includes various communities of forests, Juniper heath and calcareous grassland. The area's habitats and species worth protecting as well as the controversial protection process are described.

1. Einleitung und Historie

Der Lupfen ist einer der markantesten Berge der Südwestalb („Wächter der Baar“), dessen typisch schrägstehende Silhouette schon von der Ostabdachung des Schwarzwaldes (zum Beispiel von den Höhen um Döggingen) ins Auge fällt. Sein Name „Lupfen“ als Ortsbezeichnung taucht in Süddeutschland in interessantem Zusammenhang auf. Die ab 1065 nachweisbare Stammburg des Adelsgeschlechts der Grafen von Lupfen befindet sich auf dem gleichnamigen Berg oberhalb der Gemeinde Talheim – er ist Gegenstand dieses Artikels. Nach 1251 erbauten die Adeligen zudem die Burg Stühlingen, nachdem diese Landgrafschaft in ihren Herrschaftsbereich gefallen war. In die Geschichte eingegangen sind Grafen, Burg und die Stadt Stühlingen durch die Ereignisse des 23. Juni 1524. Die Erhebung der Unterta-

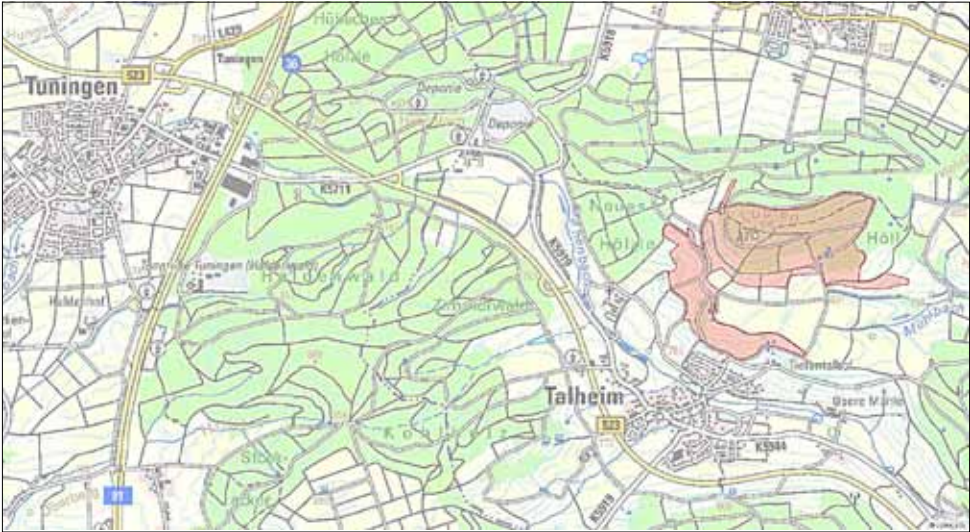


Abb. 1: Lage des NSG Lupfen (rot) bei Talheim, Landkreis Tuttlingen.
 The nature reserve Lupfen (red) is located near Talheim, Tuttlingen County, Baden-Württemberg.
 Grundlage: Räumliches Informations- und Planungssystem (RIPS) der LUBW. Amtliche Geodatenbasis © LGL, www.lgl-bw.de, AZ.: 2851.9-1/19

nen gegen ihre Herrschaft an diesem Tag markiert in der Geschichtsschreibung den Beginn des Bauernkriegs, der vor Ort ein ganzes Jahr anhalten sollte.

Zurück nach Talheim: Von der Stammburg auf dem Lupfen ist heute nicht viel mehr zu sehen als ein paar Steine – sie wurde 1377 erstmalig und 1416 endgültig zerstört. Ihr Standort, der Lupfen, markiert mit 977 m ü. NN die höchste Erhebung der Baaralb. Seine Verbindung zur Albtal ist durch rückschreitende Erosion allerdings gekappt, so dass er wie der benachbarte Hohenkarpfen als Zeugenberg bezeichnet wird. Durch seine Höhe und die zur Baar vorgeschobene Lage wird er im Volksmund auch „Wächter der Baar“ genannt.

Sein Erscheinungsbild dürfte über viele Jahrhunderte weitgehend gleich geblieben sein, es hat sich aber in den vergangenen gut 100 Jahren deutlich verändert. War bis ca. 1900 nur die oberste Kuppe mit ihren Steilhängen bewaldet, ziehen sich die Bäume heute sehr viel weiter hinunter. Dabei fällt auf, dass der historische Wald der Kuppe sehr naturnah und expositionsabhängig aus verschiedenen Waldgesellschaften aufgebaut ist. Scharf ist die Grenze zu den sich hangabwärts anschließenden zeitlich jüngeren Beständen. Sie bestehen fast ausschließlich aus Fichte.

Ein Blick auf die Flurkarte von 1839 und alte Fotografien offenbaren den Hintergrund der heutigen Feld-Waldverteilung und ihre jüngste Entwicklung. Bis zu Beginn des 20. Jahrhunderts umgab eine alte Heidelandschaft die sonnigen und etwas flacheren Bereiche des Bergs unterhalb des Steilhangs. Dieser sogenannte „Lupfenberger Wasen“ bestand aus Weideflächen und einem Netz von Triebwegen. Die Bezeichnung „Wasen“ ist insofern interessant, als damit seinerzeit schlechtwüchsiges und oft feuchtes (oder wechsel-feuchtes)



Abb. 2: Der Lupfen von Südwesten. Naturnahe alte Wälder bedecken die Kuppe, die Fichtenbestände markieren die Ausdehnung des ehemaligen „Lupfenberger Wasen“; dazwischen sind die verbliebenen halboffenen Heideflächen erkennbar. Am unteren Bildrand die ersten Häuser von Talheim.
 The Lupfen seen from south-west. Near-natural forests cover the hilltop, spruce stands mark the extent of the former 'Lupfenberger Wasen'; the remaining semi-open heathland can be recognized in between. The first houses of Talheim can be seen at the lower edge of the picture. (Foto: Joachim Genser)

Grünland bezeichnet wurde. Dies erscheint auf den ersten Blick irritierend für einen Südhang über Jurakalk. Die Ausdehnung der Heide folgte allerdings ziemlich exakt der Dentallion-Formation des Braunen Jura mit ihren stauenden Ton- und Mergelschichten – so werden sowohl die Bezeichnung „Wasen“ als auch die Flora auf den verbliebenen Restflächen verständlich.

Mit dem Niedergang der Schafhaltung begann um 1900 die Aufforstung großer Teile der Heide mit Fichten. Der nachlassende Weidedruck auf den nicht bepflanzten Flächen und entlang der Triebwege führte in den darauf folgenden Jahrzehnten allmählich zu immer stärkerer Gehölzsukzession.

Die Ausweisung des Lupfen als Naturschutzgebiet wurde ab 2014 geplant. Nach anfänglich kritisch-positiver Grundhaltung vor Ort drehte sich, auch aufgrund veränderter Zusammensetzung der kommunalen Gremien, die Stimmung zu Beginn des Verfahrens im Jahr 2022. In Kapitel 3 wird darauf näher eingegangen.

2. Gebietsbeschreibung

Manche Schutzgebiete stechen durch ihre einzigartige Vegetation, Flora oder Fauna hervor und scheinen von daher prädestiniert für eine Ausweisung als NSG. Der Lupfen drängt sich nicht primär aus dieser Perspektive in den Vordergrund. Seine naturschutzfachlichen Qualitäten liegen in einem anderen Bereich.

Was aber macht den Lupfen so bemerkens- und schützenswert? Eine große Rolle spielt der Typus Zeugenberg. Wie auf einer kleinen Insel sind die Hänge in alle Himmelsrichtungen exponiert und dies mit allen anstehenden Gesteinsschichten. Geologisch reicht die Palette innerhalb des Schutzgebiets vom Weißjura β als jüngster Schicht am Gipfel über den Braunen Jura bis hinunter in den Opalinuston an der Grenze zum Schwarzen Jura. Darüber hat sich die unterschiedliche Bodenbildung und daran angepasst eine Jahrtausende währende wechselvolle menschliche Nutzungsgeschichte gelegt. Jeder Teil des Bergs wurde je nach Bedürfnis und technischen Möglichkeiten unterschiedlich genutzt. Das Ergebnis zeigt jetzt im 21. Jahrhundert eine große Vielfalt an Lebensräumen – Zeugen sowohl vergangener Bewirtschaftungen, als auch unseres aktuellen Handelns.

Grob gliedert sich der Lupfen in vier große Einheiten: Naturnahe Wälder auf der Kuppe und an den Nord- und Osthängen, fichtendominierte Bestände am oberen Südhang, eine strukturreiche offene Kulturlandschaft mit Heide, Feldgehölzen, Obstbäumen und Grünland am Süd- und Westhang sowie intensiv genutzte Äcker auf einer Verebnung weicher Braunjura-Schichten. Das Schutzgebiet umfasst bis auf die Ackerflur und Teile der Fichtenforste alle naturschutzrelevanten Bereiche.

2.1 Vegetation und Flora

Auffallend sind selbst für den botanischen Laien die vielfältige Vegetation und eine ästhetisch ansprechende Landschaft, die sich um den Berg legt. Bedeutend ist der Lupfen vor allem aufgrund der Repräsentanz einer historischen Kulturlandschaft an der Schnittstelle zwischen Baar und Südwestalb.

2.1.1 Wälder Beginnen wir im Norden. Die kühl-schattigen Hänge in nördlicher Exposition werden fast vollständig von eindrucksvollen Tannen-Buchenwäldern (früher Abieti-Fagetum, heute eher Galio-Fagetum) eingenommen (vgl. Abb. 3). Die Weißtanne (*Abies alba*) ist auf der Südwestalb in dieser Höhenlage natürlich verbreitet und stellenweise der Rotbuche (*Fagus sylvatica*) beigemischt. Am Lupfen dominiert sie den Wald vor der Buche und dies auch optisch mit einem Alter von 120 bis 150 Jahren. Nach OBERDORFER (1992) ist die Abgrenzung der „Tannenwälder“ gegenüber „Tannen-Buchen-Wäldern“ oft unklar und schwierig, da vielfach die Nadelbäume direkt oder indirekt durch den Menschen gefördert worden sind. Man darf jedoch davon ausgehen, dass die Bestände hier aus Naturverjüngung stammen und autochthon sind. Die Krautschicht ist reich an Hochstauden wie Hasenlattich (*Prenanthes purpurea*) und Wald-Geißbart (*Aruncus dioicus*) sowie den für diese Waldgesellschaft typischen Wald-Schwingel (*Festuca altissima*).

Auf der Bergkuppe und an den Süd- und Westhängen wachsen naturraumtypische Waldgersten- und Seggen-Buchenwälder. Erwähnenswert sind als Hochstauden der präalpin verbreitete Wolfs-Eisenhut (*Aconitum lycoctonum*) und der östlich verbreitete Wollige Hahnenfuß (*Ranunculus lanuginosus*).

Oben erwähnt wurden bereits die Fichtenbestände über der ehemaligen Heide des „Lupfenberger Wasen“ und auf vermutlich mageren Wiesen. Sie sind botanisch interessanter, als ein oberflächlicher Blick vermuten lässt und doch typisch für Wälder mit dieser Geschichte. Nadelholzaufforstungen oder -sukzessionen auf Magerrasen sind aufgrund der mycorrhizafördernden Nadelstreu oft orchideenreich – so auch hier. Neben Waldvögelein



Abb. 3: Nordisch anmutende Tannen-Buchenwälder am Nordhang des Lupfen mit dominierender Weißtanne. Resembling northern fir-beech forests on the northern slope of the Lupfen, dominated by silver fir. (Foto: Hans-Peter Döler)

(*Cephalanthera* ssp.), Stendelwurzarten und Zweiblatt (*Listera ovata*) findet sich als Besonderheit auch die saprophytische Korallenwurz (*Corallorhiza trifida*) (Abb. 4). Der reliktsche Zwergbuchs (*Polygala chamaebuxus*) erreicht am Lupfen mit einem kleinen Bestand die Nordwestgrenze seiner Verbreitung in Europa.

2.1.2 Grünland Die Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung ist auch an Talheim nicht spurlos vorübergegangen. Die blumenbunten Wiesen aus den Apothekenkalendern sind aus weiten Teilen des Krähenbachtals, das sich von Talheim hinunter zur Donau bei Möhringen zieht, verschwunden. Am Lupfen gibt es sie vereinzelt noch; in einigen Fällen flächig, häufig aber nur noch als mehrere Meter breite Randstreifen entlang der Wege oder Grundstücksgrenzen (vgl. Abb. 5). Ihnen kommt zugute, dass am Rand oft auf die letzte Maschinbreite Gülle oder Mineraldünger



Abb. 4: Die Korallenwurz (*Corallorhiza trifida*) ist eine seltene und gern übersehene saprophytische Orchidee moosreicher, oft schattiger Fichtenwälder. Early coralroot (*Corallorhiza trifida*) is a rare and often overlooked saprophytic orchid of moss-rich, predominantly shady spruce forests. (Foto: Hans-Peter Döler)



Abb. 5: Typische Glatthaferwiese im Ostteil des Schutzgebiets. Oft sind solche artenreichen und von Kräutern dominierten Bestände auf die weniger gedüngten Grundstücksränder zurückgedrängt.
Lowland mesophile hay meadow in the eastern part of the nature reserve. Such species-rich and herb-dominated meadows are often pushed back to the lesser fertilised edges of the lot. (Foto: Joachim Genser)

verzichtet wird. Hier versammelt sich dann die ganze Farbenpracht aus weiß, blau, lila, rot und gelb. Übersetzt in Arten: Wucherblume oder Margerite (*Leucanthemum vulgare*), Wiesen-Glockenblume (*Campanula patula*), Acker-Witwenblume (*Knautia arvensis*), Rotklee (*Trifolium pratense*), Wiesen-Bocksbart (*Tragopogon pratensis*), Zottiger Klappertopf (*Rhinanthus alectorolophus*). Trotz der Höhenlage kommt auch der Wiesen-Salbei (*Salvia pratensis*) in allen wärmebegünstigten Wiesen vor. Weidetiere sind ebenfalls präsent, wenn auch andere, als zu früheren Zeiten (vgl. Abb. 6). Drei verbliebene Wacholderheiden werden, gefördert von der Naturschutzverwaltung, mit Galloway- und Highland-Rindern beweidet.

Von den Wacholderheiden, die bis um 1900 das Bild des Lupfensüdhangs prägten, sind wie erwähnt nur noch Reste vorhanden. Sie umsäumten früher den damals nur die Kuppe bedeckenden Wald auf den schlechtwüchsigen Mergelstandorten des Oberen Braunen Juras (Dentalienton-Formation) auf der gesamten Südseite des Berges. Die verbliebenen Heiden in den Gewannen „Hagwies“ und „Heeresch“ illustrieren gut die ungewöhnlichen Standortsverhältnisse: Zusätzlich zum typischen Magerrasen kommt es über den Mergeln und Tonen an vielen Stellen zu wechselfeuchten, ja sogar quelligen Verhältnissen. Diese ermöglichen Vorkommen von Arten, die im Naturraum teils ausgesprochen selten sind: Sumpfstendelwurz (*Epipactis palustris*), Spatelblättriges Greiskraut (*Tephrosia helenitis*) und Saum-Segge (*Carex hostiana*). Zusätzlich gibt es große Vorkommen von Wechselfeuchtezeigern wie Knollige Kratzdistel (*Cirsium tuberosum*) und Spargelbohne (*Lotus maritimus*) sowie des Gelben Enzians (*Gentiana lutea*).



Abb. 6: Mit Pferden beweideter Streuobstbestand im Westteil des Schutzgebiets. Bei gut dosierter Beweidungsintensität können auch Pferde naturschutzwichtige Strukturen erhalten.
Orchards grazed by horses in the western part of the nature reserve. Under a well-dosed grazing intensity, horses can also maintain structures that are important for nature conservation. (Foto: Joachim Genser)

2.1.3 Hecken, Feldgehölze, Streuobst Schon von weitem fällt der Hecken- und Gehölzreichtum der Lupfenhänge auf – eine Augenweide besonders Anfang Mai zur Blütezeit des Weißdorns. Die Arten- und Strukturvielfalt ist enorm: Streuobstbestände, Eichenhaine, Feldgehölze und besonders viele durchgewachsene Hochhecken, die sich zu Baumhecken entwickeln. Allen gemeinsam ist ein großer Artenreichtum an Holzgewächsen.

In den Hecken dominiert die Schlehe (*Prunus spinosa*). Beigemischt sind verschiedene Rosenarten, Hasel (*Coryllus avellana*) und auffällig viele Weißdorne (*Crataegus monogyna*, *C. laevigata*). Der letzte Rückschnitt durch Landwirte liegt überall Jahrzehnte zurück. Die Hecken sind durchgewachsen, manche brechen gar in sich zusammen und werden von Eschen (*Fraxinus excelsior*), Feld-Ahorn (*Acer campestre*), Trauben-Eichen (*Quercus petraea*) und Vogel-Kirschen (*Prunus avium*) übergipfelt.

2.2 Fauna

Der Kenntnisstand zur Tierwelt ist in vielen Schutzgebieten noch immer unbefriedigend. Um so erfreulicher, dass die Datenlage zum Lupfen immerhin einen guten Überblick zur Vogelwelt und Heuschreckenfauna zulässt.

2.2.1 Vogelwelt Nach einer ersten groben Bestandserhebung im Jahr 2014 durch Ehrenamtliche erfolgte 2020 für wesentliche Teile des geplanten NSG eine Aktualisierung der naturschutzrelevanten Arten (HARRY, 2020). Insgesamt konnten dabei 97 Vogelarten nach-



Abb. 7: Von der Sumpf-Stendelwurz (*Epipactis palustris*) gibt es nur wenige Fundorte im Landkreis Tuttlingen. Am Lupfen wächst ein Bestand in der Wacholderheide „Hagwies“ im Bereich der stau- und wechselfeuchten Dentalienton-Schichten. There are only a few sites of the marsh helleborine (*Epipactis palustris*) in the county of Tuttlingen. At the Lupfen, it grows in the 'Hagwies' heath in areas atop the waterlogged and alternately moist layers of „Dentalienton“. (Foto: Hans-Peter Döler)



Abb. 8: Die Spargelschote (*Lotus maritimus*) benötigt ähnliche Wuchsorte wie die Sumpf-Stendelwurz und kommt außerhalb von Moorwiesen auch in wechselfeuchten Magerrasen vor. Die Bestände entlang des Lupfen-Südhangs sind erstaunlich individuenreich. The dragon's teeth (*Lotus maritimus*) requires similar growing sites as the marsh helleborine. It also occurs in alternating wet grasslands outside fens. The populations along the southern slope of the Lupfen are surprisingly rich in individuals. (Foto: Hans-Peter Döler)

gewiesen werden, davon mindestens 45 Brutvögel. Bei 5 weiteren Arten ist eine Brut zumindest zu vermuten.

Mit dem Bluthänfling kommt eine landesweit stark gefährdete Art als Brutvogel am Lupfen vor. Er ist mit ca. 7.000–10.000 Brutpaaren in Baden-Württemberg zwar keine sehr seltene Art, zeigt aktuell aber eine stark negative Bestandsentwicklung. Die Art brütet bevorzugt in dichten Hecken und Büschen und ist als typische Art strukturreicher Kulturlandschaften anzusehen.

Zu dieser Gruppe gehören noch weitere Arten: Hohe Dichten gibt es z.B. beim Neuntöter und der Dorn- und Klappergrasmücke. All diese Arten erreichen Brutdichten von mehr als 1 Revier/10 ha, bei der Dorngrasmücke sogar über 2,5/10 ha im Offenland. Auch die sehr hohen Dichten der Goldammer (über 5 Reviere/10 ha) werden nur in optimal strukturierten Offenlandschaften erreicht.

Der Ruf der Wachteln ist unter dem immer weiter steigenden Nutzungsdruck auf Wiesen und Äcker leider selten geworden. Immerhin auf zwei Wiesen konnte dieser Bodenbrüter nachgewiesen werden. Die Art ist typisch für busch- und baumfreie Ackerlandschaften und Grünlandgebiete, brütet allerdings insbesondere in höheren Lagen auch näher an Gehölz- kulissen. Als sogenannter Invasionsvogel kann seine Präsenz und Bestandsgröße von Jahr zu Jahr erheblich schwanken.

Bei einem Besuch des Lupfen steht man fast immer unter Beobachtung durch Kolkraben. Regelmäßig hört oder sieht man die eindrucksvollen Rabenvögel über den Baumwipfeln. Manchmal kann man über 20 Tiere (sicher Nichtbrüter) über den Hängen beobachten – der Berg scheint als Nahrungshabitat und wegen seiner Windverhältnisse eine große Attraktivität zu besitzen.

2.2.2 Heuschrecken Die Erfassung der Heuschrecken förderte 14 verschiedene Arten zutage. Unter den Chorthippus-Arten (*Chorthippus biguttulus*, *Chorthippus brunneus* und *Chorthippus parallelus*) ist *C. parallelus* die häufigste Art. Verbreitet in allen Gebietsteilen sind auch die beiden Goldschreckenarten *Chrysochraon dispar* (Große Goldschrecke) und *Euthystira brachyptera* (Kleine Goldschrecke). Feldgrille (*Gryllus campestris*) und Kurzflügelige Beißschrecke (*Metrioptera brachyptera*) dagegen lassen sich nur in wenigen Bereichen nachweisen. Im Unterschied zur Feldgrille ist für *Metrioptera brachyptera* ein starker Rückgang festzustellen – landesweit 100 Rasterfelder wurden von ihr geräumt. Insbesondere die Vorkommen in den Tieflagen sind aufgrund der Erwärmung mit ihren längeren Trockenzeiten für diese Art nahezu komplett zusammengebrochen. Habitatverluste resultieren vor allem aus Sukzessionsvorgängen und der damit verbundenen Beschattung z.B. staudenreicher Säume. Die eingeschränkte Mobilität (Flugfähigkeit besitzt nur die seltene langflügelige Form) führt dazu, dass Neubesiedlungen überhaupt nicht oder nur sehr langsam erfolgen. Die starken Barrierewirkungen durch Straßen, Siedlungen, große Waldgebiete



Abb. 9: Mit der Kurzflügeligen Beißschrecke (*Metrioptera brachyptera*) kommt am Lupfen eine Heuschreckenart vor, deren Bestand in Baden-Württemberg stark rückläufig ist. Die Embryonalentwicklung dauert 2-3 Jahre und benötigt ausreichend Feuchtigkeit. The Bog Bush Cricket (*Metrioptera brachyptera*) is a species of grasshopper found on the Lupfen, whose population is in sharp decline in the state of Baden-Württemberg. Embryonic development takes 2-3 years and requires sufficient moisture. (Foto: Hans-Peter Döler)



Abb. 10: Mit zahlreichen Plakaten brachten einige Bürger ihre ablehnende Haltung gegen das Schutzgebiet zum Ausdruck. Dabei wurden Plakate auch an Äckern aufgestellt, die bekanntermaßen nicht Bestandteil der Planung waren. Das NSG umfasst keine Ackerflächen. Some citizens expressed their opposition to the protection procedure with numerous posters. Posters were also put up on fields that were known not to be part of the planned conservation area. The nature reserve does not include any arable land. (Foto: Joachim Genser)

te oder Ackerflächen tun ihr übriges und behindern sowohl den Austausch zwischen Populationen, als auch die Neubesiedlung geeigneter Flächen.

3. Schutzverfahren

Es ist unverkennbar: Der Stellenwert eines Schutzes unserer natürlichen Lebensgrundlagen hat in den vergangenen Jahren eine dramatische Erosion erlitten. Die Gründe dafür sind vielfältig und im Zusammenhang mit einem anderen Thema, dem Klimaschutz, in den Medien erschöpfend analysiert worden. Analog gelten sie auch für die viel weniger beachtete, aber um nichts weniger dringliche staatliche und gesellschaftliche Aufgabe des Arten- und Biotopschutzes. In den Vordergrund haben sich mittlerweile aber andere Themen geschoben.

Verbindliche Regeln im Flächenschutz hatten es schon immer schwer, seit einigen Jahren haben sie es noch schwerer. Wenn Verunsicherung über die eigene ökonomische Zukunft um sich greift, dann möchte man sich nicht zusätzlich von einer manchmal als übergriffig empfundenen Verwaltung in der Freiheit der Grundstücks- oder Freizeitnutzung eingeschränkt sehen. In diesem gesellschaftlichen Klima gelang es für den Lupfen trotz des jahrelangen landschaftspflegerischen Engagements von Regierungspräsidium, Landratsamt und Landschaftserhaltungsverband nicht, vor Ort eine positive Einstellung zum NSG zu entwickeln.

Leider eignet sich das „grüne“ Thema Naturschutz besonders im ländlichen Raum besonders zur Polarisierung, einer Kampagne des „Wir gegen die“. Haben die Auseinandersetzungen diese Ebene erreicht, geht es meist nicht mehr um konkrete Inhalte. Die Kritik wird grundsätzlich, verallgemeinernd – so auch in Talheim. Das ist ein Problem für Fachverwaltungen, die die Sachlichkeit ins Zentrum ihrer Argumentation stellen und ausloten möchten, welche Regelungen einer geplanten Verordnung Probleme bereiten könnten. Das Schutzverfahren am Lupfen zeigte all dies wie unter dem Brennglas. Im Laufe der Gespräche ist schnell klar geworden, dass ein lösungsorientierter Dialog nicht von allen Bürgern gewünscht war. Dennoch bleibt nur die sachliche Erläuterung von dem, was ist, was sein wird und die geduldige, aber konsequente Konfrontation der Kritiker mit den Fakten. Formal hat dies letztlich zum Erfolg geführt. Ob man die Wortführer von den Naturschutzzielen überzeugt hat, ist allerdings fraglich.

Festzuhalten bleibt, dass in der Naturschutzverwaltung neue Strategien im Umgang mit Betroffenen entwickelt werden müssen. Auch wenn es zeit- und personalaufwändig ist: Bürgerschaft und Gemeinden sollten noch frühzeitiger in Planungen eingebunden werden, die Arbeit der Verwaltung muss medial präsent sein. Wichtig ist dabei auch, im Rahmen des fachlich Vertretbaren Gestaltungsmöglichkeiten aufzuzeigen. Generell gelten im Kleinen jene Vorschläge, die im Großen entwickelt wurden, z.B. bei der Umsetzung der Nationalen Biodiversitätsstrategie (PRÖBSTL, F. et. al., 2025). Schutzgebiete gemeinsam mit der Bevölkerung und Verantwortlichen vor Ort zu entwickeln, ist fachlich ein Spagat und dürfte häufig Wunschtraum bleiben, wie manche Nationalparkplanungen in Deutschland und der Schweiz aktuell belegen. Der Flächenschutz mit strengen Regelungen bei gleichzeitig guter Betreuung bleibt aber ein belegt erfolgreiches und daher zentrales Instrument für nachhaltigen Arten- und Biotopschutz.

4. Ziele und Zukunft

Die Zeit heilt viele Wunden, sagt der Volksmund. Vermutlich wird auch in Talheim Gelassenheit einkehren, wenn deutlich wird, dass sich der an die Wand gemalte Schrecken angeblicher behördlicher Regelungswut nicht eingestellt hat. Die Naturschutzverwaltung wird wie schon vor 2022 auf fachlicher Grundlage mit Ruhe und langem Atem an der Erhaltung und Aufwertung der Lebensräume im NSG „Lupfen“ arbeiten. Mit den teils aufwändigen Pflegemaßnahmen der letzten 15 Jahre konnten die verbliebenen Heideinseln wiederhergestellt und zum großen Teil einer Weidenutzung zugeführt werden. Auch im Wirtschaftsgrünland, an Waldsäumen und in den Wäldern selbst gibt es Potentiale. Wiesenextensivierung zur Erhöhung der Artenvielfalt, Verjüngung der Hecken oder die Schaffung lichter Feld-Wald-Übergänge sind nur Beispiele. Der Abschluss mehrerer naturschutzorientierter Bewirtschaftungsverträge mit Landwirten seit Inkrafttreten des Schutzgebiets zeigt, dass auch nach einer hitzig geführten Auseinandersetzung Pragmatismus einkehren kann. Durch Handeln überzeugen, das mit dem Reden konsistent ist – so kann Vertrauen aufgebaut werden und erhalten bleiben.

5. Besucherhinweis

Das Naturschutzgebiet ist gut mit Wanderwegen erschlossen. Von Talheim aus führen mehrere Varianten auf den Berg. Höhepunkt im wahrsten Wortsinne ist zweifellos der über 100 Jahre alte Aussichtsturm des Schwäbischen Albvereins auf dem Gipfel. Mit seinen knapp 23 Metern Höhe erreicht er die 1.000 m ü. NN und bietet eine spektakuläre 360° Sicht vom Schwarzwald bis zu den Alpen.

6. Literatur

- BELLMANN, H. (1993): Heuschrecken: beobachten, bestimmen. 2. Auflage. - Naturbuch Verlag, Augsburg. 349 S.
- BREUNIG, T. (2002): Rote Liste der Biotoptypen Baden-Württembergs. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., 74 (259-307).
- BREUNIG, T. u. S. DEMUTH (2023): Rote Liste der Farn- und Samenpflanzen Baden-Württemberg. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg [Hrsg.]. 4. Fassung, 220 S., Karlsruhe.
- BURRY, O. (2014): Erfassung der Brutvögel am Lupfen. Unveröff. Kartenwerk im Auftrag des RP Freiburg
- DETZEL, P., NEUGEBAUER, H., NIEHUES, M., ZIMMERMANN, P. (2022): Rote Liste und kommentiertes Verzeichnis der Heuschrecken und Fangschrecken Baden-Württembergs; Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg [Hrsg.]. Naturschutz-Praxis, Artenschutz, Band 15;
- DETZEL, P. (1998): Die Heuschrecken Baden-Württembergs. – Stuttgart, Ulmer; 580 S.
- DÖLER, H.-P. (2020): Naturschutzfachliches Gutachten zum geplanten NSG „Lupfen“. Unveröff. Gutachten im Auftrag des RP Freiburg, 70 S. mit Karten und Fotos
- FISCHER, J., STEINLECHNER, D., ZEHEM, A., u.a. (2020): Die Heuschrecken Deutschlands und Nordtirols, Bestimmen – Beobachten – Schützen; 2. Auflage, Quelle & Meyer, 368 S.
- HARRY, I. (2020): Brutvögel im geplanten NSG „Lupfen“; unveröff. Gutachten im Auftrag des RP Freiburg; 12 Seiten mit Revierkarte
- INGRISCH & KÖHLER (1998): Die Heuschrecken Mitteleuropas. – Die Neue Brehm-Bücherei Bd. 629. Magdeburg, Westarp Wissenschaften, 460 S.

REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG LGRB: <https://maps.lgrb-bw.de>; abgerufen am 14.04.2025

LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (2018): Arten, Biotope, Landschaft – Schlüssel zum Erfassen, Beschreiben, Bewerten; 5., ergänzte und überarbeitete Auflage

MAAS, S., P. DETZEL u. A. STAUDT (2002): Gefährdungsanalyse der Heuschrecken Deutschlands. Verbreitungsatlas, Gefährdungseinstufung und Schutzkonzepte. – BfN-Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag Münster. 401 Seiten.

NADIG, A. (1991): Die Verbreitung der Heuschrecken (Orthoptera: Saltatoria) auf einem Diagonalprofil durch die Alpen (Inntal-Majola-Begaglia-Lago di Como-Furche). – Jahresber. Naturforsch. Ges. Graubünden 106: 277-378.

OBERDORFER, E. (2001): Pflanzensoziologische Exkursionsflora.- 8. Aufl. 1051 S., Ulmer.

OBERDORFER, E. (Hg., 1993a): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil II, 3. Aufl., 355 S., Jena, Stuttgart, New York.

OBERDORFER, E. (Hg., 1992b): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil IV, Textband und Tabellenband., 282 S. bzw. 580 S., Jena.

PRÖBSTL, F., ZEDDA, L., SCHWARZER, D., SCHMID, S., CARDONA SANTOS, E.-M., TEUCHNER, J., PAULSCH, A., ZINNGREBE, Y. (2025): Empfehlungen für die Handlungsfelder der zukünftigen Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt (NBS 2030) für Deutschland; Bundesamt für Naturschutz [Hrsg.]; BfN-Schriften, Band 719, 140 S.

RENNWALD, E. (Bearb.) (2000): Verzeichnis und Rote Liste der Pflanzengesellschaften Deutschlands (mit Datenservice auf CD-ROM) Schr.R. f. Vegetationskunde 35, 800 S.

RIECKEN, U., FINCK, P., RATHS, U., SCHRÖDER, E. & SSYMANK, A. (2006): Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Deutschlands; Zweite fortgeschriebene Fassung 2006 Naturschutz und Biologische Vielfalt 34 318 S., ISBN 987-3-7843-3934-4

SEBALD, O., SEYBOLD, S., PHILIPPI, G. [Hrsg.] (1990-1998): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. – Bände 1-8, Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart.

WITSCHL, M. (1982): Die Bedeutung der Waldränder an der Grenze Braunjura-Weißjura für das Überleben seltener Pflanzenarten, dargestellt am Beispiel der Geisinger Berge. – Schr. Ver. Gesch. u. Naturgeschichte Baar, 34: 102-115, Donaueschingen.

Mitt. Bad. Landesverein Naturkunde u. Naturschutz	Bd.27	2025	DOI: 10.6094/BLNN/Mitt/27.01	Seiten 169-180	Freiburg/Breisgau Oktober 2025
--	-------	------	------------------------------	----------------	-----------------------------------

Zum Tod von Professor Dr. Arno Bogenrieder

(5.1.1944 – 18.5.2024)

Erst im November 2023 hatte Arno Bogenrieder eine treffende und schöne Rede bei der Trauerfeier für Otti Wilmanns gehalten (BOGENRIEDER 2024). Nun sind wir es, die um den viel zu frühen Tod unseres verehrten und uns nahestehenden Hochschullehrers trauern.

Arno Bogenrieder blickte auf eine fast 40-jährige Mitgliedschaft im Badischen Landesverein für Naturkunde und Naturschutz zurück und wurde 2016 zum Ehrenmitglied ernannt. Um den BLNN hat er sich über Jahrzehnte vor allem durch zahlreiche gehaltene Vorträge und geführte Exkursionen verdient gemacht.

Geboren am 5. Januar 1944 in Schramberg, studierte er in Freiburg Biologie und Chemie für das höhere Lehramt. Bereits in seiner Staatsexamensarbeit von 1969 mit dem Titel „Zur Floristik und Ökologie einiger Glazialrelikte im Naturschutzgebiet Feldberg (Schwarzwald)“ (BOGENRIEDER 1969; vgl. auch BOGENRIEDER & WILMANN 1968) widmete er sich den Themen, die sein späteres gesamtes wissenschaftliches Wirken prägen sollten: Ökologie und Floristik mit regionalen Schwerpunkten im Schwarzwald und hier v. a. im Feldberggebiet sowie in den Alpen. Er war einer der ersten Doktoranden von Frau Professor Wilmanns. Viele Freunde, ehemalige Kolleginnen und Kollegen sowie Wegbegleiter haben auf dem Freiburger Bergackerfriedhof Abschied von ihm genommen. Gekommen waren aber auch ehemalige Studierende, die über das Studium hinaus mit ihm eng verbunden geblieben waren und ihm auf diese Weise die letzte Ehre erwiesen haben. Neben der (Geo)Botanik galt Arno Bogenrieders zweite Liebe der Musik. Den künstlerischen Rahmen der Trauerfeier bildeten so einige seiner Lieblingsstücke, die er oft in seiner Freizeit auf dem selbst gebauten Cembalo gespielt hatte.



Abb. 1: Arno Bogenrieder bei einer Exkursion in Präg, Südschwarzwald.
(Foto: Joachim Genser, August 2023)

Arno Bogenrieder nahm das Studium in Freiburg 1963 auf und war gewissermaßen von Anfang an am Lehrstuhl für Geobotanik der Universität Freiburg dabei. Er prägte diesen bis zu seinem Ausscheiden als aktiver Professor im Frühjahr 2008 wesentlich mit. Unmit-

telbar nach seiner Promotion bei Otti Wilmanns begann er 1972 seine wissenschaftliche Laufbahn als Leiter der Arbeitsgruppe Ökophysiologie im Hochgebirgsprogramm der Eidgenössischen Anstalt für das Forstliche Versuchswesen in Birmensdorf/Schweiz. Der Titel seiner Dissertation lautete „Vergleichende physiologisch-ökologische Untersuchungen an Populationen subalpiner Pflanzen aus Schwarzwald und Alpen“ (BOGENRIEDER 1972, 1974). Bereits Ende 1972 kehrte Arno Bogenrieder an die Universität Freiburg zurück, als Akademischer Rat im Fachbereich Geobotanik der Fakultät für Biologie, habilitierte dort 1980 und wurde 1982 zum zweiten Professor des inzwischen gegründeten Lehrstuhls für Geobotanik berufen. Hier fand er seine wissenschaftliche „Nische“ und Berufung in der experimentellen Ökologie und Floristik. Er und die Lehrstuhlinhaberin Otti Wilmanns ergänzten sich geradezu kongenial.

Die Erforschung komplexer biologischer und ökosystemarer Zusammenhänge und deren Vermittlung in der Lehre waren ihm zeitlebens ein besonderes Anliegen. Seine vielfältigen Forschungs-Interessen und -Schwerpunkte waren, ohne Anspruch auf Vollständigkeit:

- Pflanzenphysiologie und -ökologie von Gebirgspflanzen (UV-Strahlung und Photosynthese, Ökotypendifferenzierung, Spezialisten von Kaltwasserstandorten),
- subalpine Vegetation in Schwarzwald und Vogesen, Glazialflora und ihre Reliktstandorte sowie Borstgrasrasen,
- Grün-Erle (Biomechanik) und Leg-Föhre sowie Spirke (Genetik, Standortsökologie), Moorwälder (Waldgeschichte, Vegetations- und Standortsveränderung),
- Xerothermvegetation in Trockengebieten der Oberrheinebene (Trockenaue, Sanddornbusch, Flaumeichenwald),
- Einfluss von Mikroklima und Bewirtschaftung auf Reben und Weinbergsvegetation sowie auf die Weinqualität,
- Sukzessionsuntersuchungen auf Sturmwurfflächen und in Gletschervorfeldern (Alpen und Arktis),
- experimentelle Forschungen zum neolithischen Ackerbau (Vegetationsentwicklung auf Brandrodungsflächen).

Wie schon erwähnt, war Arno Bogenrieder einer der frühen Schüler und Doktoranden von Otti Wilmanns und damit zugleich ihr längster und engster wissenschaftlicher Weggefährte. Es wurde eine lange Ära Wilmanns-Bogenrieder am Lehrstuhl für Geobotanik. Arno Bogenrieder baute dabei seinen eigenen Forschungs- und Lehrbereich immer weiter aus. Vielfach zurückhaltend und mehr im Hintergrund wirkend, hat er stets eine ausgleichende und vermittelnde Rolle gespielt, mit seinem im Vergleich zu Frau Wilmanns' gänzlich anderem Naturell. In der Zusammenarbeit ergab sich auch eine gewisse thematische und territoriale Aufteilung und „Habitatennischung“ im Freiburger Raum: Arno Bogenrieder im subalpinen Feldberggebiet, Otti Wilmanns im submediterranen Kaiserstuhl. So entwickelte sich Arno Bogenrieder zu einem der „wissenschaftlichen Väter“ des Feldberggebietes, von dem er in zwei von drei Monographien die Vegetation ausführlich beschrieben hat (BOGENRIEDER 1982, 2012).

Zentral sind in der Lehre bis heute die geobotanischen Geländeübungen und vor allem das Exkursionsprogramm. Dieses bestand und besteht zum einen aus den Tagesexkursionen, in der mit einer einzigartig lehrreichen naturräumlichen Ausstattung gesegneten Umgebung von Freiburg. Von der Abteilung Geobotanik konnte diesbezüglich gerade auch von Arno Bogenrieders Lehre viel übernommen und bis heute bestens genutzt werden. Insbesondere so manche Exkursionsroute und Besprechungspunkte zur Vegetations- und Landschaftsökologie hat er übermittelt, die bis heute mit den Studierenden immer wieder aufgesucht werden. Wir sind sehr dankbar dafür, dass wir noch immer von seiner wertvollen und nachhaltigen Tätigkeit profitieren können.

Dabei ist eine frühe Anekdote durchaus nicht untypisch für ihn: Bei einer Wutach-Fortgeschrittenen-Exkursion Ende der 1980er-Jahre wurde die große Gruppe von 50 Personen wie üblich zwischen Arno Bogenrieder und Otti Wilmanns geteilt. Diejenigen, die eine Wutachdurchquerung fürchteten, versuchten, nicht in die Gruppe von Otti Wilmanns zu kommen, da von ihr eher solche „Unannehmlichkeiten“ erwartet wurden. Am Ende des Tages war aber dann Arno Bogenrieder mit seiner Gruppe durch die Wutach gewatet, Otti Wilmanns nicht.

Arno Bogenrieder leitete viele Jahre auch die sogenannten großen, mehrtägigen Exkursionen, die häufig in das Gebiet um die Freiburger Hütte im österreichischen Lechquellengebirge führten, zuletzt im Jahre 2006. Diese Landschaft ist im Laufe der Jahre wohl zu seinem zweiten Zuhause geworden; aufsummiert soll er dort über ein volles Lebensjahr verbracht haben. Festgehalten hat er seine Kenntnisse u. a. in den beiden lesenswerten Exkursionsführern über die Umgebung der Freiburger Hütte (BOGENRIEDER et al. 1984, 2016). Weitere Alpenexkursionen des Lehrstuhls folgten und führten 1997 in das österreichische Pitztal und 2003 in den Schweizer Kanton Wallis.

Aber er blickte auch weiter über die Region hinaus. Anregungen aus dem Kreis seiner wissenschaftlichen Gefolgschaft nahm er gerne auf: Die privat organisierte Exkursion in die Auvergne 1985 hat nicht nur zur wissenschaftlichen Horisonterweiterung beigetragen, sondern auch den Zusammenhalt zwischen ihm als Hochschullehrer und „seinen“ Studierenden gestärkt. Dabei verfolgte er auch immer interdisziplinäre Ansätze: Die geologisch-botanische Islandexkursion im August 1986 ist den damaligen Teilnehmerinnen und Teil-



Abb. 2: Professor Dr. Otti Wilmanns und Professor Dr. Arno Bogenrieder bei der Alpenexkursion zur Freiburger Hütte. Dalaas (Foto: privat. Juli 1987)

nehmern noch in guter, lebendiger Erinnerung. Darüber hinaus wurde 1990 von Arno Bogenrieder eine ganz außergewöhnliche, unvergessliche Exkursion auf die Kanarischen Inseln initiiert, für die Abteilung Geobotanik organisiert und mit großem Erfolg durchgeführt.

In jüngerer Zeit trug er maßgeblich dazu bei, dass Kernthemen und -inhalte der klassischen Geobotanik-Lehre an der Universität Freiburg auch in der zweiten Hälfte der 1990er-Jahre (nach der Emeritierung von Otti Wilmanns) und ins neue Jahrtausend hinein Studierenden der Biologie weitervermittelt wurden. Sie sind bis heute zentraler Bestandteil in den Bachelor- und Masterstudiengängen der Fakultät für Biologie geblieben. Ihre

naturschutzfachliche, naturschutzpolitische und gesellschaftliche Relevanz ist eine unverändert große. So bleibt zu hoffen, dass das entsprechende Lehr- und Forschungsspektrum der Freiburger Biologie auch angesichts anstehender personeller und struktureller Veränderungen in Zukunft bestehen bleibt.

Auf seine Weise hat Arno Bogenrieder über Jahrzehnte den Lehrstuhl für Geobotanik mit geprägt. Dabei hat er im Ganzen sogar mehr wissenschaftliche Arbeiten betreut als die Lehrstuhlinhaberin selbst, darunter über 100 Diplomarbeiten, mehr als 50 Staatsexamensarbeiten und 15 Dissertationen. Ideengeber, Betreuer und Vorbild war er für viele Studentengenerationen und Doktoranden und dazu ein so unaufgeregter wie begnadeter Didaktiker. Diese wissenschaftliche „Investition“ zahlt sich bis heute in breiter und vielfältiger Weise aus, angesichts der vielen erfolgreichen Absolventen, die das vermittelte Wissen, den Geist und die Botschaft auf ihre je eigene Art und Weise weitergegeben haben. Seine Schülerinnen und Schüler wirkten und wirken weiter als Multiplikatoren in den verschiedensten Bereichen und auf den verschiedensten Ebenen, insbesondere als Naturschutzfachkräfte und Gutachter oder selbst als Lehrer und Dozenten.

Eine besondere Rolle hat Arno Bogenrieder in diesem Zusammenhang auch für all jene gespielt, die mit der Art und den Anforderungen von Otti Wilmanns weniger gut zurechtkamen (was zuweilen auf Gegenseitigkeit beruhte), die aber dennoch sehr gerne Geobotanik studieren wollten. Diese wurden dann von ihm „aufgefangen“, was auch mit zu der großen Anzahl an betreuten wissenschaftlichen Arbeiten beigetragen haben mag. Diese Betreuung zeichnete sich durch eine gekonnte Balance zwischen „langer Leine“ und engem Austausch aus. In den Gesprächen zum aktuellen Stand der Arbeiten sprühte er bei aller Gelassenheit oft so vor Ideen, dass die Studierenden sich manchmal zunächst sortieren mussten, so viel



Abb. 3: Arno und Renate Bogenrieder mit einer ehemaligen Diplomandin (r.) nach einer privaten Exkursion in Burkheim am Kaiserstuhl (Foto: Joachim Genser. September 2016).

Neues und Interessantes hatte sich aufgetan. Sein Umgang mit allen Mitmenschen war von Respekt, Humor und einer tiefen Freundlichkeit geprägt. Wir Studenten fühlten uns mit unseren persönlichen Bedürfnissen und Erwartungen ernst genommen. Man konnte mit allem zu ihm kommen, „dumme Fragen“ gab es nicht, er war quasi immer ansprechbar.

Ganz allgemein hat Arno Bogenrieder mit seiner vermittelnden Art sicherlich so manches am Lehrstuhl abgepuffert, was Otti Wilmanns strenger angegangen ist. So hat er zum Beispiel auch die Einführungsvorlesung im Diplom-Grundstudium übernommen, in der damals wie heute nicht nur hochmotivierte und -interessierte Studierende saßen.

Für viele bedeutete es eine neue Erfahrung, dass Arno Bogenrieder ihnen das Gefühl von Augenhöhe und gegenseitigem Respekt vermittelte, obwohl die Rollen so denkbar ungleich verteilt waren. Seine oft mit einem Augenzwinkern und seinem liebevollen, ihm eigenen Humor gegebenen Hilfestellungen erleichterten doch schnell die Studentenseele und ließen so manche Anforderung kleiner erscheinen. So war auch der Umgang zwischen den „Hauptamtlichen“ am Lehrstuhl für Geobotanik bei allen Anforderungen von einer humorvollen Leichtigkeit geprägt. Die frühere langjährige Sekretarin Ingeborg Vierlinger und Arno Bogenrieder warfen sich in bester Unterhaltungsmanier gewissermaßen gegenseitig die Bälle zu.

Er hat uns Studierenden wie nebenbei auch den Blick über den Tellerrand der Geobotanik hinaus und das vernetzte Denken gelehrt, lange bevor dieser Begriff im Mainstream des Bildungsdiskurses angekommen war. Da konnte es neben Bodenkunde und Nutzungsgeschichte dann auch mal um Linguistik, Linné oder die Römer gehen. Warum heißt es *Fagus sylvatica* und nicht *sylvaticus*? An seinem breiten Wissen ließ er auch die interessierte Öffentlichkeit teilhaben. Eine große Hörer- bzw. Leserschaft erreichte er durch seine Mitwirkung am Funkkolleg Biologie sowie am Herder-Lexikon der Biologie.

Besonders fasziniert hat ihn die „experimentelle Archäologie“. So wirkte er bei einem multidisziplinären Projekt zum neolithischen Ackerbau in Forchtenberg mit. Arno Bogenrieders vielseitige Interessen und seine lebenslange Neugier zeigen sich bis zu seiner vorletzten Publikation zu Pflanzendarstellungen am Freiburger Münster (Bogenrieder & Mittmann 2018). Die Beschäftigung mit diesem Thema führte ihn auch zu den großen französischen Kathedralen, wo er ebenfalls die Werke der „Laubhauerkünstler“ der Gotik studierte und viele Gemeinsamkeiten feststellte.

Wir fragten uns immer wieder, wann er dies alles neben der umfangreichen Lehre und Forschung wohl betreiben würde: die Musik, aktiv und passiv, den Naturschutz, sowohl im Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald als auch im Alpenverein, das Gärteln, Wandern und Bergsteigen, das Bücherschreiben, -sammeln und -lesen, die Fotografie.

Sein ihm eigener Humor machte auch vor ihm selbst nicht halt. Zwanglos flocht er auf Exkursionen oder bei Zusammenkünften eigene „peinliche“ Erlebnisse in die Erzählungen ein – er war wohltuend frei von Standesdünkel. Dazu passte auch seine Freude am Spiel, sei es mit Ball oder Spielkarte und am besten mit einem feinen Essen danach. Das kochte er dann auch gerne selber. Es gab ja den heimischen Garten mit Obst und Gemüse, das er zusammen mit seiner Frau Renate verarbeitete.

Arno Bogenrieder war ein Menschenfreund, ein treuer und zuverlässiger. Otti Wilmanns hatte in ihm bis in ihre letzten Lebensjahre einen persönlichen PC-Berater, stand sie doch zeitlebens auf Kriegsfuß mit dieser für sie modernen Technik. Aber nicht nur das: Er sorgte sich auch persönlich um sie, als es ihr in den letzten Lebensjahren nicht mehr gut ging. Mit den ehemaligen Pfadfinderkollegen und eben auch mit ehemaligen Studierenden hielt er Kontakt. Aus diesem besonderen Verhältnis entwickelte sich in vielen Fällen eine Verbundenheit, ja Freundschaft weit über das Studium hinaus. Als Arno Bogenrieder 2008 seine Tätigkeit als Universitätsprofessor offiziell beendet hatte, schenkten ihm einige „Ehemalige“ einen Strauß an privaten Exkursionen als Dank für die vielen unvergessenen Momente, vor allem bei den Fortgeschrittenen-Exkursionen. Diese unbeschwerten Tage im Kreise der ehemaligen Studierenden genoss er sehr. Ihm waren die gemeinsamen Exkursionen, die regelmäßig jährlich ein- oder zweimal stattfanden, wichtig. Als er nach einer schweren Erkrankung vor einigen Jahren wieder langsam zu Kräften kam, wollte er diese Tradition unbedingt erhalten, was uns alle erfreute und noch einmal weitere schöne gemeinsame Tage bescherte. Noch kurz vor seinem Tod plante er mit an einer Exkursion ins Irrendorfer Hardt, die im Herbst 2024 dann leider ohne ihn stattfinden musste.

Bis zuletzt offenbarte er den ihm eigenen Tatendrang, war offen für Ideen, bot seine Hilfe an, so wie sein ganzes Leben. Er ließ Außenstehende nicht anmerken, wie es wirklich um ihn stand. Arno Bogenrieder hinterlässt eine schmerzliche Lücke, als Wissenschaftler und besonders auch als Mensch. Seine letzte Ruhestätte im Friedwald bei der Stollenbacher Hütte erscheint uns symbolisch: Er ist auf seinem letzten Weg an „seinem“ Feldberg angekommen.

Gesamtverzeichnis der wissenschaftlichen Veröffentlichungen von Professor Dr. Arno Bogenrieder

BOGENRIEDER, A.; WILMANNS, O. (1968): Zur Floristik und Ökologie einiger Pflanzen schneegeprägter Standorte im Naturschutzgebiet Feldberg (Schwarzwald). Veröff. Landesstelle Naturschutz Landschaftspfl. Baden-Württ. 36, 7-26.

BOGENRIEDER, A. (1969): Zur Floristik und Ökologie einiger Glazialrelikte im Naturschutzgebiet Feldberg (Schwarzwald). Staatsexamensarbeit Universität Freiburg, Fakultät für Biologie. 55 S.

BOGENRIEDER, A. (1972): Vergleichende physiologisch-ökologische Untersuchungen an Populationen subalpiner Pflanzen aus Schwarzwald und Alpen. Dissertation Universität Freiburg, Fakultät für Biologie. 163 S.

BOGENRIEDER, A. (1974): Der Pflanzenschutz – Ein Risiko ohne Alternative? Funkkolleg Biologie, Studienbegleitbrief 10, 45-68.

BOGENRIEDER, A. (1974): Die Pflanzenzucht – Ihre Bedeutung und Chancen. Funkkolleg Biologie, Studienbegleitbrief 8, 9-35.

BOGENRIEDER, A. (1974): Vergleichende physiologisch-ökologische Untersuchungen an Populationen subalpiner Pflanzen aus Schwarzwald und Alpen. Oecol. Plant. 9, 131-156.

BOGENRIEDER, A. (1976): Der Pflanzenschutz – ein Risiko ohne Alternative? (Sendetext) Fischer Taschenbuch Bd. 6292, 31-53; Taschentext Bd. 50, Funkkolleg Biologie 2.

BOGENRIEDER, A. (1976): Die Pflanzenzucht – Ihre Bedeutung und Chancen. (Sendetext) Fischer Taschenbuch Bd. 6292, 31-53; Taschentext Bd. 50, Funkkolleg Biologie 2.

- BOGENRIEDER, A. (1976): Gesamt-Glossar zum Funkkolleg Biologie. Bd. 12a, 35-81.
- BOGENRIEDER, A.; KLEIN, R. (1977): Die Rolle des UV-Lichts beim sog. Auspflanzungsschock von Gewächshaussetzlingen. *Angew. Botanik* 51, 99-107.
- BOGENRIEDER, A. (1978): Lockerung des Pilzsammelverbotes im Südschwarzwald. In: *Der Schwarzwald*, 123/124.
- BOGENRIEDER, A.; HÜGIN, G. (1978): Zustand des Waldes in der Rheinniederung zwischen Grißheim und Sasbach – Region Südlicher Oberrhein (1976). *Beih. Veröff. Naturschutz und Landschaftspflege Bad.-Württ.* 11, 237-246.
- BOGENRIEDER, A.; KLEIN, R. (1978): Die Abhängigkeit der UV-Empfindlichkeit von der Lichtqualität bei der Aufzucht. (*Lactuca sativa* L.). *Angew. Botanik* 52, 283-93.
- BOGENRIEDER, A. (1979): Eine einfache Druckinfiltrationsapparatur zur Messung der Spaltöffnungsweite bei Pflanzen. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht* 5, 292-297.
- BOGENRIEDER, A.; WERNER, H. (1979): Experimentelle Untersuchungen an zwei Charakterarten der Eisseggengflur des Feldbergs (*Carex frigida* All. und *Soldanella alpina* L.). *Beitr. naturkd. Forschung SW-Dtl.* 38.
- BOGENRIEDER, A. (1980): Vegetationskundliche Arbeiten im Schwarzwald und UV-Wirkung auf Höhere Pflanzen (Arbeitstitel) - Zusammenfassung der Publikationen BOGENRIEDER & WILMANN 1968, BOGENRIEDER & KLEIN 1977, 1978 u. 1980 sowie BOGENRIEDER & WERNER 1979 und BOGENRIEDER 1982a als Äquivalent zu einer Habilitationsschrift. Habilitation Universität Freiburg, Fakultät für Biologie.
- BOGENRIEDER, A.; KLEIN, R. (1980): Beeinflußt der UV-Ausschluß das Ergebnis von Photosynthesemessungen mit Gaswechselseinrichtungen? Ein Beitrag zum Küvettenproblem. *Flora* 169, 510-523.
- BOGENRIEDER, A. (1981): Alpenpflanzen im Mittelgebirge - der Feldberg im Schwarzwald. *Biologie in unserer Zeit* 11, 174-182.
- BOGENRIEDER, A. (1981): Der Winter im Jahreslauf der Pflanzenwelt. In: OESTERREICHER-MOLOW, M. (Hrsg.): *Das weiße Winterbuch*. Bergisch Gladbach, 89-107.
- BOGENRIEDER, A. (1982): Action spectra for the depression of photosynthesis by UV irradiation in *Lactuca sativa* L. and *Rumex alpinus* L. *BPT-Bericht der gsf* 5/82, 132-139.
- BOGENRIEDER, A. (1982): Bodenversalzung in der Bewässerungslandwirtschaft arider Zonen. *Naturwissenschaftliche Rundschau* 35, 103-109.
- BOGENRIEDER, A. (1982a): Die Flora der Weidfelder, Moore, Felsen und Gewässer. In: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.): *Der Feldberg im Schwarzwald. Eine subalpine Insel im Mittelgebirge*. Karlsruhe.
- BOGENRIEDER, A. (1982): Soil salination in the irrigation agriculture of arid areas. *Plant Research and Development* 16.
- BOGENRIEDER, A.; DOUTÉ, Y. (1982): The effect of UV on photosynthesis and growth in dependence of mineral nutrition (*Lactuca sativa* L. and *Rumex alpinus* L.) *BPT-Bericht der gsf* 5/82, 164-168.
- BOGENRIEDER, A.; KLEIN, R. (1982): Does solar UV influence the competitive relationship in Higher Plants? In: CALKINS, J. (Ed.): *The role of solar ultraviolet radiation in marine ecosystems*. New York.
- BOGENRIEDER, A.; KLEIN, R. (1982): Possible errors in photosynthetic Measurements in Higher Plants. In: CALKINS, J. (Ed.): *The role of solar ultraviolet radiation in marine ecosystems*. New York 1982.
- BOGENRIEDER, A.; KLEIN, R. (1982): Preliminary results regarding to spectral efficiency of UV on the depression of photosynthesis in Higher Plants. In: CALKINS, J. (Ed.): *The role of solar ultraviolet radiation in marine ecosystems*. New York.
- BOGENRIEDER, A.: (1983): Experimentelle Ökologie. Moderation der Schautafeln (Poster) bei Botaniker Tagung Freiburg, 1982. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 96, 206-210.
- BOGENRIEDER, A. (1983): Führer zur Exkursion der Deutschen Botanischen Gesellschaft am 18. September 1982 auf den Feldberg (Schwarzwald). *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 96, 291-299.

- BOGENRIEDER, A. (1984): Zufluchtsort für Alpenpflanzen. - Südschwarzwald, Feldberg und Wutachschlucht. Naturmagazin draußen 29.
- BOGENRIEDER, A.; HUCK, L.; LIEHL, E. (1984): Rund um die Freiburger Hütte. Ein naturkundlicher Wanderführer. – 270 S. Freiburg (Schillinger-Verlag).
- BOGENRIEDER, A.; v. STIETENCRON, A. (1985): Morphologische und cytologische Untersuchungen an *Anthoxanthum alpinum* A. & D. Löve und *Anthoxanthum odoratum* L. vom Feldberg im Schwarzwald. *Carolinea* 42, 51-56.
- MAY, T.; BECKER, N.; BOGENRIEDER, A. (1985): Vergleich verschiedener Methoden zur Beurteilung der lokalklimatischen Wärmegunst von Reblagen. *Die Wein-Wissenschaft* 6, 371-393.
- WARKE, R.; BOGENRIEDER, A. (1985): Rieselfluren und Flachmoore der Feldbergkuppe. – Untersuchungen zur Temperatur, Sauerstoffsättigung und Ionenführung der Quellen am Feldberg (Schwarzwald). *Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br.* 75, 91-124.
- WILMANN, O.; BOGENRIEDER, A.; NAKAMURA, Y. (1985): Vergleichende Studien des Pinus-Krummholzes in den japanischen und europäischen Alpen. *Tuexenia* 5, 335–358.
- BOGENRIEDER, A. (1986): Die wunderbare Welt der Moore. *Berge* 19, 23-25.
- COLLATZ, K.-G.; MEHLER, L.; BOGENRIEDER, A. (1986): Energy expenditure for reproduction vs. Adult longevity in the blowfly *Phormia terrae novae*. Abs. First Int. Cong. Dipterology.
- WILMANN, O.; BOGENRIEDER, A. (1986): Veränderungen der Buchenwälder des Kaiserstuhls im Laufe von vier Jahrzehnten und ihre Interpretation – pflanzensoziologische Tabellen als Dokumente. *Abh. Landesmus. Naturkd. Münster* 48 (2/3), 55-80.
- WILMANN, O.; BOGENRIEDER, A.; MÜLLER, W.H. (1986): Der Nachweis spontaner, teils autogener, teils immissionsbedingter Änderungen von Eichen-Hainbuchenwäldern – eine Fallstudie im Kaiserstuhl/Baden. *Natur Landschaft* 61 (11): 415-422.
- BOGENRIEDER, A. (1983-1987): Lexikon der Biologie in acht Bänden. Herder-Verlag, Freiburg; Fachberater Tätigkeit für den Bereich Botanik, ferner zahlreiche Einzelbeiträge, darunter die folgenden, namentlich gekennzeichneten Artikel: Afrika (Pflanzenwelt) Bd. 1, S. 62-67, Asien (Pflanzenwelt) Bd. 1, S. 256-260, Australien (Pflanzenwelt) Bd. 1, S. 312-313, Europa (Pflanzenwelt) Bd. 3, S. 218-221, Kulturpflanzen Bd. 5, S. 158, Nordamerika (Pflanzenwelt) Bd. 6, S. 188-193, Südamerika (Pflanzenwelt) Bd. 8, S. 101-108, Waldsterben Bd. 8, S. 375-378, Weinrebe Bd. 8, S. 419-421
- BOGENRIEDER, A. (1987): Stumme Pflanzen – beredete Zeugen. *Forschung in Freiburg. Bad. Zeitung* 16.11.1987.
- MIYAWAKI, A.; BOGENRIEDER, A.; OKUDA, S.; WHITE, J. (ed. 1987): *Vegetation Ecology and Creation of New Environments*. Tokyo.
- STEINER, L.; BOGENRIEDER, A. (1987): Zur Ökologie des Sanddornbusches am Südlichen Oberrhein. *Ber. Naturf. Ges. Freiburg i.Br.* 77, 49-66.
- WILMANN, O.; BOGENRIEDER, A. (1987): Zur Nachweisbarkeit und Interpretation von Vegetationsveränderungen. *Verh. Ges. Ökol.* 16: 35-44.
- BOGENRIEDER, A. (1988): GERHARD HÜGIN 1921-1987. *Mitt. bad. Landesver. Naturk. u. Naturschutz N.F.* 14 (3), 807-809.
- WOLFART, A.; BOGENRIEDER, A.; BECKER, N. (1988): Witterung und Rebphänologie – Auswertung einer langjährigen Beobachtungsreihe an drei Standorten bei Freiburg im Breisgau. *Mitt. Klosterneuburg* 38 (3), 108-199.
- BOGENRIEDER, A. (1989): Beiträge zum Lehrbuch: Freilandökologie (M. MÜHLENBERG). 2. Aufl. UTB 595. Heidelberg, Wiesbaden.
- BOGENRIEDER, A.; PRINZ, J.; RÖCK, M. (1989): Eine Hausmülldeponie im Moor. Auswirkungen einer Altlast – ein Beispiel aus dem Südlichen Schwarzwald. *Telma* 19, 171-186.
- BOGENRIEDER, A.; RASBACH, H.; RASBACH, K. (1989): Neufund von *Botrychicum matricariifolium* im Schwarzwald. *Carolinea* 47, 149-150.
- BOGENRIEDER, A. (1990): Ökologische Aspekte biotechnologischer Verfahren in der Pflanzenzüchtung.

tung. In: ALBRECHT, St. (Hrsg.): Die Zukunft der Nutzpflanzen. Biotechnologie in Landwirtschaft und Pflanzenzüchtung, S. 102-107. Campus, Frankfurt/New York.

BOGENRIEDER, A. (1990): Pflanzen prägen Lebensräume. Biuz 20, 102-103, 121-122, 297-298. Weinheim.

BOGENRIEDER, A. (1991): Der Wald. In: Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald (Hrsg.): Reichtum Natur. Bilder einer Kulturlandschaft, 9-25. Rombach, Freiburg.

BOGENRIEDER, A. (1991): Waldfreie Sonderstandort. Reste der Urlandschaft. In: Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald (Hrsg.): Reichtum Natur. Bilder einer Kulturlandschaft, 47-61. Rombach, Freiburg.

BOGENRIEDER, A.; BÜHLER, M. (1991): Zwischen Beharren und Wandel – Pflanzengesellschaften unter dem Einfluß des wirtschaftenden Menschen. In: HOPPE, A. (Hrsg.): Das Markgräflerland. Ber. Naturf. Ges. Freiburg i.Br. 81, 25-64.

BOGENRIEDER, A.; WILMANN, O. (1991): Der Einfluß von Schaf- und Rinderbeweidung auf die Weidfeldvegetation der Feldbergkuppe. Eine Auswertung langjähriger Beobachtungsreihen. Veröff. Naturschutz Landschaftspfl. Baden-Württ. 66, 7-30.

WILMANN, O.; BOGENRIEDER, A. (1991): Phytosociology in vineyards – results, problems, tasks. In: ESSER, G.; OVERDIECK, D. (Eds.): Modern Ecology: Basic and applied aspects (Festschrift Lieth), 399-441. Amsterdam, London, New York, Tokyo.

WILMANN, O.; BOGENRIEDER, A.; SCHWABE-KRATOCHWIL, A. (1991): Jahrestagung der Floristisch-Soziologischen Arbeitsgemeinschaft vom 20. bis 23. Juli 1990 in und um Freiburg im Breisgau. Tuexenia 11, 461-482.

BRÜCHERT, F.; BOGENRIEDER, A.; SPECK, T. (1992): Ein biomechanisch-ökologischer Vergleich von *Alnus glutinosa* (Stockausschlag) mit *Alnus viridis*-Sippen aus den Alpen und dem Schwarzwald. Botanikertagung 1992 Berlin, S. 483, Akademie-Verlag, Berlin.

WILMANN, O.; BOGENRIEDER, A. (1992): Das Geranio-Allietum in der oberelsässischen Rebflur. Bauhinia 10 (Festschrift Zoller), 99-114.

BOGENRIEDER, A. (1993): Beiträge zum Lehrbuch: Freilandökologie (M. Mühlenberg). 3. Aufl. UTB 595. Heidelberg, Wiesbaden.

BOGENRIEDER, A.; BÜHLER, M.; HÄRRINGER, P. (1993): *Anthoxanthum odoratum* L. und *Anthoxanthum alpinum* (A. & D. LÖVE) am Feldberg (Schwarzwald). Ein Beispiel für Höhenvikarianz. Carolinea 51, 41-50.

WILKE, B.; BOGENRIEDER, A.; WILMANN, O. (1993): Differenzierte Streuverteilung im Walde, ihre Ursachen und Folgen. Phytocoenologia 23, 129-155.

BRÜCHERT, F.; BOGENRIEDER, A.; SPECK, T. (1994): Anatomischer und biomechanischer Vergleich der Sproßachsen von *Alnus viridis* (Chaix) DC. aus dem Schwarzwald und den Lechtaler Alpen mit Stockausschlägen von *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. aus dem Schwarzwald im Hinblick auf die Standortsökologie beider Arten. Ber. Naturf. Ges. Freiburg i.Br. 82/83, 19-45.

BRÜCHERT, F.; BOGENRIEDER, A.; SPECK, T. (1995): Biomechanisch-ökologische Untersuchungen an Sproßachsen von Schwarz-Erle und Grün-Erle. Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz N.F. 16 (2), 389-396.

KOLLMANN, J.; NOBIS, M.; BOGENRIEDER, A.; BÖHM, R. (1995): Feinanalytische Untersuchungen zum Vegetationsmosaik zweier subalpiner Buckelweiden. Carolinea 53: 113-125.

SCHMID, J.; BOGENRIEDER, A.; SCHWEINGRUBER, F.H. (1995): Verjüngung und Wachstum von Moor-Kiefern (*Pinus rotundata* Link) und Fichten (*Picea abies* [L.] H. Karsten) in Mooren des südöstlichen Schwarzwaldes (Süddeutschland). Mitteilungen der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft 70 (2), 177-223.

WILMANN, O.; BOGENRIEDER, A. (1995): Die Entwicklung von Flaumeichenwäldern im Kaiserstuhl im Laufe des letzten halben Jahrhunderts. Forstarchiv 66 (4) (Festschrift Jahn): 167-174.

BEISMANN, H.; KOLLMANN, J.; BOGENRIEDER, A.; SPECK, T. (1996): Reconstruction of local vegeta-

- tion patterns by seed bank analysis – results from case studies in the Upper Rhine region, Germany. N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 202 (2), 169-181.
- BOGENRIEDER, A.; ESCHENBACH, C. (1996): Ökologische Untersuchungen an Moosen aus Quellfluren kalt-stenothermer Quellen des Hochschwarzwaldes. *Crunoecia* 5, 109-118.
- ERNST, D.; KIEFER, M.; BÜHLER, M.; BOGENRIEDER, A.; SANDERMANN, H. JR. (1996): On the basis of Atrazine Resistance in Weeds. Proceedings of the international Symposium on weed and crop resistance to herbicides. *Actas* 24, 56-59.
- SCHROPP, G.; SCHMID, J.; BOGENRIEDER, A. (1996): Populationsbiologische Untersuchungen der Sukzessionsvorgänge auf Sturmwurfflächen: Mikroklima und Wasserhaushalt auf geräumten und ungeräumten Flächen in Bebenhausen. *Veröff. PAÖ* 16, 325-339.
- BEISMANN, H.; SPECK, T.; BOGENRIEDER, A. (1997): The Wind in the Willows. Dispersal mechanisms and distribution of *Salix alba*, *Salix fragilis* and their hybrid *S. x rubens*. *Plant Biomechanics* 1997. Conference Proceedings I, 57-64.
- HOFFMANN, A.; FLIESSBACH, A.; BOGENRIEDER, A.; MÄDER, P. (1997): Metabolische Aktivität von Bodenmikroorganismenpopulationen in einer Klee-gras-Ansaatwiese verschiedener landwirtschaftlicher Anbausysteme im Vergleich zu Dauergrünlandtypen. *Kongressbericht*.
- BOGENRIEDER, A.; SCHMID, J.; SCHROPP, G. (1998): Das Mikroklima und seine Auswirkung auf den Wasserhaushalt von Test-Pflanzen (*Prunus avium*). In: Fischer, A. (Hrsg.): *Die Entwicklung von Wald-Biozönosen nach Sturmwurf*, S. 113-129, Landsberg.
- SCHMID, J.; BOGENRIEDER, A. (1998): Spirken-Moorwälder im Schwarzwald. Das Steerenmoos bei Faulenfürst (Gemeinde Schluchsee). *Mitt. Bad. Landesver. Naturk. Naturschutz N.F.* 17, 29-58.
- SEITER, P.; RIDEL, M.; BOGENRIEDER, A. (1998): Einfluß von Stickstoffdüngung und Bodenpflege in einer Dauerbegrünung auf den Traubenertrag, die Stickstoffversorgung der Rebe und die Weinqualität. XII. Kolloquium des Internationalen Arbeitskreises Begrünung im Weinbau, S. 158-163, Freiburg.
- BOGENRIEDER, A. (1999): Altern und Tod bei Pflanzen. *PdN-Bio.* 6/48. Jg., 10-15.
- GALLENMÜLLER, F.; BOGENRIEDER, A.; SPECK, T. (1999): Biomechanische und ökologische Untersuchungen an *Alnus viridis* (Chaix) DC. in verschiedenen Höhenlagen der Schweizer Alpen. *Berichte der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft* 347: 31 S., Birmensdorf.
- BOGENRIEDER, A. (2000): Sukzession auf Rohböden – Ein Überblick. *Culterra* 26, 1-13.
- BOGENRIEDER, A.; FRISCH, A. (2000): Gebüsche, Pioniergesellschaften, Trockenrasen und Staudenfluren der „Trockenaue Südlicher Oberrhein“. *Naturschutz-Spektrum, Themen* 92, 51-116.
- BEISMANN, H.; WILHELMI, H.; BAILLERES, H.; SPATZ, H.-C.; BOGENRIEDER, A.; SPECK, T. (2000): Brittleness of twig bases in the genus *Salix*: fracture mechanics and ecological relevance. *Journal of Experimental Botany* 51, No. 344, 617-633.
- HLAWATSCH, S.; BOGENRIEDER, A.; SPECK, T. (1998/1999): Funktionsanatomie und Biomechanik der Grau-Erle (*Alnus incana*): Vergleich von Pflanzen aus unterschiedlicher Höhenlage im südlichen Schwarzwald. *Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br.* 88/89, 249-276.
- BOGENRIEDER, A. (2001): Schwarzwald und Vogesen – ein vegetationskundlicher Vergleich. *Mitt. Bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz NF* 17 (4), 745-792.
- RÖSCH, M.; EH RMANN, O.; HERMANN, L.; BOGENRIEDER, A.; DEIL, U.; GOLDAMMER, J.G.; PAGE, H.; HALL, M.; SCHIER, W.; SCHULZ, E. (2001): Anbauversuche zur prähistorischen Landwirtschaft in Forchtenberg, Hohenlohekreis (Baden-Württemberg) – Zielsetzung, Stand und Perspektiven. *Albersdorfer Forschungen zur Archäologie und Umweltgeschichte Bd. 2*, 96-119.
- VON SENGBUSCH, P.; BOGENRIEDER, A. (2001): Rückgang der Moorkiefer im südlichen Schwarzwald. Ökologische Untersuchungen an *Pinus rotundata* Link. *Zeitschrift für angewandte Ökologie* 33 (8), 249-254.
- RÖSCH, M.; EH RMANN, O.; HERMANN, L.; SCHULZ, E.; BOGENRIEDER, A.; GOLDAMMER, J.G.; HALL, M.; PAGE, H.; SCHIER, W. (2002): An experimental approach to Neolithic shifting cultivation. *Veget. Hist. Archaeobot.* 11, 143-154.

- RÖSCH, M.; EHRMANN, O.; HERRMANN, L.; SCHULZ, E.; BOGENRIEDER, A.; GOLDAMMER, J.G.; HALL, M.; PAGE, H.; SCHIER, W. (2002): Zu den Wurzeln von Landnutzung und Kulturlandschaft – Sieben Jahre Anbauversuche in Hohenlohe: eine Zwischenbilanz. Fundberichte aus Baden-Württemberg 26, 21-44.
- BRÜCHERT, F.; GALLENMÜLLER, F.; BOGENRIEDER, A.; SPECK, T. (2003): Stem mechanics, functional anatomy and ecology of *Alnus viridis* and *Alnus glutinosa*. Feddes Repertorium 114 (3/4), 181-197.
- BOGENRIEDER, A.; HÜGIN, G.; KURY, B. (2005): Aktuelle Vegetation und Diasporenbank der prospektiven Brandflächen des Anbauversuchs Forchtenberg. Materialhefte zur Archäologie in Baden-Württemberg 73, 101-108.
- ANSTETT, M.; BOGENRIEDER, A. (2005): Dendrologische und ökologische Untersuchungen an *Buxus sempervirens* im Buchswald bei Grenzach. Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br. 95 (2), 1-25.
- BOGENRIEDER, A. (2006): Die Vegetation des Schönbergs. In: Körner, H. (Hrsg.): Der Schönberg-Natur- und Kulturgeschichte eines Schwarzwald-Vorberges. Lavori-Verlag, Freiburg i.Br., 55-100.
- HERRMANN, L.; EHRMANN, O.; STEIN, C.; WERMBTER, N.; SCHULZ, E.; RÖSCH, M.; HALL, M.; BOGENRIEDER, A.; PAGE, H.; SCHIER, W. (2007): The Forchtenberg project, an interdisciplinary experimental approach towards neolithic agriculture. Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. Mem., Serie A, 112, 127-132.
- PFAB, H.; BOGENRIEDER, A.; MANEGOLD, M.; NEUMANN, M. (2007): Flechtenvegetation in Wäldern unterschiedlichen historischen Alters in den Hochlagen des Südlichen Schwarzwalds. Mitt. Bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz N.F. 20 (1), 129-138.
- RÖSCH, M.; EHRMANN, O.; KURY, B.; BOGENRIEDER, A.; HERMANN, L.; SCHIER, W. (2008): Spätneolithische Landnutzung im nördlichen Alpenvorland: Beobachtungen – Hypothesen – Experimente. In: Dörfler, W.; Müller, J. (Hrsg.): Umwelt – Wirtschaft – Siedlungen im dritten vorchristlichen Jahrtausend Mitteleuropas und Südkandinaviens. Offa-Bücher 84, 301-315.
- OEHL, F.; LATZKO, E.; BOGENRIEDER, A.; STAHR, K.; BÖSCH, R.; VAN DER HEIJDEN, M.; SIEVERDING, E. (2010): Soil type and land use intensity determine the composition of arbuscular mycorrhizal fungal communities. Soil Biology Biochemistry 42, 724-738.
- RÖSCH, M.; BIEST, H.; BOGENRIEDER, A.; ECKMEIER, E.; EHRMANN, O.; GERLACH, R.; HALL, M.; HARTKOPF-FRÖDER, C.; HERMANN, L.; KURY, B.; SCHIER, W.; SCHULZ, E. (2010): Spätneolithischer Ackerbau im Experiment – eine Zwischenbilanz nach zwölf Jahren Forchtenberg. In: Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle (Saale), Bd. 6, 175-192.
- BOGENRIEDER, A. (2012): Die Vegetation der Weidfelder und der waldfreien Sonderstandorte. In: Regierungspräsidium Freiburg (Hrsg.): Der Feldberg – Subalpine Insel im Schwarzwald, 105-180. Thorbecke-Verlag.
- BOGENRIEDER, A. (2012): Moore – Reste der Urlandschaft? Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br. 100, 1-60.
- BOGENRIEDER, A. (2013): Der Feldberg im Schwarzwald. Tuexenia Beiheft 6, 7-28.
- SCHIER, W.; EHRMANN, O.; RÖSCH, M.; BOGENRIEDER, A.; HALL, M.; HERMANN, L.; SCHULZ, E. (2013): The economics of Neolithic swidden cultivation: Results of an experimental long-term project in Forchtenberg (Baden-Württemberg, Germany). In: Economic Archaeology: From Structure to Performance in European Archaeology. UPA: Bonn Germany, 97-108.
- EHRMANN, O.; BIESTER, H.; BOGENRIEDER, A.; M. RÖSCH, M. (2014): Fifteen years of the Forchtenberg experiment – results and implications for the understanding of Neolithic land use. Veget. Hist. Archaeobot (2014) 23 (Suppl. 1), 5-18.
- BOGENRIEDER, A. (2016): Felsen als Lebensraum. Ornithologische Jahreshefte für Baden-Württemberg 31, 249-264.
- BOGENRIEDER, A.; LANGE, H.; NOLZEN, H. (2016): Natur-Wanderführer Freiburger Hütte. – Veröff. DER SEKTION FREIBURG-BREISGAU DES DAV (Hrsg.) 5, 213 S.
- BÜHLER, M.; BOGENRIEDER, A.; SANDERMANN, H.; ERNST, D. (2016): Heteroplasmy and atrazine resistance in *Chenopodium album* and *Senecio vulgaris*. Z. Naturforsch. 71 (7-8), 267-272.

RÖSCH, M.; BIESTER, H.; BOGENRIEDER, A.; ECKMEIER, E.; EHRMANN, O.; GERLACH, R.; HALL, M.; HARTKOPF-FRÖDER, C.; HERRMANN, L.; KURY, B.; LECHTERBECK, J.; SCHIER, W.; SCHULZ, E. (2017): Late Neolithic Agriculture in Temperate Europe – A Long-Term Experimental Approach. Land 6, 11, 2017.

BOGENRIEDER, A.; MITTMANN, H. (2018): Freiburger Münster – Pflanzenschmuck aus Stein. – Schriftenreihe Münsterbauverein (MBV) Bd. 8: 136 S. Rombach, Freiburg.

BOGENRIEDER, A. (2024): Zum Tod von Professorin Dr. Otti Wilmanns. Mitt. Bad. Landesver. Naturk. Naturschutz N.F. 26, 147-149.

(Thomas Ludemann, Joachim Genser, Christoph Huber)

Bücher- und Zeitschriftenschau

■ Die Rückkehr der großen Pflanzenfresser – Konfliktfeld oder Chance für den Artenschutz?

Große Pflanzenfresser haben über Jahrtausende zahlreiche Lebensräume in unseren Landschaften mitbeeinflusst. Damit waren sie ein entscheidender Faktor für viele Lebensgemeinschaften unserer Ökosysteme und für einen Großteil der Artenvielfalt. Mit der Kultivierung der Wildnisgebiete, der Ausrottung der meisten wildlebenden großen Pflanzenfresser, der Industrialisierung der Landwirtschaft und dem Verschwinden traditioneller Weidesysteme ging das lebensraumprägende Wirken der großen Pflanzenfresser verloren.

Haben große Pflanzenfresser in einem dicht besiedelten Land wie Deutschland jedoch eine Chance und Platz für eine erfolgreiche Wiederkehr? Mit diesen Fragen befassen sich die Herausgeber und 60 weitere Expertinnen und Experten in diesem Buch. Sie und der Verlag haben ein beeindruckendes Werk geschaffen, in dem Wege für ein gelingendes Zusammenleben zwischen Menschen und den großen Wildtieren aufgezeigt werden.

Das umfangreiche Buch gliedert sich in mehrere Themenkomplexe. Einführend werden die fünf großen Pflanzenfresser Elch, Rothirsch, Wisent, Auerochse und Pferd mit ihrer Biologie und Ökologie vorgestellt. Die frühzeitliche Verbreitung dieser Tiere und wie sie die Landschaft in Mitteleuropa prägten sowie ihre Rolle als Schlüsselarten im Wald sind weitere Themen, wie auch die enge Verbundenheit von Grasland mit großen Pflanzenfressern. Dazu, wie im Laufe von Jahrtausenden eine gegenseitige Symbiose zwischen den „großen Fünf“ und den Graslandschaften entstanden ist, finden sich wesentliche Informationen. Durch diese Symbiose entwickelten sich Weiden zu Lebensräumen, die mit die höchsten Pflanzen- und Tierartenzahlen aufweisen. Weitere Kapitel befassen sich mit der Wichtigkeit der Beweidung, des Dungs und von Tierkadavern für die Artenvielfalt sowie mit der Ausbreitung von Pflanzensamen und Insekten durch diese Weidetiere. Die Förderung der Biodiversität und Artenvielfalt durch die Wirkung von Huftieren als „Ökosystemingenieure“ und Landschaftsgestalter ist längst wissenschaftlich bewiesen und hat sich bewährt.

Des Weiteren wird auf die großen Pflanzenfresser als Beute von Wolf, Bär oder Luchs, auf das Wildtiermanagement in unserer Kulturlandschaft sowie auf die rechtlichen Grundlagen für eine Rückkehr der großen Pflanzenfresser eingegangen. Der zentrale Kernpunkt des Buchs ist gleichwohl, wie ein konfliktfreies Zusammenleben der Menschen mit diesen Tieren zukünftig gelingen kann. Naturschutzakteure bewegen sich mit dem Einsatz dieser Weidetiere in der Landschafts- und Biotoppflege auf dünnem Eis, gibt es doch Interessengruppen, die eine skeptische oder ablehnende Haltung dazu haben. Um so wichtiger sind die konstruktiven Beiträge und Lösungsvorschläge zu dieser Problematik. Diese zeigen auf, wie das Vorkommen großer Pflanzenfresser, u. a. Elch und Wisent, in unserer Kulturlandschaft in ein Gleichgewicht mit den menschlichen Interessen gebracht werden kann. Nachfolgende Abhandlungen beleuchten, was bei der Unterhaltung extensiver Ganzjahresweiden zu beachten ist und welchen Einfluss die genannten Arten auf das Klima haben. Wie wilde Weiden wieder für mehr Artenvielfalt in der Agrarlandschaft sorgen können, zeigen mehrere Beiträge aus der Praxis in unterschiedlichen Landesteilen und Landschaften. Extensive Beweidung mit den „großen Fünf“ ist demnach hervorragend geeignet, auch ehrgeizige Ziele des Naturschutzes zu erreichen. Entsprechende positive Praxisbeispiele – etwa aus dem Oderdelta, der Döberitzer und Oranienbaumer Heide oder dem Naturschutzgebiet Wilde Weiden Taubergießen – werden vorgestellt. Waldweideprojekte



in Baden-Württemberg oder Maßnahmen mit dem Wasserbüffel als Lebensraumgestalter in Feuchtgebieten sind weitere Themen.

Wenn Deutschland intakte Ökosysteme wiederherstellen, die Biodiversität verbessern und das Artensterben stoppen will, sollten wir in Teilbereichen unserer Kulturlandschaft große Pflanzenfresser tolerieren. Eine Rückkehr dieser Tiere ist möglich und wäre ein bedeutender Gewinn für die Natur und für uns Menschen.

Das Buch ist ein populärwissenschaftliches und ansprechend gestaltetes Grundlagenwerk mit geballtem Expertenwissen, zahlreichen Illustrationen, Karten und Fotos. Klare Empfehlung für Naturschutzpraktiker, Naturschutzbehörden und Naturschutzverbände. *(Rudolf Deile)*

Sebastian Brackhane, Klaus Hackländer (Hrsg.) (2025): Die Rückkehr der großen Pflanzenfresser – Konfliktfeld oder Chance für den Artenschutz? 478 Seiten. oekom-Verlag, München. ISBN 978-3-98726-031-5, 39 € (Print), 30,99 € (PDF)

■ Das Ende der Evolution. Wie die Vernichtung der Arten unser Überleben bedroht

Eine große biologische Vielfalt ist die unverzichtbare Grundlage für das Funktionieren der Ökosysteme und unser Leben auf diesem Planeten. Dieses Netz des Lebens droht aber zu zerreißen, wenn die Menschheit mit dem Raubbau an der Natur weitermacht wie bisher.

Die kompakte Taschenbuch-Ausgabe präsentiert die wichtigsten Erkenntnisse und Fakten über das dramatische Artensterben der letzten Jahre für ein breites Lesepublikum.

In seinem aufrüttelnd-klaren und zugänglichen Buch beschreibt der preisgekrönte Evolutionsbiologe Matthias Glaubrecht, wie der Mensch zur zerstörerischen und damit selbstzerstörerischen Macht auf der Erde wurde. Denn auch der Mensch ist Teil der Natur, und so geht die Krise der Artenvielfalt uns alle an.

Matthias Glaubrecht schreibt in seinem 1072 Seiten umfassenden gleichnamigen Hauptwerk: „Biodiversität – was ist das eigentlich? So sehr wir dem dünnen Überzug von Leben auf diesem Planeten Erde inzwischen zusetzen, so wenig haben wir davon verstanden oder sind uns seiner Bedeutung überhaupt hinreichend bewusst. Anders ist es nicht zu erklären, wie ignorant wir Menschen global betrachtet mit der biologischen Lebensvielfalt umgehen. Dabei sind diese Fülle und Vielfalt von Arten auf der Erde unsere Lebensversicherung, gerade in Krisenzeiten. Arten sind mithin wie Geld; jeder Schwund ist ein Verlust, der die Bilanz bedroht und, wenn wir ihn nicht stoppen, unfehlbar in die Insolvenz führt. Derzeit plündern wir die Konten, heben mehr und mehr Geld ab, leben über unsere biologischen Verhältnisse. Die Natur schafft aber nicht derart schnell neues Kapital herbei, wie wir es ausgeben. Wir müssen also auf unser Geld achten; auf jede einzelne Art.“



Es liegt an uns allen, ob wir weiterhin dieses Kapital verschwenden oder sorgsam damit umgehen, und ein Leben zukünftig auf diesem Planeten noch möglich ist. Dieser Bestseller ist ein Muss für alle – für Politiker sollte es eine Pflicht geben, diesen zu lesen. *(Rudolf Deile)*

Matthias Glaubrecht (2023): Das Ende der Evolution. Wie die Vernichtung der Arten unser Überleben bedroht. 560 Seiten. Penguin-Verlag, München. ISBN 978-3-328-10924-2, 15 Euro.

■ Faktencheck Artenvielfalt

Die vorliegende Publikation ist eine „Zusammenfassung für die gesellschaftliche Entscheidungsfindung“ des 1256 Seiten umfassenden Hauptwerks gleichen Namens.

„Der Faktencheck Artenvielfalt ist weltweit eines der ersten Beispiele, wie große internationale Berichte – wie die globalen und regionalen Assessments des Weltbiodiversitätsrates IPBES – auf einen nationalen Kontext zugeschnitten aussehen können, mit dem Ziel, Handlungsoptionen für die konkrete nationale und subnationale Politik aufzuzeigen und zu entwickeln“, erklärt Christian Wirth, Professor an der Universität Leipzig und Mitherausgeber des Faktenchecks.

Der Zustand der Natur verschlechtert sich weltweit – und damit auch ihre lebenswichtigen Beiträge für uns Menschen. Doch wie steht es um die Biodiversität in Deutschland? Das Resultat ist ernüchternd.

Der Faktencheck Artenvielfalt ist ein Projekt zur umfassenden Einschätzung und Bewertung der biologischen Vielfalt und zeigt erstmals, wie es um diese in unserem Land steht. Mehr als die Hälfte der natürlichen Lebensraumtypen in Deutschland weisen einen ökologisch ungünstigen Zustand auf, täglich verschwinden weitere wertvolle Habitatflächen. Die Konsequenz: Populationen von Arten schrumpfen, verarmen genetisch oder sterben aus – mit direktem Einfluss auf die Leistungsfähigkeit und Funktionsweise von Ökosystemen. Ein Drittel der Arten sind gefährdet, etwa drei Prozent sind bereits ausgestorben.

Insgesamt sind 60 % der 93 untersuchten Lebensraumtypen in einem unzureichenden oder schlechten Zustand. Dramatisch sieht es aus für ehemals artenreiche Äcker und Grünland, Moore, Moorwälder, Sümpfe und Quellen. Das Werk gibt umfassenden Einblick, wie es um die Biodiversität in Deutschland tatsächlich steht. Es identifiziert die Trends und Treiber der Verschlechterungen, gibt aber auch Empfehlungen, wie die Verluste aufgehalten werden können und arbeitet Forschungsbedarfe heraus. Die Befunde zeigen auf, dass ein massiver Handlungsbedarf im Arten- und Naturschutz besteht. Leider kommen auch Bund und Länder ihrer gesetzlichen Aufgabe, dem Schutz von Pflanzen- und Tierarten sowie ihrer Lebensräume, nur sehr ungenügend nach. Die Ergebnisse des Projekts sind ein wissenschaftlicher Warnruf, der gehört werden muss.

Im Vorwort des Buchs heißt es u. a.: „Wir haben es in der Hand, diese Herausforderung anzugehen und etwas zu verändern. Jede und jeder Einzelne kann dazu einen Beitrag leisten: Das fängt im Alltag an, führt über die ehrenamtliche Naturschutzarbeit bis hin zur Bürgerwissenschaft für den Erhalt der Biodiversität. Lassen auch Sie sich inspirieren.“

(Rudolf Deile)



Christian Wirth, Helge Bruelheide, Nina Farwig, Jori Marx, Josef Settele (Hrsg.) (2024): Faktencheck Artenvielfalt. Bestandsaufnahme und Perspektiven für den Erhalt der biologischen Vielfalt in Deutschland. 96 Seiten, zahlreiche Farbbildungen. oekom-Verlag, München. ISBN 978-3-98726-096-4, 24 €.

■ Schmetterlinge – Die Tagfalter und Widderchen Deutschlands

Schmetterlinge sind sehr attraktiv und wohl die Beliebtesten unter den Insekten. Sie zu bestimmen ist bei manchen Artengruppen wie den Bläulingen jedoch nicht immer einfach. Bestimmungsbücher für diese zerbrechlich wirkenden Flattertiere gibt es viele. Dass das vorliegende Buch schon in der 4., vollständig überarbeiteten Auflage erscheint, spricht für sich. Auch das erfahrene Wissenschaftler-/Autorenteam garantiert ein erstklassiges Bestimmungsbuch. In die-

ser Neuauflage sind erstmals auch 22 Widderchen-Arten abgebildet und beschrieben. Widderchen sind Nachtfalter, die jedoch tagsüber aktiv sind. Berücksichtigt wurden auch neue wissenschaftliche Erkenntnisse bei Flugzeiten, Verbreitungsarealen, der Gefährdung sowie den Namen der Falter.

In der Einführung befasst sich das Buch allgemein mit Lebensweise und Lebensraum, Verbreitung, Lebenszyklus, Beobachtung sowie Gefährdung der außeralpinen Tagfalter und Widderchen Deutschlands. Zudem wird das Tagfalter-Monitoring vorgestellt.

Der Hauptteil gibt stichwortartig Auskunft über Merkmale, Lebensraum/Lebensweise, der besten Nachweismethode sowie über die Gefährdung und den Schutz der einzelnen Arten. Ein hervorragendes Foto der jeweiligen Art und der unterschiedlichen Entwicklungsstadien (Ei oder Raupe) wird flankiert von einer kleinen Verbreitungskarte, die das Vorkommen in den einzelnen Bundesländern zeigt. Abgerundet von einer übersichtlichen Grafik zum Lebenszyklus erfährt man auf einen Blick das jahreszeitliche Vorkommen von fertigem Insekt, Ei, Raupe und Puppe.

Der vergleichenden Bestimmung dienen die einzigartigen Übersichtstafeln im Anhang. Sie zeigen alle beschriebenen Falter in Originalgröße mit Ober- und Unterseite, aber auch männliche und weibliche Tiere, wenn die Geschlechter unterschiedlich gefärbt oder gezeichnet sind. Bei schwieriger zu bestimmenden Arten sind besondere Bestimmungsmerkmale mit Hinweis Pfeilen gekennzeichnet. Anhand der qualitativ hochwertigen Fotos wird eine Bestimmung überaus erleichtert. Ein Glossar und Tabellen mit den wichtigsten Raupenwirtspflanzen bilden den Abschluss. Dieser überaus empfehlenswerte und praxistaugliche Naturführer ist allemal seinen Preis wert.

(Rudolf Deile)



Josef Settele, Roland Steiner, Rolf Reinhardt, Reinart Feldmann, Gabriel Hermann, Martin Musche, Elisabeth Kühn, Gunnar Brehm: Schmetterlinge – Die Tagfalter und Widderchen Deutschlands. 4., erweiterte und aktualisierte Auflage 2025. 288 S., 870 Farbfotos, 320 farbige Zeichnungen, ISBN 978-3-8186-1289-4, 22,- Euro, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

■ Wildbienen. Die anderen Bienen

Vor allem Wildbienen, aber auch Schwebfliegen und andere Insekten sind unerlässlich für die Bestäubung von Obstbäumen, Beerensträuchern, Feldfrüchten und Wildpflanzen. Eine internationale Studie hat nachgewiesen, dass Wildbienen für die Ernährungsvorsorge unverzichtbar sind.

Wildbienen haben in den letzten Jahren in der breiten Öffentlichkeit eine relativ hohe Aufmerksamkeit erhalten. Gelungen und zu verdanken ist dies Paul Westrich, der wie kein anderer die Menschen für diese Insekten begeistern kann. Seit über 50 Jahren forscht und beschäftigt sich der Autor mit Wildbienen. Sein immenser Erfahrungsschatz und Wissen spiegeln sich in diesem Buch wider. Darüber hinaus ist er Verfasser der Grundlagenwerke „Die Wildbienen Baden-Württembergs“ sowie „Die Wildbienen Deutschlands“.



In dem vorliegenden Werk möchte der Autor diese anderen Bienen vorstellen. Ihre große Vielfalt an Farben und Formen, auch wie man sie erkennen kann; ihre vielfältigen Lebensweisen, ihre Beziehungen zu Blüten, ihre Nahrungspflanzen, ihre eigenartigen Schlafplätze, die Suche nach einem Nistplatz, der Nestbau, ihr Brutfürsorgeverhalten. Die gesamte Entwicklung, vom Ei bis zum fertigen Insekt, wird erläutert und in bezaubernden Fotos dargestellt. Wer weiß schon, dass es unter diesen Wildbienen solitär lebende, soziale und parasitische Arten gibt? Wann und in welchen Lebensräumen kann man Wildbienen finden, wie erfassen und bestimmen? Antworten dazu findet der Leser in diesem Werk.

Dass viele Wildbienenarten in ihrem Bestand teilweise stark zurückgehen und gefährdet sind, hat stets mit dem Eingreifen des Menschen in ihre Lebensräume und dabei vor allem mit den Auswirkungen der industriellen Landwirtschaft zu tun. Der Autor zeigt auf, wie jeder Einzelne einen Beitrag zum Schutz leisten kann.

Mit Hilfe dieses Buchs können alle Interessierten Wildbienen im Garten, auf dem Balkon oder der Terrasse Nahrung und Fortpflanzungsmöglichkeiten bieten. Der Garten als Lebensraum für Wildbienen wird in der ganzen Breite beschrieben. Praxisgerecht und ausführlich behandelt Westrich auch das Thema Nisthilfen. Es folgen umfangreiche Tipps zur Ansiedlung sowie zur Herstellung von geeigneten Quartieren. Die ganze Bandbreite wird mit anschaulichen Fotos erläutert. Untaugliche Empfehlungen für Nisthilfen gibt es leider im Internet und in Publikationen nicht wenige; auch zahlreiche nutzlose „Bienenhotels“ in Bau- und Gartenmärkten werden angeboten die ihr Geld nicht wert sind. Davor warnt Westrich mit abgebildeten negativen Beispielen.

Nicht nur Wildbienen profitieren von Nisthilfen und einem verbesserten Nahrungsangebot im Garten. Auch andere Insekten wie Grab-, Wegwespen und andere solitäre Wespenarten finden dadurch verbesserte Lebensbedingungen. Interessante Beispiele dazu werden dargestellt.

Vielfältige Lebensbilder von einigen hohlraumbesiedelnden und im Boden nistenden Wildbienen stellt der Autor anhand von Verbreitung, Lebensraum, Nistweise, Blütenbesuch und Phänologie vor.

Im abschließenden Serviceteil verweist der Verfasser auf zusammenfassende Werke, Bestimmungsliteratur, Bezugsquellen von Nisthilfen, Wildblumenmischungen sowie interessante Internetquellen.

Besonders eindrucksvoll sind die qualitativ erstklassigen Nahaufnahmen, u. a. von allen Entwicklungsstadien der Wildbienen, bei ihrem Blütenbesuch, bei der Nahrungsaufnahme, beim Nestbau und am Schlafplatz – einfach großartig!

Westrich gelingt es mit diesem Buch und den darin enthaltenen professionellen Fotos, Begeisterung und Interesse für diese Insekten zu wecken. Zu hoffen ist, dass dieses einzigartige Werk viele Menschen davon überzeugt, sich engagiert für den Schutz unserer Natur und der Wildbienen einzusetzen.

Alles was man wissen sollte zu Biologie, Ökologie und Schutz, um diese anderen Bienen zu unterstützen, findet sich in diesem wunderschönen und informativen Buch. Eine weite Verbreitung ist ihm zu wünschen. Unverzichtbar für alle Wildbienen-Freunde und Natur-Interessierte!

(Rudolf Deile)

Paul Westrich (2024): Wildbienen. Die anderen Bienen. 208 Seiten, 653 Farbfotos, komplett überarbeitete und stark erweiterte Neuauflage. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. ISBN 978-3-8186-2086-8, 30 €.

■ BfN-Handbuch zur Umsetzung der FFH-Richtlinie

Das Bundesamt für Naturschutz (BfN) hat jetzt die zwei grundlegend überarbeiteten Handbücher zur Umsetzung der FFH-Richtlinie in Deutschland herausgegeben. Hierzu schreibt das BfN in einer Pressemitteilung:

“Welche EU-weit geschützten Lebensraumtypen kommen in Deutschland vor? Woran kann man sie erkennen und was zeichnet sie aus? Wie reagieren sie auf die Folgen des Klimawandels, die Ausbreitung nicht heimischer Pflanzenarten und zunehmende Stickstoffanreicherung? Für welche Tierarten sind sie ein wichtiger Lebensraum? Welche Maßnahmen sollten zur Erhaltung und zur Pflege getroffen werden? Antworten auf diese und weitere Fragen gibt das BfN-Handbuch zur Umsetzung der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie in Deutschland, dessen umfassend überarbeiteten Teilbände Band 2.1 und Band 2.2 das Bundesamt für Naturschutz (BfN) in einer Neuauflage veröffentlicht hat.

Die neu veröffentlichten Teilbände von Band 2 stellen alle EU-weit geschützten Lebensraumtypen in Deutschland vor. In einheitlichen Steckbriefen werden alle in Deutschland vorkommenden und zu schützenden Lebensraumtypen detailliert in Wort und Bild beschrieben. Das Handbuch berücksichtigt die neuen europäischen Standards der Biotopklassifikation und der Vegetationskunde und fasst den aktuellen Kenntnisstand zusammen. Die Teilbände sind wichtige Nachschlagewerke, wenn es beispielsweise um den Schutz bedrohter Grünlandlebensräume oder der Rolle von Mooren im Klimawandel geht. Auch hat sich das Wissen über charakteristische Arten der Lebensraumtypen erheblich verbessert und geht nun über die zuvor weitgehend botanisch geprägte Betrachtung hinaus. So wurde bei der Überarbeitung des Handbuchs ein Schwerpunkt auf die charakteristischen Tierarten, insbesondere die Insekten, gelegt. Damit können beispielsweise die Lebensraumsprüche von Bestäubern besser verstanden werden.“



Das europäische Schutzgebietssystem Natura 2000. BfN-Handbuch zur Umsetzung der Fauna-Flora-Habitatrichtlinie und der Vogelschutzrichtlinie

- Band 2,1: Ssymank, A., Ellwanger, G., Ersfeld, M., Ferner, J., Lehrke, S., Müller, C., Rath, U., Röhling, M., Vischer-Leopold, M. (2021) Lebensraumtypen der Meere und Küsten, der Binnengewässer sowie der Heiden und Gebüsche. 795 S., 59 Euro
- Band 2,2: Ssymank, A., Ellwanger, G., Ersfeld, M., Ferner, J., Idilbi, I., Lehrke, S., Müller, C., Rath, U., Röhling, M., Vischer-Leopold, M. (2022) Lebensraumtypen des Grünlandes, der Moore, Sümpfe und Quellen, der Felsen und Schutthalden sowie der Wälder. 898 S., 64 Euro

Bestellung online unter: <https://bfh.buchweltshop.de/>

Korrektur und Ergänzung zu Mitteilungen Bd. 25:

„Ein frühes fotografisches Dokument aus der Geschichte des Badischen Botanischen Vereins“ VON VOLKMAR WIRTH

In Band 25 der Mitteilungen veröffentlichte unser Mitglied Volkmar Wirth einen Beitrag über ein historisches Foto, das Teilnehmer einer Pfingstexkursion des Badischen Botanischen Vereins (heute BLNN) im Jahre 1895 im Donautal zeigt (s. unten). Das Bilddokument fand sich in einem Umschlag und lag einer Ausgabe der ersten Mitteilungen dieser Jahre bei, die V. Wirth antiquarisch in Freiburg erwarb.

Neben dem Leiter der Exkursion, dem Kreisspitalarzt Dr. J. A. Schatz (1856–1912), ein renommiertes Mitglied des Badischen Botanischen Vereins, waren auch der spätere Professor F. Oltmanns, der Autor der Freiburger Exkursionsflora J. Neuberger, der Seminardirektor Leutz, der Apotheker Pfaff, der Schulrektor A. Prestle und das Ehrenmitglied des Vereins A. Kneucker dabei. Dies geht aus einem Brief von Leutz an Dr. Winter, einem Gründungsmitglied des Badischen Botanischen Vereins, hervor, der neben dem Bild den Mitteilungsbanden beilag. Ohne Zweifel waren hier also die wichtigsten Botanikfachleute des südbadischen Raums dieser Zeit versammelt.

Jedoch ist die Zuordnung von Namen und Personen schwierig und so hoffte Wirth auf Hilfe aus der Leserschaft der Mitteilungen. Daraufhin meldete sich Franco Kämmer mit folgenden Hinweisen: „Als Kneucker kommt m. E. nur der 3. von links Stehende in Frage (anders als von Wirth vermutet). Oltmanns war ja relativ schmalgesichtig, also könnte er gut der ganz rechts Stehende sein. Von Neuberger habe ich ein Bild gesehen mit großem Vollbart und kräftigem Gesicht, so dass er sicher nur einer der beiden links Stehenden sein kann, ganz besonders aber der 2. von links mit Botanisiertrommel, was für seine botanische Ernsthaftigkeit unterstreicht.“

(Gerd Süssbier)



Protokoll der Mitgliederversammlung des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz (BLNN) für das Vereinsjahr 2024/25

**Mittwoch, 2. April 2025, 19:35 – 21:00 Uhr
im Hörsaal des Zoologischen Instituts
der Universität, Hauptstraße 1, Freiburg**

34 Mitglieder sind anwesend.

Der Berichtszeitraum umfasst den Zeitraum April 2024 bis März 2025.

Der Ablauf der Mitgliederversammlung wird durch eine Powerpoint-Präsentation unterstützt.

Die Tagesordnung der für die Mitgliederversammlung lautet:

1. Begrüßung, Feststellung der satzungsgemäßen Einladung und der Tagesordnung
2. Ehrung der verstorbenen Mitglieder
3. Mitgliederentwicklung im Berichtszeitraum April 2024 bis März 2025, Ehrung langjähriger Mitglieder
4. Bericht der beiden Vorsitzenden (Albert Reif, Wolfgang Ostendorf)
5. Berichte aus den Arbeitsgruppen (AGN, BEKS, AGF, Grönland)
6. Bericht des Schatzmeisters (Korbinian von Königsłow) und der Kassenprüferinnen (Friederike Strauß, Daniela Saladin)
7. Bericht der Schriftleitung (Gerd Süßbier, Peter Poschen)
8. Aussprache: Fragen, Vorschläge und Wünsche der Mitglieder
9. Beantragung und Entlastung der Vorstands
10. Neuwahl des Vorstands (2025 – 2027)
11. Verschiedenes

TOP 1: Begrüßung, Feststellung der satzungsgemäßen Einladung und der Tagesordnung

Nachdem der Erste Vorsitzende des BLNN Dr. Albert Reif als Versammlungsleiter die Anwesenden begrüßt hat, wird festgestellt, dass die Einladung und Mitteilung der Tagesordnung satzungsgemäß erfolgt war. Es gibt keine Anträge zur Tagesordnung.

TOP 2: Ehrung der verstorbenen Mitglieder

Im Berichtszeitraum sind 5 Mitglieder verstorben:

- Prof. Dr. Arno Bogenrieder, † 18. Mai 2024
- Ruth Noack, † 9. Juni 2024
- Martin Engelhardt, † Januar 2025
- Horst Bergamelli, † 26. März 2024
- Günter Holzwarth, † 25. Januar 2025

Die Anwesenden erheben sich für eine Minute zum schweigenden Gedenken an die Verstorbenen.

TOP 3: Mitgliederentwicklung im Berichtszeitraum April 2024 bis März 2025, Ehrung langjähriger Mitglieder

Am 31. März 2024 hatte der BLNN 394 natürliche Personen als Mitglieder. Im Berichtszeitraum verließen 10 Mitglieder den Verein und die 5 oben erwähnten Mitglieder verstarben; dem gegenüber steht der Beitritt von 13 Mitgliedern. Demnach hat der BLNN zum 31. März 2025 392 Mitglieder (natürliche Personen).

Für die langjährige Mitgliedschaft von 25 Jahren werden geehrt:

- Hilde Rasch, Dipl.-Biol.
- Pascal von Sengbusch,
- Dr. Karlheinz Abt,
- Dipl.-Forstw. Andreas Flender und
- Dipl.-Ing. Gundo Klebsattel.

TOP 4: Bericht der beiden Vorsitzenden (Albert Reif, Wolfgang Ostendorf)

Der Erste Vorsitzende Albert Reif berichtet von den zahlreichen Vereinsaktivitäten:

Exkursion in die Cevennen vom 18. – 26. Mai 2024, im Wesentlichen organisiert von Gerd Süßbier und Gerrit Müller. Die neuntägige Exkursion mit 21 Teilnehmerinnen und Teilnehmern führte in die südfranzösischen Cevennen. Der dortige „Parc National des Cevennes“ beherbergt auf einer Kernfläche von knapp 1.000 Quadratkilometern eine außerordentlich große Vielfalt an Lebensräumen und Arten. Das Landschaftsspektrum reicht von den verkarsteten Kalkplateaus mit den tief eingeschnittenen Tarn- und Jonte-Schluchten im Westen über die Granitberge des Mt. Aigoual (1.567 m) und des Mt. Lozère (1.699 m) bis zu den von Schiefern geprägten, wasserreichen Gardon-Tälern im Osten. Wanderungen und viele Begegnungen mit Fachleuten aus Landwirtschaft und Naturschutz ermöglichten den Exkursionsteilnehmern einen Einblick in „Frankreichs wilden Süden“.

Exkursion nach Franken vom 24. – 27. Juli 2024, organisiert von Albert Reif. Die kleine Exkursionsgruppe besuchte an den vier Exkursionstagen die botanisch besonders interessante Trockenvegetation in Franken. Standort war Würzburg, von wo aus die einzelnen Exkursionsziel angesteuert wurden: Bauernwälder bei Breitenau, das Karlstadter Trockengebiet mit Magerrasen, die Feuchtwiesen und -wälder sowie Gipshügel bei Schwebheim und die Sandrasen bei Astheim (mit beeindruckenden Beständen der Sand-Silberscharte).

Veranstaltungen: Im Wintersemester 24/25 fanden 7 sehr gut besuchte Abendvorträge (Beginn unter den neuen, etwas früheren Uhrzeit 19 c.t.) unter dem gemeinsamen Thema „Nachhaltige Landwirtschaft und Naturschutz“ statt. Die beiden Nachmittags-Seminare im November 2024 zum selben Oberthema waren etwas schwächer besucht. Dagegen gut besucht war die „Matinée am Sonntag“ am 12. Januar 2025, bei dem Dr. Jörg Lange, Regiowasser e.V., über „Die Dreisam – Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft“ referierte.

Vorstandssitzungen: Weiterhin fanden meist mit einem Abstand von etwa 4 Wochen Treffen des BLNN-Vorstands statt (10 Treffen), zu dem auch die Beiräte und Beirätinnen eingela-

den sind. Auch BLNN-Mitglieder sind als Gäste willkommen sind. Hervorzuheben war eine ganztägige Klausur des Vorstandes an der Professur für Forstentomologie und Waldschutz in Stegen-Wittental, bei der intensiv über die zukünftige Entwicklung und Ausrichtung des BLNN diskutiert wurde.

Desweiteren wirkt der BLNN beim Arbeitskreis „Freiburg-Kaiserstuhl“ des Landesnaturschutzverbandes (Vertreter: A. Reif, P. Lutz) mit.

Der Zweite Vorsitzende Wolfgang Ostendorp hebt das regelmäßige Erscheinen des monatlichen BLNN-Newsletters hervor, und bedankt sich bei allen Mitgliedern, die dazu beigetragen haben. Er ist ein wichtiges Instrument der Kommunikation mit den Mitgliedern und informiert über alles, was für die Mitglieder interessant sein könnte:

- Vereinsangelegenheiten
- Personalia: Neue Mitglieder, Nachrufe
- Aktivitäten der BLNN-Arbeitsgruppen
- interne/externe Veranstaltungen
- Projekt-/Stellenausschreibungen
- Fortbildungen, Exkursionen
- Neufunde, BLNN-Exkursionsberichte
- regionale Naturschutz-Aktivitäten
- Börse („Zum Verschenken“) u. v. a. m.

Er lädt die Mitglieder ein, den Newsletter aktiv als Kommunikationsmittel zu nutzen und bittet weiterhin alle Mitglieder um Beiträge, Hinweise und Ideen.

TOP 5: Berichte aus den Arbeitsgruppen (AGN, BEKS, AGF, Grönland)

AGN – Arbeitsgruppe Naturschutz

Bernd Künemund, der Leiter der AGN, konnte leider nicht an der Mitgliederversammlung teilnehmen. Er sandte im Vorfeld folgenden Bericht: „In der AGN werden aktuell die Projekte Sänergerruh und Kefferspitz betreut. Das Projekt Gelbbauchunkenwiese befindet sich im Umbruch. Aktuell ist noch nicht ganz klar, wie es weiter geht. Es zeichnet sich ab, dass die Stadt Freiburg Pächter der Fläche wird und die Grünlandpflege übernimmt. Die Wannen mit den Gelbbauchunken werden vermutlich von der AGN weiter betreut. Ganz abschließend ist das aber noch nicht geklärt.“

BEKS – Botanischer Exkursionskreis Südbaden

Der BEKS veranstaltete in der Saison 2024 8 eintägige Exkursionen. Hervorzuheben ist die vom elsässischen Botanikerpaar Hubert und Monique Ott geführte Exkursion am 11. Mai 2024 an den Bollenberg im Elsass.

Forschungsprojekt Grönlandexpedition „Karupelv Valley Project“

Benoît Sittler führte 2024 zum 37. Mal (!) die international besetzte Forschungsexkursion nach Nordost-Grönland, das „Karupelv Valley Project“ durch. Er berichtet über die sich verändernden Bedingungen im Forschungsareal (Eisbären kommen zunehmend an Land und gefährden die Forschenden).

FREAK – Freiburger Entomologischer Arbeitskreis

Jochen Schünemann berichtet, dass der „eingeschlafene“ Arbeitskreis im Jahr 2024 wiederbelebt wurde. Nunmehr nehmen ca. 10 - 20 Personen (bei einem E-Mail-Verteiler von ca. 50) an den regelmäßigen Treffen teil – regelmäßig am ersten Mittwoch im Monat, 19 -21 Uhr.

Der FREAK will sich aktuell schwerpunktmäßig der Grifzheimer Trockenaue widmen. 2024 fanden 3 Exkursionen statt, bereits 2023 hatten einzelne Mitglieder bei Untersuchungen zum „integrierten Rheinprogramm“ in diesem Gebiet mitgearbeitet. 2024 gestaltete der AK auch einen Teil der Ausstellung „Facettenreiche Insekten – Vielfalt | Gefährdung | Schutz“ im WaldHaus Freiburg mit. Im November beteiligten sich einige Mitglieder ganztägig an einem Familientag im Museum Natur und Mensch. Aktuell findet eine Beteiligung an der diesjährige im Juni beginnenden Sonderausstellung „Insekten – schillernd schön und tierisch wichtig“ im Museum Natur und Mensch, in welcher Schaukästen zur Grifzheimer Trockenaue und die Arbeit von Entomologen bzw. des FREAKS dargestellt wird. Zusätzlich wird eine öffentliche Exkursion für Interessierte über das Museum und geführt durch den FREAK in der Trockenaue im kommenden Sommer durchgeführt.

TOP 6 Bericht des Schatzmeisters (Korbinian von Königslöw) und der Kassenprüferinnen (Friederike Strauß, Daniela Saladin)

Korbinian von Königslöw erläutert zunächst die Kassenstruktur des Vereins und die verschiedenen Vereinskontoen im engeren Sinne (Barkasse, Sparkassengiro, Kieferfonds, Deka-Depot) und die Konten der Arbeitsgruppen (Grönlandexkursion, Arbeitsgruppe Naturschutz).

Folgend wurden die Veränderungen der Vereinskontoen (Einnahmen, Ausgaben und Kassenstand zum Jahresende) dargestellt und auf die seit Jahren stetig wachsenden Rücklagen verwiesen. Die Entwicklung der einzelnen Vereinskontoen ist geringfügig unterschiedlich. Die Barkasse hat sich nicht verändert, wird zukünftig nicht mehr benötigt und wahrscheinlich geschlossen. Beim Sparkassengiro und Deka Depot fand in den letzten Jahren eine Erhöhung des Kassenstandes statt, jedoch nicht beim Kieferfonds. Der Kieferfonds erhält als Sparbuch so gut wie keine Zinsen. Beim Deka Depot liegt eine Wertentwicklung zugrunde, welche je nach Marktentwicklung sich stark positiv als auch negativ ändern kann und somit keinen endgültigen Wert darstellt.

Bei den Einnahmen lag letztjährig der größte Posten bei den Mitgliedsbeiträgen, sonst nur geringfügig weitere, wie Erträge aus dem Deka Depot oder Spenden. Zu den größeren Ausgaben zählen mit Abstand die Druckkosten der Mitteilungen, danach die Druckkosten der Mitgliederbriefe, Auslagen zu den Vorträgen des Wintersemesters, als auch zu Forschungsförderungen.

Zu den Arbeitsgruppen wurde zunächst die finanzielle Situation der Grönlandexpedition von Benoit Sittler dargestellt. Die Ausgaben haben nicht komplett die Einnahmen gedeckt, wodurch der Kassenstand des Vereinskontos leicht verringert wurde. Es wurde auf die besonders hohen Beträge der Ausgaben und dagegenstehenden Einnahmen im Vergleich zu den geringen Rücklagen hingewiesen.

Im Kassenstand der Arbeitsgruppe Naturschutz (AGN) gibt es nur geringfügige Änderungen. Gegenüber den Vorjahren gab es nur geringe Einnahmen und Ausgaben, da aktuell kaum eigenen Aktivitäten der Arbeitsgruppe gibt. Der Kassenstand hat sich leicht positiv entwickelt.

Bericht der Kassenprüferinnen

Daniela Saladin selbst ist entschuldigt. Friederike Strauß verliest den Bericht der Kassenprüfung vom 19. März 2025. Sie fanden keine Beanstandungen und bescheinigen dem Schatzmeister eine hervorragende Kassenführung. Sie empfehlen der Versammlung die Entlastung des Schatzmeisters. Die Entlastung erfolgte einstimmig.

Top 7 Bericht der Schriftleitung (Gerd Süßbier, Peter Poschen)

Gerd Süßbier erwähnt, dass die „Mitteilungen des BLNN – Band 26 (NF) 2024“ im September 2024 erschienen sind und allen Mitgliedern zugingen. Für den nächsten Band 27 der Mitteilungen liegen bereits Artikel im Umfang von 120 – 150 Seiten vor.

Noch im Jahr 2025 ist die Herausgabe des Sonderbands zur Flora des Kaiserstuhls mit finanzieller Unterstützung des Naturschutzfonds Baden-Württemberg geplant.

Durch eine großzügige private Spende wird es möglich sein, die Qualität der abgedruckten Bilder in den nächsten Ausgaben der Mitteilungen zu verbessern.

Top 8 Aussprache: Fragen, Vorschläge und Wünsche der Mitglieder

Ein Mitglied lobt den Newsletter als sehr gut, die Äußerung findet Beifall bei den Anwesenden.

Ein Mitglied fragt nach, ob der BLNN auch Bußgelder aus Gerichtsverfahren bekommen könne.

Ein Mitglied fragt nach der Positionierung des BLNN, besonders im Hinblick auf die Mitarbeit beim Landesnaturschutzverband.

Ein Mitglied regt an, die durch die FREAK in der Grißheimer Trockenaue erlangten Fundergebnisse mit den botanischen Kartierungen zu ergänzen und zusammenzubringen. Der Vorstand sagt zu, sich mit der Idee zu näher befassen.

Top 9 Beantragung und Entlastung der Vorstands

Mitglied Georg Schepers stellt den Antrag auf Entlastung der Vorstands. Dem Antrag wird von der Versammlung einstimmig zugestimmt. Der Vorstand ist damit entlastet.

TOP 10 Neuwahl des Vorstands (2025 – 2027)

Der Vorstand kandidiert für eine Wiederwahl

Erster Vorsitzender: Albert Reif

Zweiter Vorsitzender: Wolfgang Ostendorp

Schriftleiter: Gerd Süßbier und Peter Poschen

Schatzmeister: Korbinian von Königslöw

Schriftführer: Peter Lutz

Kassenprüfung: Friederike Strauß

Es gibt keine weiteren personellen Vorschläge aus der Mitte der Versammlung.

Der zweite Posten der Kassenprüfung wird zukünftig nicht mehr von Daniela Saladin ausgeübt bleibt vakant. Eine Besetzung ist während der MV auf Grund fehlender Kandidaten nicht möglich.

Daraufhin leitet Mitglied Karl-Ernst Friederich die Wahl. Über die Kandidaten wird en bloc abgestimmt. Die Versammlung stimmt bei Enthaltung der zu Wählenden einstimmig für den Vorschlag. Damit ist der Vorstand für 2 Jahre wiedergewählt.

TOP 11 Verschiedenes

Frage des Vorstands: Wie soll mit dem großen Bibliotheksbestand des BLNN umgegangen werden, hier ist eine Entlastung der Bibliotheksbetreuerin notwendig.

Frage des Vorstands: Wie soll der Rundbrief in Zukunft versandt werden? An Mitglieder mit E-Mail-Adresse elektronisch, an die anderen mit der Post (ca. 20 %). Es entspinnt sich eine angeregte Diskussion. Vielleicht sollte eine jährlich einmalige Post, z. B. zum Versand des attraktiven Programmflyers als ein gutes Werbeinstrument des BLNN, beibehalten werden. Der Vorschlag soll im Vorstand weiter diskutiert werden.

Ähnliches gilt für die gedruckten BLNN-Mitteilungen: Es sollte ein gedrucktes Exemplar für jedes Mitglied vorlegen. Zur geplanten Kaiserstuhl-Flora wird es nach Ansicht einiger Mitglieder bundesweit ein großes Interesse bei botanisch orientierten wissenschaftlichen Vereinigungen, Instituten und Einzelpersonen geben – Auflage daher anpassen.

Der Zweite Vorsitzende Wolfgang Ostendorp schlägt die Erstellung eines „Grundangebots des BLNN“ an seine Mitglieder vor, das könnte im nächsten Rundbrief abgefragt und durch den Vorstand ausgearbeitet werden.

Aus der Versammlung wird der Vorschlag gemacht, eine Strategie-Sitzung zur Fragestellung zu veranstalten, wie man mehr junge Leute zum BLNN bringen könnte.

Die Mitgliederversammlung endete um 21 Uhr.

Albert Reif lädt alle Anwesenden ein zu einem Nachtreffen mit Verköstigung in der Cafeteria der „Zoologie“ zum regen Gedankenaustausch. Der Einladung folgen ca. 30 Mitglieder.

Albert Reif
(Versammlungsleiter)

Peter Lutz
(Protokollführer)

Hinweise für Autorinnen und Autoren

1. Profil der Mitteilungen des BLNN

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 ebenfalls 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 geht dem Autor oder der Autorin als fertig umgebrochene Seiten zur abschließenden Korrektur, Druckfreigabe (Imprimatur) und der einfachen Rechteübertragung noch einmal zu.

Mit der Imprimatur bestätigt der Autor/die Autorin im Besitz der Rechte zur Wiedergabe aller urheberrechtlich geschützter Inhalte zu sein. Die Autoren stellen damit den Herausgeber (Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e. V.) frei von Ansprüchen Dritter. Allein der Autor/die Autorin ist für den Inhalt seines/ihres Beitrags verantwortlich. Überdies erklären sich die Autorinnen und Autoren damit einverstanden, dass das Gesamtwerk in „FreiDok plus“ der Universität Freiburg gespeichert und digital veröffentlicht wird und akzeptiert die Lizenzbedingungen von „FreiDok plus“.

Die Herausgeber möchten insbesondere junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ermuntern, die wichtigsten Ergebnisse ihrer Bachelor-, Master- oder Doktorarbeit zu ver-

öffentlichen, 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 1.1.1 usw. vorzunehmen.

Bitte verwenden Sie die untenstehende Artikelvorlage, die auch unter www.blnn.de/Artikelvorlage abgerufen werden kann oder Ihnen auf Nachfrage zugeschickt wird. (schriftleitung@blnn.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. 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 <<was ist das?>> veröffentlicht werden. Damit die Tabellen von Word korrekt in eine Satz-Software importiert werden können, ist auf eine sorgfältige Formatierung in Word zu achten. << Handlungsanweisung nicht ganz nachvollziehbar>>

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.

2.5 Ergänzende Materialien

Weitere Informationen, z. B.

- Artenlisten, Fundortliste, umfangreiche vegetationskundliche Tabellen
- Formeln, R-Skripten, Statistische Verfahren
- hoch aufgelöste Karten und Luftbilder
- Originaldaten-Dokumentationen
- nicht satzspiegelgerecht in der Druckversion reproduzierbare Bausteine

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 JPG- oder GIF- oder PNG-Datei)
- Dokumentation der Mess- bzw. Erhebungsdaten (z. B. als PDF-Datei)
- Tabellenkalkulationsdateien (Ms Excel o. a.), Datenbankauszüge
- GIS-Projekte (ArcGIS, QGIS) und Shape-Dateien

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

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, Dr. Peter Poschen)