



Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe 27.12.2017

# Carolinea 75

Carolinea 75	330 S.	303 Abb.	Karlsruhe, 27.12.2017
--------------	--------	----------	-----------------------

STAATLICHES MUSEUM FÜR  
 NATURKUNDE  
 KARLSRUHE



Baden-Württemberg

REGIERUNGSPRÄSIDIUM KARLSRUHE

 Naturwissenschaftlicher  
 Verein KARLSRUHE E.V.

**Titelbild:** Das Purpurweiden-Jungfernkid *Boudinotiana touranginii* wurde in Deutschland erst im Jahr 2015 in Südbaden entdeckt. Auf dem Zeitschriftentitel ist eines der äußerst selten beobachteten Weibchen abgebildet. Weitere Informationen können der Arbeit von HERRMANN & TRUSCH ab Seite 107 in diesem Band entnommen werden.

ISSN 0176-3997

Herausgeber:

Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe,  
 Regierungspräsidium Karlsruhe, Höhere  
 Naturschutzbehörde  
 Naturwissenschaftlicher Verein Karlsruhe e.V.

Redaktion: Dr. R. TRUSCH, Dr. U. GEBHARDT

Wissenschaftlicher Beirat: Prof. Dr. L. BECK,  
 Prof. Dr. N. LENZ, Prof. Dr. V. WIRTH

Wissenschaftliche Gutachter für diesen Band:

T. BREUNIG, M. BRAUN, Dr. K. P. BUTTLER, G. EBERT,  
 Dr. U. GEBHARDT, Dr. H. HÖFER, Dr. J. KNAPPE,  
 Dr. S. LANG, Dr. A. MANEGOLD, Dr. J.-U. MEINEKE,  
 Dr. M. PAUL, Prof. Dr. S. RIETSCHEL, R. SCHICK,  
 D. SCHREIBER, Dr. R. TRUSCH, Dr. M. VERHAAGH,  
 Dr. M. WEIDLICH, Prof. Dr. V. WIRTH

Satz, Repro und Umschlag: S. SCHARF

Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe

Druck: Gulde-Druck GmbH & Co. KG, Tübingen

© Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe  
 Erbprinzenstraße 13, D-76133 Karlsruhe

DANIEL FALK & KATRIN TREPTOW	Biegsame Gesteine!? Itacolumite aus der petrographischen Sammlung des Staatlichen Museums für Naturkunde Karlsruhe . . . . .	5
VERENA BRAUN & UTE GEBHARDT	Lithologie der Molasseablagerungen (Miozän) im Raum Immendingen am Beispiel eines Bohrkerns (BK 104) . . . . .	15
WOLFGANG SCHÜTZ	Zur Verbreitung und Ökologie benthischer Rotalgen in Baden-Württemberg – eine Bestandsaufnahme . . . . .	45
WALTER PLIENINGER & PETER LUTZ	Die Lappland-Weide ( <i>Salix lapponum</i> L.) am Feldberg (Schwarzwald) – mit einem Beitrag zur Unterscheidung von <i>Salix helvetica</i> VILL. und <i>S. lapponum</i> L. und der Erstbeschreibung der Hybride <i>Salix appendiculata</i> x <i>lapponum</i> . . . . .	73
WILFRIED R. ARNSCHEID	Ein Beitrag zur Taxonomie von drei Psychidae-Arten aus der Unterfamilie Epichnopteriginae aus der entomologischen Sammlung des Staatlichen Museums für Naturkunde Karlsruhe (Lepidoptera, Psychidae) . . . . .	83
THOMAS BAMANN	Die Tagfalter und Widderchen der Streuwiesen im württembergischen Allgäu – Arten, Verbreitung, Gefährdung und Schutz . . . . .	89
RENÉ HERRMANN & ROBERT TRUSCH	Verbreitung und Lebensweise des Purpurweiden-Jungfernkindes <i>Boudinotiana touranginii</i> (BERCE, 1870) am südbadischen Oberrhein und seine Abgrenzung zu <i>B. notha</i> (HÜBNER, 1803) (Lepidoptera, Geometridae) . . . . .	107
NORBERT LEIST, ANDREA JONITZ & TOBIAS BUTTERER	Zur Spinnenfauna der Halbtrockenrasen am Michaelsberg bei Bruchsal, einer nordbadischen Wärmeinsel . . . . .	129

### Wissenschaftliche Mitteilungen

KONRAD SCHMIDT	<i>Pison koreense</i> (RADOSZKOWSKI, 1887), eine weitere Adventivart in Deutschland? (Hymenoptera: Crabronidae: Trypoxylonini) . . . . .	143
ALBRECHT MANEGOLD	Der See-Elefant „Tristan“ – die Geschichte eines ungewöhnlichen Museumsexponats . . . . .	147

### Regierungspräsidium Karlsruhe, Höhere Naturschutzbehörde

SILKE SCHWEITZER, STEFAN LAZIK & PETER ZIMMERMANN	Naturschutzgebiet „Ziegelhülle“ – ein neues Naturschutzgebiet im Regierungsbezirk Karlsruhe . . . . .	153
--	---	-----

**Nachrufe**

JOCHEN LEHMANN	KLAUS KUSSMAUL * 24. März 1934 – † 9. Januar 2017 . . . . .	181
MANFRED VERHAAGH	Dr. ULRICH FRANKE * 12. Januar 1943 – † 23. März 2017 . . . . .	185
MONIKA BRAUN	FRIEDHELM WEICK * 5. November 1936 – † 30. März 2017 . . . . .	191
SIEGFRIED SCHLOSS & VOLKMAR WIRTH	Prof. Dr. GERHARD LANG * 21. Oktober 1924 – † 19. Juni 2016 . . . . .	195
SIEGFRIED RIETSCHEL	Prof. WERNER WEISSBRODT * 20. März 1928 – † 25. August 2017 . . . . .	201

**Naturwissenschaftlicher Verein**

ALBRECHT MANEGOLD	Mitgliederversammlung am 21. März 2017 für das Vereinsjahr 2016 . . . . .	205
ALBRECHT MANEGOLD & ROBERT TRUSCH	Mitgliederverzeichnis Naturwissenschaftlicher Verein Karlsruhe e.V. . . . .	217
NORBERT LEIST	Limnologische Arbeitsgemeinschaft im Jahr 2016 . . . . .	223
ROBERT TRUSCH	Entomologische Arbeitsgemeinschaft Rückblick auf das Jahr 2016 . . . . .	227
ROLF MÖRTER	Entomologische Jugend-Arbeitsgemeinschaft Rückblick auf das Jahr 2016 . . . . .	231
JOCHEN LEHMANN	Ornithologische Arbeitsgemeinschaft (OAG) – Übersicht der Aktivitäten aus dem Jahr 2016 . . . . .	232
WERNER WURSTER	Das Karlsruher Geowissenschaftliche Treffen – Bericht über die Aktivitäten im Jahr 2016 . . . . .	234

**Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe**

NORBERT LENZ und Mitarbeiter	Bericht über das Jahr 2016 . . . . .	237
---------------------------------	--------------------------------------	-----

# Biegsame Gesteine!? Itacolumite aus der petrographischen Sammlung des Staatlichen Museums für Naturkunde Karlsruhe

DANIEL FALK & KATRIN TREPTOW

## Kurzfassung

Itacolumite sind Sandsteine, die durch eine schwache metamorphe Überprägung eine für Gesteine untypische reversible Beweglichkeit aufweisen. Sie sind auch unter dem Namen Gelenkquarzit bekannt und stellen seit der ersten wissenschaftlichen Bearbeitung im 19. Jh. ein Kuriosum der Natur dar. Die Flexibilität wird mit einem Puzzle-artigen Gefüge erklärt. Das Ineinandergreifen von sehr kantigen Quarzkörnern (Verzahnung) sowie konkav/konvexen Quarzkörnern (Gelenke) ermöglicht Stabilität und Flexibilität zugleich. Die Quarzkörner unterlagen im Vorfeld einer chemischen Lösung, die mehrere Mikrometer breite Intergranularräume zurückließ. Dieser „erschaffene“ Intergranularraum bedingt die Flexibilität des Gesteins. Vereinzelt tragen weitere länglich-plattige Minerale (u.a. Glimmer) zur Unterstützung des Kornverbunds bei.

Vier der fünf Sammlungsobjekte im Staatlichen Museum für Naturkunde Karlsruhe stammen den Recherchen nach aus Brasilien (südlich Ouro Preto, Itacolomi Berge). Es erfolgten mikroskopische Untersuchungen sowie Analysen am REM. Das fünfte Objekt kam für nähere Analysen zustandsbedingt nicht in Frage.

## Abstract

The Itacolumite is a kind of low-metamorphic sandstone, which shows in contrast to other rocks an indicative reversible flexibility. Itacolumites are also named "Gelenkquarzit". These rocks are in scientific interest since the 19<sup>th</sup> century. Their solidity and flexibility can be explained by a puzzle-like structure, which is made up of interlocked very angular quartz grains and also articulated concave/convex quartz grains. Intergranular voids of a few of micrometers are relicts of partial chemical dissolution of quartz grains. These voids allow flexibility. Elongated and platy minerals (e.g. mica) may support the compound structure.

Four out of a total of five objects from the collection of the State Museum of Natural History Karlsruhe were studied. Investigation shows a Brazilian origin (south of Ouro Preto, Itacolomi Mountains). Microscopic and SEM analysis has been performed. Due to bad preservation of the fifth object, no investigation has been done on it.

## Autoren

DANIEL FALK, Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe, Erbprinzenstraße 13, D-76133 Karlsruhe, Tel.: +49 721/175 28 05; E-Mail: daniel.falk.email@gmail.com

KATRIN TREPTOW, TU Bergakademie Freiberg, Geowissenschaftliche Sammlungen, Brennhausgasse 14, D-09599 Freiberg, Tel.: +49 3731/39 28 39; E-Mail: Katrin.Treptow@geosamm.tu-freiberg.de

## Einleitung

Gelenkquarzite (Itacolumite) sind den sedimentären Festgesteinen zuzuordnen. Die schwach metamorphen Sandsteine zeichnen sich durch ihre erstaunliche, für alle anderen Gesteine unübliche, zweidimensionale, reversible Beweglichkeit aus (Abb. 1). Die Erklärung dieser Eigenschaft ist wissenschaftlich recht widersprüchlich. Wenn auch der Sandstein selbst nicht genügend Baustabilität bietet (SUZUKI et al. 1993), so werden dennoch Möglichkeiten in der bionisch-technischen Anwendung von stabilen, aber gleichzeitig beweglichen Konstruktionselementen im Bauwesen (YAMAGUCHI et al. 2007), bei Keramik (IMAI et al. 2009, PICU et al. 2016) oder Feuerfestmaterialien (TELLE & OTA 2015) erforscht. Itacolumit-Aufschlüsse treten weltweit in Regionen Brasiliens, Indiens, der USA, Frankreichs, Madagaskars, Gabons und Chinas auf (u.a. KLAPROTH 1801, DERBY 1884, LIEBER 1858, CHOUBERT 1946, GINSBURG & LUCAS 1949, STUCKEY 1958, SUZUKI & SHIMIZU 1993, 2003, BESTE 2005, SUZUKI et al. 2011, vgl. Übersicht in KERBEY 2011).

Eine Unterscheidung erfolgt anhand verschiedener Parameter (Kornform, Sortierung, Matrix, Mineralbestand u.a.) in zwei Kategorien (SUZUKI & SHIMIZU 1993): glimmerführend-schieferiger Quarzit („Micaeous Schistose Quartzite“: Brasilien, USA, Madagaskar u.a.) und reifer, quarziger Sandstein („Mature Quartzose Sandstone“: Indien, China u.a.).

Bei den Inventarisierungsarbeiten in der Petrographischen Sammlung des Staatlichen Museums für Naturkunde Karlsruhe (SMNK) traten diverse Sammlungsobjekte auf, die den Itacolumiten Brasiliens zugeordnet werden konnten (Abb. 2). Aufgrund des trotz ihrer faszinierenden Eigenschaften geringen öffentlichen Bekannt-



Abbildung 1. Die Biegsamkeit der Itacolumite (flexible Sandsteine); Sammlungsobjekt SMNK\_Pet.6413A; Maßstab = 1 cm pro Segment. – Foto: D. FALK.



Abbildung 2. Itacolumite aus der petrographischen Sammlung des Staatlichen Museums für Naturkunde Karlsruhe (SMNK) nach Anfertigung von Trennschliffen, SMNK\_Pet.6413A-F, SMNK\_Pet.6815. – Foto: D. FALK.

heitsgrads stellen Itacolumite eine Besonderheit im geowissenschaftlichen Museumsbestand dar.

### Historie

Die Bezeichnung Itacolumit wurde 1822 von WILHELM LUDWIG VON ESCHWEGE eingeführt und galt zunächst als eine allgemeine Gesteinsklassifizierung sowohl flexibler und als auch starrer Quarzite in den Gebirgszügen um den brasilianischen Bundesstaat Minas Gerais. Das Wort Itacolumit entstammt dabei dem Namen der Fundregion Serra do Itacolumi (heute Itacolomi), nahe Villa Rica (heute Ouro Preto). Redundante Bezeichnungen sind u.a. Itacolumbit, Itacolumnit, Itacolumnyt oder lokale Benennungen wie Articulit, Gelenkquarz oder Gelenkquarz (KERBEY 2011).

Nach DERBY (1882) sollte die Bezeichnung Itacolumit nur noch für eine geologische Einheit in Brasilien – jene, in der flexible Probestücke vorkommen – genutzt werden. Das Verständnis wandelte sich im 19. Jh. allerdings zur allgemeinen Bezeichnung eines metamorphen Sandsteins, bis schließlich CAYEUX (1929) (nach umfassender Vorarbeit von DERBY 1882, vgl. KERBEY 2011) den Itacolumit als Synonym für ein flexibles, quarzitisches Gestein verwendete. KERBEY (2011) stellt die Nutzung des Begriffs für flexible Sandsteine und flexible Quarzite mit der deutlichen Unterscheidung von „Micaceous Schistose Quartzite“ und „Mature Quartzose Sandstone“ nach SUZUKI & SHIMIZU (1993) klar.

KLAPROTH (1801) beschrieb in einer ersten Publikation die Eigenschaften des „elastischen Quarzes“ aus Brasilien. Er führte auch eine chemische Analyse an dem von ihm als „Fossil“ bezeichneten Gestein durch. Weitere Autoren beschäftigten sich später mit der mineralogischen Zusammensetzung und Begrifflichkeit (DERBY 1882, VON COTTA 1866, LIEBER 1858). Als Bestandteile werden Quarz (hauptsächlich), Glimmer, Talk und Chlorit erwähnt. Seltener treten antransportierte Diamanten auf (Brasilien, Indien, ESCHWEGE 1822, DERBY 1882). Während ESCHWEGE (1822) irrümlicherweise von einer vollständig metamorphen Genese ausging (Diamanten), vermutete LIEBER (1858) eine klastische Genese anhand des graduellen Überganges von Itacolumit zu Sandstein in einem geologischen Profil von South Carolina.

Im Rahmen materialwissenschaftlicher und petrologischer Untersuchungen zum Ende des 20. Jahrhunderts wurden für die Itacolumite Brasi-

liens zusätzlich die Minerale Sillimanit und Kyanit nachgewiesen (SUZUKI & SHIMIZU 1993). Diese Minerale unterstrichen einen stärker metamorphen Charakter jener flexiblen Siliziklastika im Vergleich zu jenen aus Indien. Wissenschaftliche Grundlage bildeten/bilden Aufnahmen mit dem Rasterelektronenmikroskop (REM). Weitere wichtige Arbeiten zur Flexibilität und Genese des Gesteines erfolgten durch SIEGSMUND et al. (2002), YAMAGUCHI (2007), SUZUKI et al. (1993, 2011) und KERBEY (2011).

### Sammlungsobjekte des SMNK

#### Fundort

Im Sammlungsbestand der Petrographischen Sammlung des SMNK wurden bis zur Erscheinung dieser Abhandlung fünf vermeintliche Objekte ausgemacht (Abb. 2). Mit Hilfe eines einzelnen Sammlungsetikettes (Bezeichnung und Herkunft) und der offensichtlichen Eigenschaften des Gesteins konnte eine vorläufige Zuordnung vorgenommen werden. Der Fundort „Brasilien“ wurde mit Literaturangaben abgeglichen (vgl. KERBEY 2011). Nachfolgende Analysen an Trennschliffen und REM-Aufnahmen bekräftigten den vermuteten Fundort. Mit einiger Unsicherheit kann als Fundort auf den Pico do Itacolomi (südlich Ouro Preto) geschlossen werden, der auch rezent noch als Abbaugbiet dient (näheres siehe Diskussion).

Probenstücke aus dem Großraum Ouro Preto werden stratigraphisch zur Moeda Formation der Caraça Gruppe gezählt (KERBEY 2011). Jene bildet die Basis der präkambrischen Minas Supergruppe (rund 2,6 Ga, BEKKER et al. 2003).

#### Beschreibung

Die ursprünglich fünf je etwa 1 cm dicken und plattigen Objekte erscheinen kompakt und makroskopisch homogen. Objekt SMNK\_Pet.6413A liegt als Gesteinsstreifen mit den ungefähren Maßen 40,5 cm x 7,5 cm vor (Abb. 1, Abb. 2). Objekt SMNK\_Pet.6413B weist die Maße 17,5 cm x 6,0 cm und Objekt SMNK\_Pet.6413C stellt eine Gesteinsplatte mit den Maßen 31,0 cm x 18,5 cm dar (Abb. 2). Letzterer fehlen zwei Ecken, die im Sammlungsbestand nicht auffindbar waren. Bei allen drei Itacolumiten sind jegliche Kanten abgerundet, was insbesondere mit dem Herauslösen einzelner randnaher Quarzkörner („Bröseln“) im Laufe der Zeit und Lagerung zu erklären ist. Die Objekte zerfallen dennoch nicht großmaßstäblich von allein. Zu Analyse Zwecken wurden zwei



Abbildung 3. Fraglicher Itacolumit mit sehr starkem Zerfall aus der petrographischen Sammlung des SMNK, SMNK\_Pet.6414. – Foto: D. FALK.

1 bis 2 cm breite Streifen vom Objekt SMNK\_Pet.6413A abgesägt und teils weiter zerteilt. Diese Trennschliffe sind mit SMNK\_Pet.6413D, E und F gekennzeichnet (Abb. 2). Objekt SMNK\_Pet.6815 besitzt die Maße 4,0 cm x 4,5 cm. Es stellt vermutlich ein Teilstück von SMNK\_Pet.6413B dar und ist aufgrund der vollständigen Tränkung in Epoxidharz für Analysen nicht verwendbar.

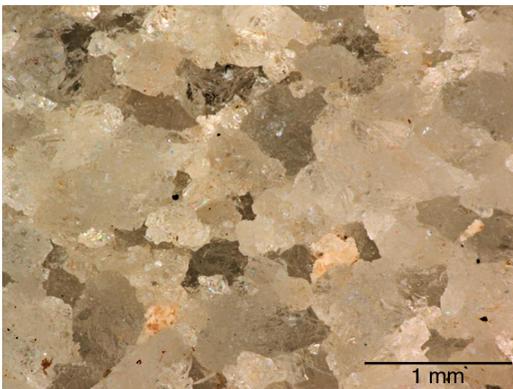


Abbildung 4. Mikroskopische Aufnahme des Anschliffs von SMNK\_Pet.6413D (Trennschliff von SMNK\_Pet.6413A). Die unregelmäßigen Korngrenzen sind gut erkennbar, HDR-Aufnahme, 100-fache Vergrößerung. – Foto: D. FALK.

Das fünfte Objekt (SMNK\_Pet.6414) mit den Maßen 11,0 cm x 7,0 cm x 3,0 cm liegt als Handstück mit vermeintlicher Schichtung vor (ca. 3-mm-Bereich, Abb. 3). Besonders auffällig ist das starke Bröckeln und Bröseln des Objektes bei Berührung. Es wirkt insgesamt sehr instabil. Eine Analyse konnte durch die stetige Gefahr der Zerstörung des Objekts in keiner Form durchgeführt werden.

Als besondere Eigenschaft ist die zweidimensionale Flexibilität aller Objekte zu nennen, die die Bezeichnung als Itacolumite rechtfertigt (Abb. 1). Bei Objekt SMNK\_Pet.6414 (Abb. 3) könnte die im Vergleich recht geringe Flexibilität auch mit der geringen Verfestigung des Gesteins zu erklären sein. Die Bezeichnung Itacolumit kann hier nur mit Fragezeichen verwendet werden. Die Farbe ist bei allen Objekten einheitlich grau. Bei den plattigen Objekten, insbesondere bei Objekt SMNK\_Pet.6413C (Abb. 2), treten äußerliche schwarz-bräunliche Verfärbungen durch Mangan- und/oder Eisenoxidverbindungen auf.

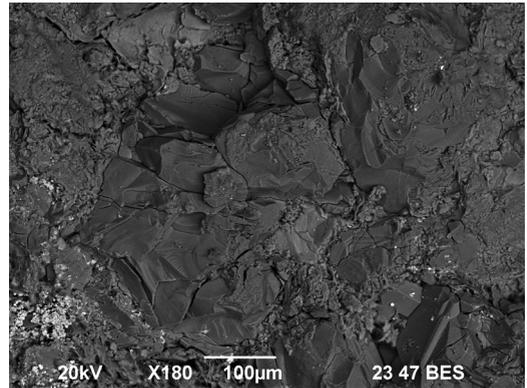
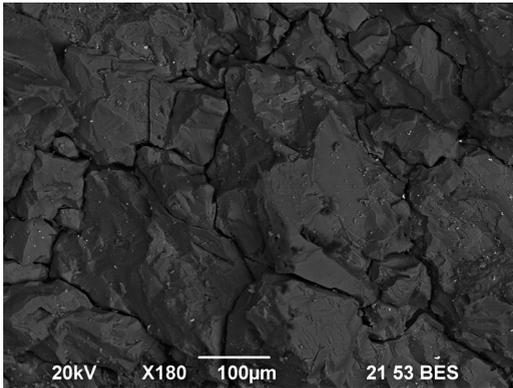
Als Kornbestand in den Objekten SMNK\_Pet.6413A (+ D, E, F) ist unter dem Binokular fast ausschließlich Quarz mit geringen Anteilen einzelner Aggregate als Zwickelfüllung zu erkennen (< 5 %). Die Quarzkörner sind zwischen 0,05 mm und 0,9 mm groß (meist ca. 0,3 mm), eckig, aber auch partiell gerundet und weisen im Auflicht einen unregelmäßigen, „angefressen“ wirkenden Rand auf (Abb. 4). Besonders auffällig sind konisch zulaufende Spitzen („Nasen“/Zacken) an dem überwiegenden Teil der Quarzkörner, die in den REM-Aufnahmen sichtbar werden. Einige Quarzkörner weisen auch einen konkav-konvexen (gelenkartigen) Kornverbund auf (Abb. 5 + 6, Abb. 8 + 9).

Sehr seltene, aus dem Quarzverbund herausstechende Minerale setzen sich aus den Elementen Sauerstoff (68 %), Silizium (16 %) und Aluminium (16 %) zusammen (halbquantitative Elementanalyse durch „Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy“ [EDX], Abb. 7). Bei 1300-facher Vergrößerung sind Schichtpakete deutlich erkennbar (Phyllosilikat). Ein triklines Kristallsystem deutet sich an. Intergranularräume (Porenraum) sind im Allgemeinen 3-9 µm breit.

## Diskussion

### Zum Fundort

Die Aufnahmen des Objekts SMNK\_Pet.6413F mit dem Rasterelektronenmikroskop zeigen im Vergleich mit Aufnahmen von KERBEY 2011 eine



Abbildungen 5, 6. Vergleich der Intergranularräume (Porenraum) von Itacolumit und Sandstein.

5. REM-Aufnahme des Anschliffs von SMNK\_Pet.6413F (Trennschliff von SMNK\_Pet.6413A). Auffällig sind konisch zulaufende Spitzen („Nasen“/Zacken) an den Quarzkörnern und konkave/konvexe Kornränder. Deutliche Intergranularräume trennen die Körner voneinander ab.

6. REM-Aufnahme eines „normalen“ Sandsteins SMNK\_Pet.6749C (Trennschliff von SMNK\_Pet.6749A). Es sind kleinere Intergranularräume und deren Ausfüllung mit Matrix/Zement zu erkennen. – Fotos: K. TREPTOW.

starke Ähnlichkeit zu den Proben aus Brasilien (Ouro Preto) sowie North Carolina. Ausschlaggebend sind hierfür der fehlende Zement zwischen den Körnern und deutliche Intergranularräume. Mit Hilfe der Orientierung der plattigen Glimmerminerale und unterschiedlichen Korngrößen sind Proben aus Brasilien und North Carolina zu unterscheiden (KERBEY 2011).

Im Objekt SMNK\_Pet.6413F fanden sich nur sehr selten Anteile eines fremden Minerals, welches vermutlich ein Tonmineral der Kaolinit-Gruppe darstellt (?Alterationsprodukte von Glimmern oder Feldspat, Abb. 7). Weder die für die brasilianische Herkunft sprechenden Minerale Sillimanit oder Kyanit noch clusterartig konzentrierte Glimmer treten auf. Dies und das Fehlen

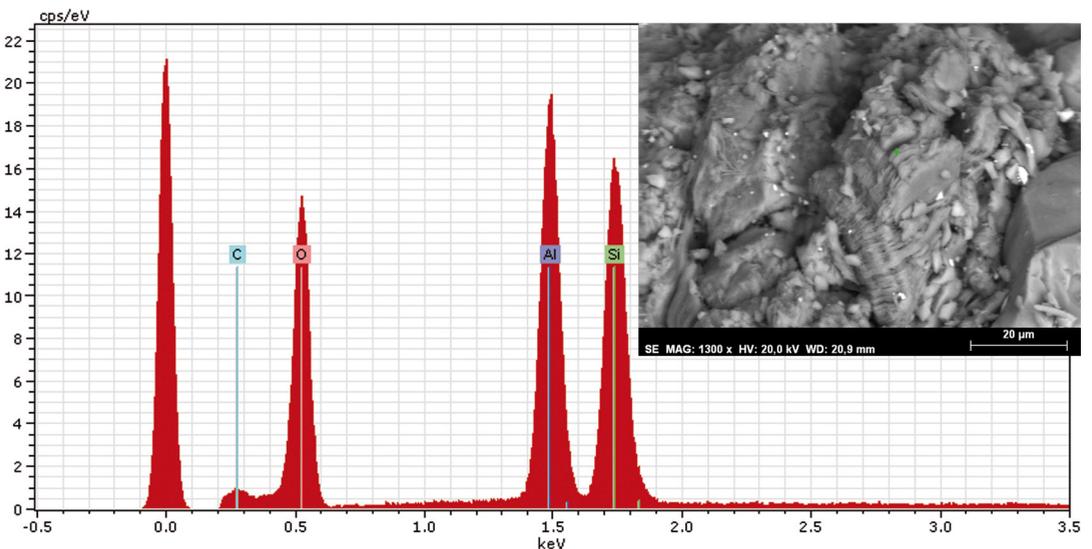


Abbildung 7. EDX-Spektrum zum Elementgehalt des Schichtpakets eines plattigen Minerals im Itacolumit SMNK\_Pet.6413F, Sauerstoff (O), Aluminium (Al), Silizium (Si), C (Kohlenstoff) als Kontamination vernachlässigbar, halb-quantitative EDX-Analyse.– Foto: K. TREPTOW.

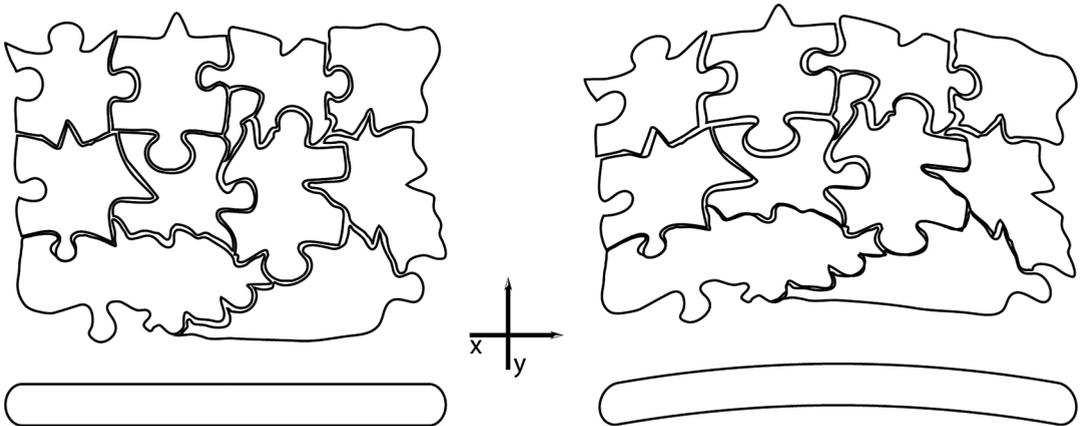


Abbildung 8. Schematische Darstellung der Mikrostruktur bei Normallage und Biegezustand (in Anlehnung an SUZUKI et al. 1993). – Grafik: D. FALK.

weiterer Minerale machen eine Unterscheidung schwierig. Die gleiche Problematik wurde bereits von KERBEY 2011 für eine brasilianische Probe angemerkt. Ihre Abhandlung bezeichnet den Itacolomi aus North Carolina als feinkörniger als sein brasilianisches Pendant, was auf den von ihr publizierten REM-Aufnahmen deutlich erkennbar ist (vgl. dazu KERBEY 2011). Im hiesigen Untersuchungsobjekt sind die Korngrößen vergleichbar mit denen der brasilianischen Probe, lokal aber auch deutlich größer (bis zu 0,9 mm). Weiterhin treffen die Beschreibungen von SUZUKI & SHIMIZU (1993) zu dem glimmerführend-schiefe-

rigem Quarzit Brasiliens („Micaceous Schistose Quartzite“) weitestgehend zu. Ungeachtet natürlicher Schwankungen ist demnach am ehesten von einer brasilianischen Herkunft auszugehen. Die Itacolomi Bergregion südlich von Ouro Preto wird aufgrund von aktuellen stratigraphischen Kartierungsarbeiten durch BEKKER et al. 2003 als Fundregion angenommen.

#### Zur Flexibilität

SUZUKI & SHIMIZU (2003) stellten in einem Gesteinsvergleich folgende Eigenschaften an brasilianischen Proben eines zusammenhängenden geologischen Profiles fest:

1. Abfall des Quarz- und Glimmergehaltes und zunehmende Flexibilität des Gesteins,
2. Abnahme der Quarzkorngröße und zunehmende Flexibilität des Gesteins,
3. deutliche Zunahme der Porosität und zunehmende Flexibilität des Gesteins,
4. eine ungleichmäßigere/stärkere Zackung der Kornränder und zunehmende Flexibilität, sowie
5. größere Intergranularräume und zunehmende Flexibilität.

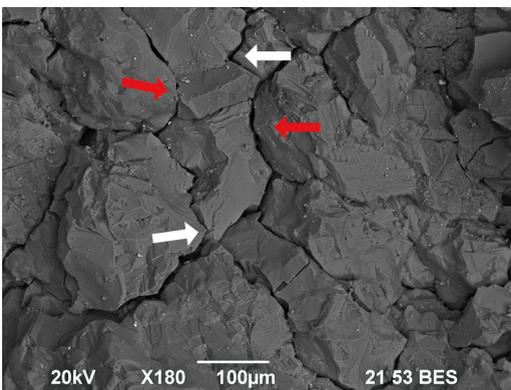


Abbildung 9. REM-Aufnahme von SMNK\_Pet.6413F mit Verzahnungs- und Gelenkstruktur. Verzahnung (spitze Kanten, weiße Pfeile) und Ineinandergreifen (konkav-konvexe Gelenkstruktur, rote Pfeile) der Quarzkörner im Detail; vgl. Abb. 8. – Foto: K. TREPTOW.

KLAPROTH (1801) beschrieb insbesondere die Umrisse der gleichkörnigen Quarzkörner und erklärte eine stabilisierende Wirkung der eingeregelt, länglichen Lamellen (= Glimmer). Neuere Untersuchungen zeigten jedoch, dass die Glimmerführung weltweit nicht bei allen flexiblen Itacolomiten gegeben ist. Auch die Minerale Sillimanit und Kyanit, welche zusammen mit Glimmern

ein „verfilztes“ Gewebe erzeugen könnten, treten nicht in allen Proben auf. Es ist davon auszugehen, dass jene Minerale zwar das Korngefüge und die interne Struktur stabilisierend unterstützen, jedoch nicht für die Flexibilität zwingend notwendig sind (KERBEY 2011).

In der untersuchten Probe des SMNK wurde vereinzelt ein Phyllosilikat mit vermutlich triklinem Kristallsystem erkannt, das die Elemente Sauerstoff (O), Silizium (Si) und Aluminium (Al) enthält. Unter Annahme, dass das Element Wasserstoff (H) bei der EDX-Analyse nicht erkannt werden kann, wird es sich bei dem Mineral um ein Tonmineral der Kaolinit-Gruppe handeln, möglicherweise als Alterationsprodukt von Feldspäten und/oder Glimmern. Sillimanit und Kyanit konnten nicht nachgewiesen werden.

Der Einfluss von Tonmineralen oder deren Ausgangsminerale auf die Flexibilität wird hier als untergeordnet angesehen, da jene Gehalte sehr gering sind (< 5 %). Weiterhin treten weder Tonminerale noch Feldspäte, Glimmer oder Sillimanit/Kyanit mit erkennbaren Verteilungsmustern im Objekt auf. Eine geringfügig das Gefüge stabilisierende und gleichzeitig die Biegsamkeit unterstützende Wirkung, wie häufig vermutet, ist denkbar – insbesondere bei höheren Anteilen.

Die Flexibilität des Gesteins wird stattdessen mit dreidimensional vernetzten, intergranularen Zwischenräumen von wenigen Mikrometern Breite erklärt. Sie umspannen die einzelnen Körner einheitlich und sind mehrfach nachgewiesen (Abb. 5 + 6, Abb. 8 + 9, DUSSEAULT 1980, SUZUKI et al. 1990, KERBEY 2011, SUZUKI et al. 2011). Zementfüllungen dieser Poren treten, wenn überhaupt nur in sehr geringem Umfang in indischen Proben auf (Tonmineral Dickit, SUZUKI & SHIMIZU 1993). Die damit „beweglichen“, vielkantigen Quarzkörner können deshalb ineinander greifen. TELLE & OTA (2015) sprechen hier insbesondere von ineinandergreifenden konkaven und konvexen Bereichen der komplexen Kornform („jigsaw puzzle“, SUZUKI et al. 2011, YAMAGUCHI et al. 2007). In vorliegender Publikation wird diese Auffassung spezifiziert. Neben konkav-konvexen (gelenkartigen) Mikrostrukturen sind zackig-spitze Bereiche der Quarzkörner ebenso wichtig für die Verzahnung des Verbunds (Abb. 8 + 9). Letztlich erzeugen beide Mikrostrukturen jene Puzzle-Struktur („jigsaw puzzle“). Eine Schlüsselrolle spielen die deutlichen „Nasen/Zacken“ der kantigen Körner, welche ineinander greifen und die beweglichen, gelenkartigen, konkav-konvexen Kornverbände stabilisieren. Damit entsteht ein

teilmobiler Kornverbund. Die vernetzten Kornzwischenräume (3-9 µm) dienen hierbei als minimale Pufferzonen, die eine geringe Bewegung des einzelnen Korns zulassen. Von Korn zu Korn summiert sich diese geringe Beweglichkeit lateral zur Flexibilität des Itacolumits auf. Konkav-konvexe Kornverbände unterstützen in Anlehnung eines Gelenks diese Beweglichkeit.

Hierin liegt die Erklärung für die auf S.10 angeführten Punkte 2, 3, 4 und 5 von SUZUKI & SHIMIZU (2003): Eine stärkere Zackung von größeren Körnern erhöht gleichsam das Volumen von potentiell „Bewegungsraum“ und ermöglicht somit eine bessere Flexibilität und Stabilität. Die Zunahme der Zackung bei kleineren Körnern (Punkt 2) ist vermutlich auf eine länger andauernde chemische Quarzlösung zurückzuführen. Angelöste Quarzränder und gelöste Glimmerplättchen geben wiederum möglichen Raum für erhöhte Flexibilität frei (Punkt 1). Die unregelmäßigen Lösungserscheinungen gelten grundsätzlich als Relikt der wenn auch schwachen Metamorphose (KERBEY 2011).

Es ist nun denkbar, dass der Kornzusammenhang und die daran anknüpfende Beweglichkeit unter einer bestimmten Mindest-Korngröße und ab einer bestimmten Maximal-Korngröße stark beeinträchtigt sein können. Der Verbund droht in jenen Fällen zu versagen und das Gestein zu einem Lockersediment – wie Quarzsand – zu zerfallen (SUZUKI et al. 2011). Dieses Beispiel kann an der „bröseligen“ Probe SMNK\_Pet.6414 beobachtet werden (Abb. 3). Aber grundsätzlich ist die Entstehung eines Itacolumits überwiegend unabhängig von der Korngröße des ursprünglichen Sandsteins (KERBEY 2011).

### Zusammenfassung

Die brasilianische Herkunft (Itacolomi Berg, südlich Ouro Preto) der Untersuchungsobjekte SMNK\_Pet.6413A bis 6413F konnte ausreichend bestätigt werden. Es handelt sich in der Klassifikation von SUZUKI & SHIMIZU (1993) um „Micaceous Schistose Quartzite“.

Die „Puzzle-artige“ Mikrostruktur von gelenkartigen und spitzen Kornformen der Quarzkörner sorgt für eine stabile Verzahnung des Kornverbunds und bewirkt durch die untereinander vernetzten, dreidimensionalen Intergranularräume dessen Flexibilität. Quarzkörner bis zu einer bestimmten Korngröße erhöhen dabei die Flexibilität, darüber jedoch zerstören sie den Verbund. Gängig sind Quarzkörner von 0,3 mm Größe mit teils sehr kantigen und/oder konkav/konvexen

Rändern. Phyllosilikate (Schichtminerale) treten in der aus der petrographischen Sammlung des SMNK analysierten Probe auf, haben aber aufgrund der geringen Anteile keinen erkennbaren Einfluss auf die Biegsamkeit. Eine positive Unterstützung zur Biegsamkeit ist denkbar.

Die Entstehung der Intergranularräume wurde nicht abschließend geklärt. Diverse Szenarien werden in KERBEY (2011) diskutiert. Am wahrscheinlichsten ist hierbei die Lösung von Quarz an den Korngrenzen. Ausgefranzte, unregelmäßige Kornränder unterstützen diese Theorie genauso wie eine deutlich höhere Porosität (frei gewordener Raum durch Lösung) gegenüber nicht flexibler Quarzite innerhalb des gleichen geologischen Profils. Die genannten Eigenschaften sind auch an den untersuchten Objekten nachvollziehbar.

Die faszinierenden Eigenschaften des Itacolumits bleiben auch weiterhin im Interesse von Wissenschaft und Industrie. Für zukünftige Bearbeitungen sollten Sammlungsobjekte zugänglich verwahrt und neuartige Aufschlüsse international publiziert werden, um dem Informationsmangel vorzubeugen. Es ist bei weitem nicht ausgeschlossen, dass dadurch noch weitere Lagerstätten weltweit erkundet werden und eine technische Nutzung stärker in den Vordergrund treten kann.

#### Dank

Wir bedanken uns beim Geschäftsführer der Geowissenschaftlichen Sammlungen und Kustos der Mineralogischen Sammlungen an der TU Bergakademie Freiberg Dipl.-Min. A. MASSANEK für die unkomplizierte technische Unterstützung.

#### Literatur

- BEKKER, A., SIAL, A. N., KARHU, J. A., FERREIRA, V. P., NOCE, C. M., KAUFMAN, A. J., ROMANO, A. W. & PIMENTEL, M. M. (2003): Chemostratigraphy of carbonates from the Minas Supergroup, quadrilátero ferrífero (iron quadrangle). Brazil: a stratigraphic record of early proterozoic atmospheric, biogeochemical and climatic change. – *American Journal of Science* **303**: 865-904.
- BESTE, R. C. (Ed.) (2005): A Location Guide for Rock Hounds in the US. – 3rd ed., 155 pp., Missouri (Hobbit Press).
- CHOUBERT, M. B. (1946): Sur les terrains métamorphiques du Gabon occidental. – *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris* **222** D, 329-331.
- DERBY, O. A. (1882): Modes of occurrence of the diamond in Brazil. – *American Journal of Science* XXIV (139-144), Art. III: 34-42.
- DERBY, O. A. (1884): On the flexibility of itacolumite. – *American Journal of Science* XXVIII, Art. XXVI: 203-205.
- DUSSEAULT, M. B. (1980): Itacolumites: the flexible sandstones. – *Quarterly Journal of Engineering Geology*, London **13**: 119-128.
- ESCHWEGE, W. L. (1822): Geognostisches Gemälde von Brasilien, und wahrscheinliches Muttergestein der Diamanten. – 45 S., Weimar.
- GINSBURG, L. & LUCAS, G. (1949): Presence de quartzites élastiques dans les gres armoricains de Berrien (Finistère). – *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris* **228** D: 1657-1658.
- IMAI, T., ADACHI, N., OTA, T., DONCIEUX, A., STAGNOL, D., BABELOT, C., GUIGNARD, A., HUGER, M. & GAULT, C. (2009): Preparation of flexible ceramics by mimicking Itacolumite. – *Refractories (Tokyo)* **61**(3): 116 pp.
- KERBEY, H. C. (2011): Itacolumite, flexible sandstone and flexible quartzite – a review. – *Proceedings of the Geologists' Association* **122**(1): 16-24.
- KLAPROTH, M. H. (1801): Analytical Essays Towards Promoting the Chemical Knowledge of Mineral Substances. – 592 pp., London (Cadell and Davies), translated from the German.
- LIEBER, O. M. (1858): Report of the Survey of South Carolina. – 2nd ed. R. W., 145 pp., Columbia, South Carolina (Gibbes, State Printer).
- PICU, R. C., PAL, A., & LUPULESCU, M. V. (2016): Interlocking-induced stiffness in stochastically microcracked materials beyond the transport percolation threshold. – *Physical Review E* **93**(4), 043005 [doi: 10.1103/physRevE.93043005].
- SIEGEMUND, S., VOLBRECHT, A. & HULKA, C. (2002): The Anisotropy of Itacolumite Flexibility. – *Geological Society London, special reports* **205**: 137-147.
- STUCKEY, J. L. (1958): Itacolumite in North Carolina. – *Rocks & Minerals* **33**(7-8): 324-325.
- SUZUKI, H. & SHIMIZU, D. (1993): Petrography of Indian, Brazilian and Appalachian itacolumites. – *Journal of the Geological Society of Japan* **99**: 391-401.
- SUZUKI, H., KANIE, Y., KANIE, Y., RAMBELOSON, R. A. & RAMASIRINORO, V. (2011): Discovery of itacolumites in the central highlands of Madagascar. – *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences* **106**(6): 299-305.
- SUZUKI, H. & SHIMIZU, D. (2003): Occurrence and porosity measurement of Itacolumite newly found from Ouro Preto, Minas Gerais, Brazil. – *Science and Engineering Reviews*, Doshisha University **44**: 1-12.
- SUZUKI, H., YOKOYAMA, T. & NISHIHARA, M. (1990): Itacolumite: Diagenetic and weathering product of quartzose sandstone. – 13<sup>th</sup> International Sedimentology Congress, Nottingham, pp. 533-534.
- SUZUKI, H., YOKOYAMA, T. & NISHIHARA, M. (1993): Scanning electron microscope and acoustic emission studies of itacolumites. – *Journal of the Geological Society of Japan* **99**: 443-456.

- TELLE, R. & OTA, T. (2015): Properties of Natural and Synthetic Itacolumitic Microstructures – Rules for Generating Geomimetic Flexible Refractories. – Unitecr 2015. Proc. 14<sup>th</sup> Biennial Worldwide Congress on Refractories, Ceramic Abstracts/World Ceramics Abstracts (WC), pp. 5.
- VON COTTA, B. (1866): Rocks classified and described. – In: LAWRENCE, P. H. (english ed.): A Treatise on Lithology. – 471p., London (Longmans, Green & Co.).
- YAMAGUCHI, K., MATSUFUJI, Y. & KOYAMA, T. (2007): A new structural system: friction-resistant dry-masonry. – Building Research & Information **35**(6): 616-628.



# Lithologie der Molasseablagerungen (Miozän) im Raum Immendingen am Beispiel eines Bohrkerns (BK 104)

VERENA BRAUN & UTE GEBHARDT

## Kurzfassung

Im Jahre 2014 wurden die langjährigen Grabungen des SMNK an der miozänen Wirbeltierfundstelle am Höwenegg bei Immendingen vorerst eingestellt, um den Schwerpunkt auf die Präparation und taxonomische Bearbeitung der bisher geborgenen Funde zu legen. Als Nachfolgeprojekt vor Ort bot sich die Bearbeitung von Bohrungen (ca. 70 Bohrkern) an, die uns freundlicherweise von der Daimler AG zur wissenschaftlichen Bearbeitung zur Verfügung gestellt wurden. Die Bohrkern enthalten Material aus der Unteren und Oberen Süßwassermolasse, das etwas älter ist als die an der Grabungsstelle angetroffenen Schichten. Im Zentrum der vorliegenden Arbeit steht die Untersuchung und Beschreibung des Bohrkerns BK 104. Auf der Basis einer Faziesinterpretation nach MIALL (1996) und ergänzenden Untersuchungen von Dünnschliffen und Tonmineralanalysen ergibt sich als Ablagerungsraum vorerst ein verflochtenes Flusssystem mit Überschwemmungsebenen unter den Bedingungen eines feuchtwarmen Wechselklimas. Dieser Befund muss durch die Bearbeitung weiterer Bohrkern verifiziert werden.

## Abstract

In 2014, the long termed excavations of the SMNK at the Höwenegg near Immendingen on Miocene vertebrates have been canceled. As a following project, the investigation of about 70 drilling cores in ownership of the Daimler AG has been started. These cores contain sediments from the Lower freshwater molasse and the Upper freshwater molasse. The sections are somewhat older than the sediments at the excavation site. In this publication, the core number 104 is investigated. As it contains fluvial sediments, a facies interpretation after MIALL (1996) has been done. From this it can be assumed that the environment has been a braided river system with overbank flats under the condition of a wet warm alternating climate. These results have to be verified by investigation of more drilling cores of the area.

## Autoren

VERENA BRAUN, B.Sc., Bromberger Straße 144, D-28237 Bremen, Tel.: +49 421/69 19 29 78;  
E-Mail: braun.verena93@gmail.com  
Dr. UTE GEBHARDT, Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe, Erbprinzenstr. 13, D-76133 Karlsruhe;  
E-Mail: utegebhardt@gmx.de

## Inhalt

1 Einleitung	15
2 Methodik	15
3 Das Bohrprofil	19
4 Weitere Untersuchungen	33
5 Faziesinterpretation	39
Dank	43
Literatur	43

## 1 Einleitung

Das Staatliche Museum für Naturkunde Karlsruhe gräbt seit vielen Jahren am Höwenegg bei Immendingen nach miozänen Großsäugern der Säugerzone MN 9 (z.B. JÖRG et al. 1955, TOBIEN & JÖRG 1959, TOBIEN 1986, BECHLY et al. 2005, MUNK et al. 2007). Trotz der herausragenden Bedeutung dieser Fundstelle wurden die Grabungen 2014 vorerst eingestellt, um den Schwerpunkt auf die Präparation und taxonomische Bearbeitung der bisher geborgenen Funde zu legen. Als Nachfolgeprojekt vor Ort bot sich die Bearbeitung von Bohrungen (ca. 70 Bohrkern) an, die uns freundlicherweise von der Daimler AG zur wissenschaftlichen Bearbeitung zur Verfügung gestellt wurden. Die Bohrkern enthalten Material aus der Unteren und Oberen Süßwassermolasse, das etwas älter ist als die an der Grabungsstelle angetroffenen Schichten. Sie gestatten die Rekonstruktion der Ablagerungsbedingungen, die zur Entstehung der Fossilfundstätte geführt haben. Im Rahmen dieses Beitrages wird exemplarisch der Bohrkern 104 vom Südrand der Schwäbischen Alb untersucht (Abb. 1). Die hier vorgelegten Ergebnisse sind im Rahmen einer Bachelor-Arbeit entstanden (BRAUN 2016).

## 2 Methodik

Bei dem hier bearbeiteten Bohrkern handelt es sich um den Kern BK 104 mit einer Länge von 50 Metern. Er wurde 2014 im Rotationskernbohrverfahren mit Wasserspülung gewonnen und lag uns im getrockneten Zustand vor. Der Kern umfasst Abfolgen der Unteren Süßwassermolasse

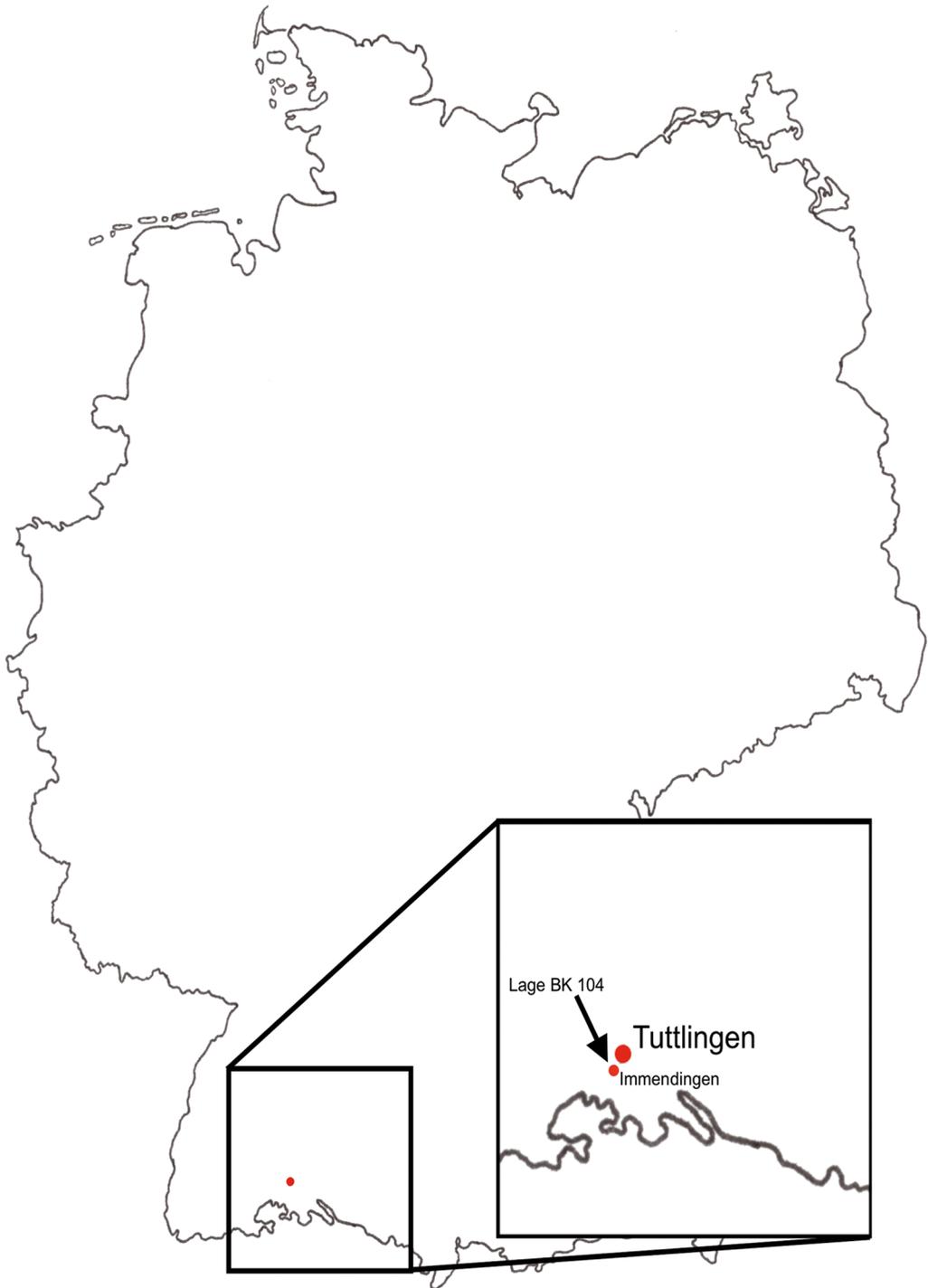


Abbildung 1. Lage des Bohrkerns BK 104 in Immendingen am Südrand der Schwäbischen Alb.

(USM), den Albstein als Vertreter der Oberen Meeresmolasse (OMM) und Abfolgen der Oberen Süßwassermolasse (OSM) (Abb. 2). Je nach Material und Zustand beträgt der Kerndurchmesser 10 cm. Es wurden ein ausführliches Schichtenverzeichnis (BRAUN 2016) sowie ein Bohrprofil erarbeitet. Darüber hinaus wurden Dünnschliffe angefertigt und rasterelektronenmikroskopische sowie tonmineralogische Untersuchungen durchgeführt. Alle Konglomerate/Kiese wurden einer makroskopischen qualitativen Geröllanalyse unterzogen (BRAUN 2016).

Das Hauptziel war die Bestimmung der Ablagerungsbedingungen der Sedimente. Da es sich augenscheinlich um fluviatile Ablagerungen handelt, wurde hierfür die Methode nach MIALL (1996) herangezogen. Bei dieser Methode werden auf der Basis von standardisierten Lithotypen (Faziescodes) fluviatile Architekturelemente (z.B. Gleithang, Sand- oder Kiesbank usw.) definiert. Aus der räumlich-zeitlichen Abfolge dieser Architekturelemente lassen sich dann der Flusstyp (im Vergleich mit den Ablagerungen rezenter Flüsse) und damit die Ablagerungsbedingungen (Klima, Morphologie usw.) ableiten.

### 2.1 Profildokumentation

Da der Schwerpunkt der Untersuchungen auf den Ablagerungsbedingungen lag, erfolgte die Profildokumentation entgegen der üblichen Vorgehensweise bei der Bearbeitung von Bohrungen von unten nach oben. Die Profilaufnahme wurde ausschließlich in der Kernlagerhalle und daher überwiegend bei Kunstlicht durchgeführt. Die Beschreibung der Lithoeinheiten (LE) erfolgte zu unterschiedlichen Tageszeiten und Wetterbedingungen am trockenen Kern mit einer Lupe mit 10-facher Vergrößerung. Um Merkmale wie Schichtungsgefüge usw. erkennen zu können, wurde die Oberfläche teilweise mit einem Schabgerät, Messer oder Hammer von Spülungsrückständen befreit. Erfasst wurden der Kernzustand, Begrenzungen der LE, die Art des Gesteins (Hauptkomponenten und Nebengemengteile), Farbe, Schichtung, Spaltverhalten, Karbonatgehalt, Mineralführung, sedimentologische und mineralogische, paläontologische sowie tektonische Besonderheiten. Die Korngrößen wurden mit einer Schablone von GEO Supplies Ltd. bestimmt. Daneben wurde auch ein Fadenzähler mit 6-facher Vergrößerung, geschliffener Glaslinse und Millimeter-Skala im Standfuß verwendet. Die Fotodokumentation erfolgte mit einer Nikon D300 und einer Panasonic DMC-FZ200.

### 2.2 Dünnschliffe

Von drei ausgewählten Lithotypen wurden nicht abgedeckte polierte Dünnschliffe hergestellt:

DS 1: Probe aus LE 2 (49,22-48,99 m);

Dicke: 40  $\mu$ m

DS 2: Probe aus LE 3 (48,99-48,31 m);

Dicke: 30  $\mu$ m

DS 7: Probe aus LE 70 (14,19-13,96 m);

Dicke: 19  $\mu$ m

Die Bearbeitung der Schliffe erfolgte am Polarisationsmikroskop im Durchlicht bei 4- und 10-facher Vergrößerung. Verwendet wurden die Mikroskope LEITZ LABORLUX 12 POLS der Firma Leica und Axio Imager.M2m von Zeiss. Letzteres war mit einer AxioCam MRC 5 (ebenfalls von Zeiss) ausgestattet, die für die Fotoaufnahmen verwendet wurde.

### 2.3 Untersuchungen am Rasterelektronenmikroskop (REM)

Zur Klärung der Zusammensetzung wurden am Dünnschliff der Probe DS 1 am REM Messungen mit einem energiedispersiven Spektrometer (EDS) durchgeführt. Dafür wurde der Dünnschliff mit Kohlenstoff bedampft. Für die Messungen wurde das Gerät LEO 440 mit einer Wolfram-Katode verwendet. Es liefert digitale Bilder mit einer Größe von 1024 x 768 Pixeln, das minimale Auflösungsvermögen des LEO 440 beträgt < 5 nm (LUDWIG 2016). Die Bilder (Abb. 34 und 35) wurden mit dem SE- und dem 4-Quadranten-BSE(backscattered electrons)-Detektor aufgenommen. Zur analytischen Auswertung wurde das Messprogramm INCA verwendet.

### 2.4 Tonmineralanalytik mittels Röntgen-diffraktometrie

Für die Untersuchungen zur Tonmineralogie wurden 9 Proben genommen (Tab. 2) und im Labor für die Messungen vorbereitet (BRAUN 2016). Für die Röntgendiffraktometrie wurde das Bragg-Brentano-Diffraktometer D8 ADVANCE ECO der Firma Bruker bei einem Beugungswinkel von  $2\theta = 0-70^\circ$  und  $2\theta = 5-22^\circ$  eingesetzt. Die Grundlage der Zuordnung von Mineralphasen ist die Interpretation des Diffraktogramms, wobei Tonminerale über das sich ergebende Muster bestimmt werden (MOORE & REYNOLDS 1997). Die Auswertung der Spektren erfolgte mit dem Programm DIFFRAC.SUITE EVA 3.1 der Firma Bruker. Die Minerale wurden nach der Datenbank ICDD PDF2 1999 zugeordnet. Für die Bestimmung der Illit-Kristallinität wurde die Software Fityk 1.2.0 verwendet. Die Halbwertsbreite des

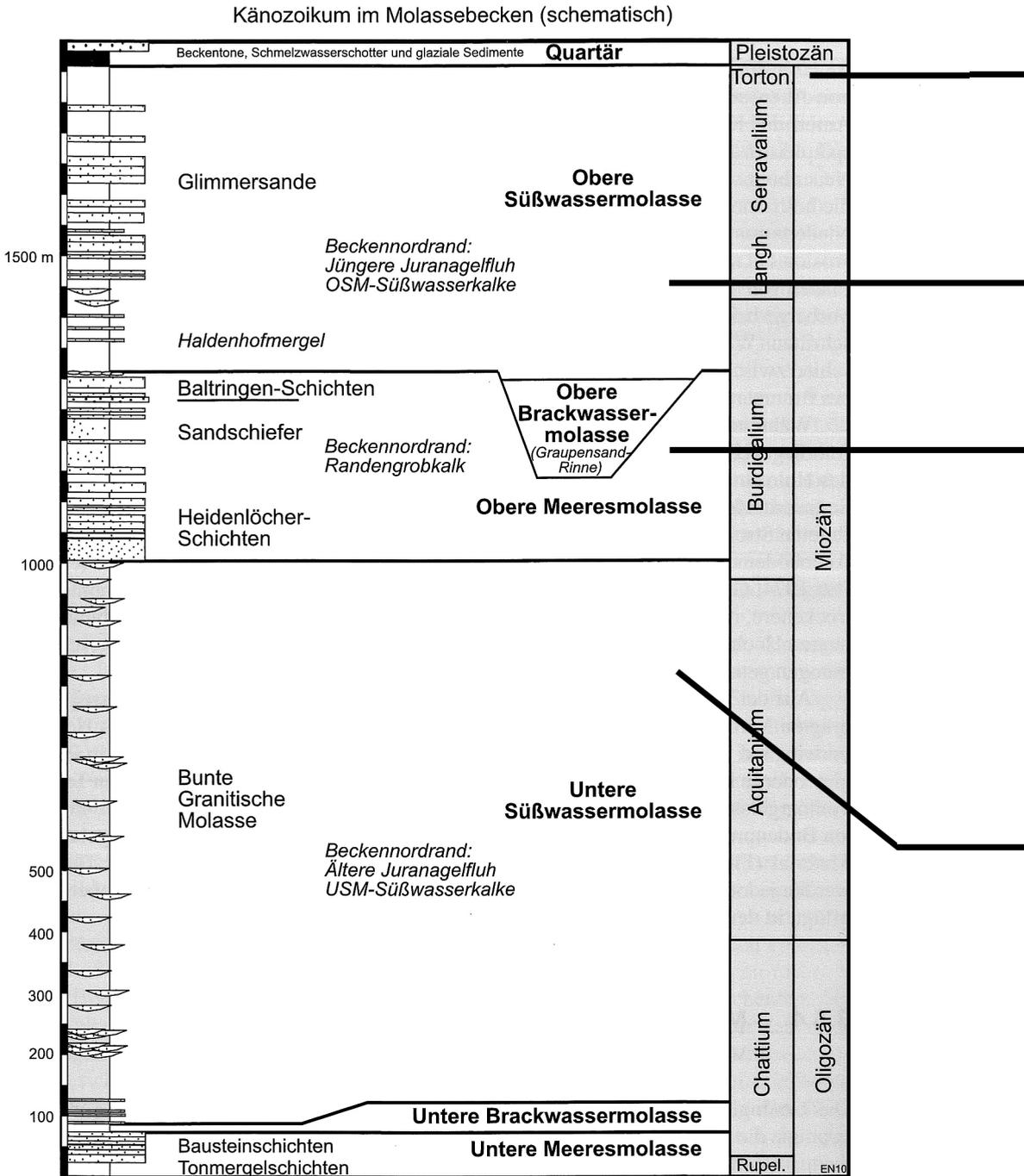
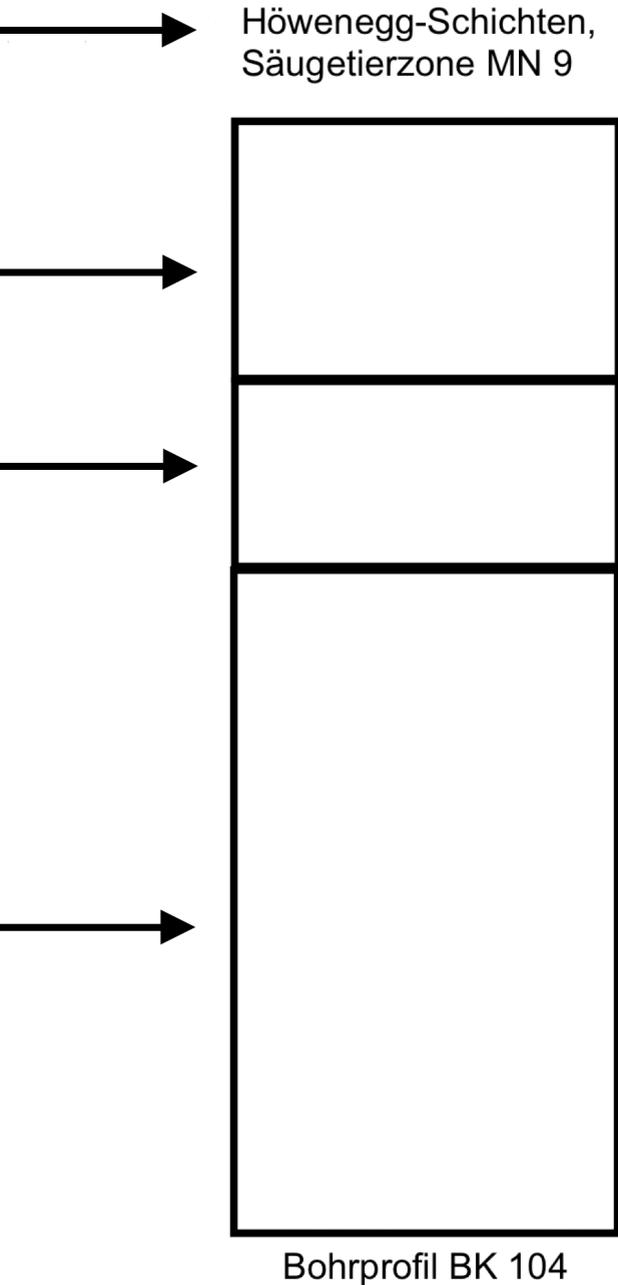


Abbildung 2. Stratigraphisches Profil der Molasseablagerungen mit zeitlicher Einordnung der Höwenegg-Schichten und des Bohrkerns BK 104 (verändert nach GEYER et al. 2011).



Illit-Peaks ist dabei umgekehrt proportional zum Diagenesegrad.

**3 Das Bohrprofil**

Als Grundlage für eine genetische Interpretation nach der Methode von MIALl (1996) wurde auf der Basis eines ausführlichen Schichtenverzeichnisses (BRAUN 2016) das Bohrprofil mit dem Grafikprogramm CoreIDRAW X6 gezeichnet. Abbildung 3 zeigt das Profil sowie die den LE zugeordneten Faziescodes und Architektur-elemente nach MIALl (1996) (vgl. Tab. 3 und 4). Die verwendeten Nummern der LE sind beginnend bei der Endteufe (LE 1) nach oben (LE 97) fortlaufend.

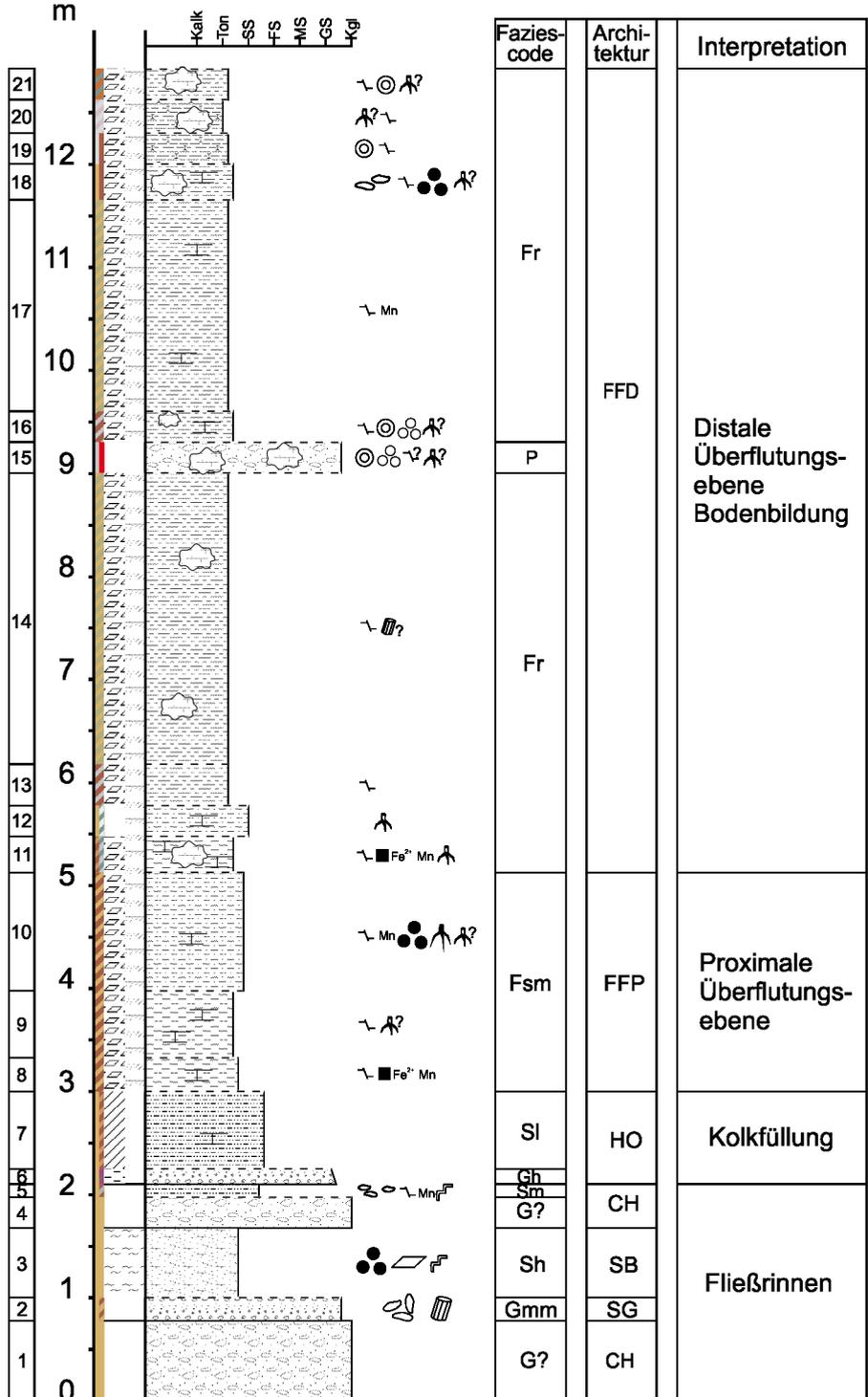
**3.1 Lithotypen**

Da es sich bei dem hier untersuchten Bohrkern um erdgeschichtlich sehr junges Material handelt, liegt ein Teil als unverfestigtes Lockergestein vor. Bei der genetischen Bewertung wurde keine Unterscheidung von Festgestein und Lockermaterial vorgenommen, das heißt z.B. Konglomerate (Festgestein) und Kiese (Lockergestein) wurden in gleicher Weise behandelt. Die im Bohrkern auftretenden Gesteine können vier Lithotypengruppen zugeordnet werden. Sie sind mit ihren charakteristischen Merkmalen in Tabelle 1 aufgeführt. Den innerhalb dieser Gruppen ausgeschiedenen Lithotypen wurden Faziescodes nach MIALl (1996) zugewiesen (Tab. 3 und Abb. 3).

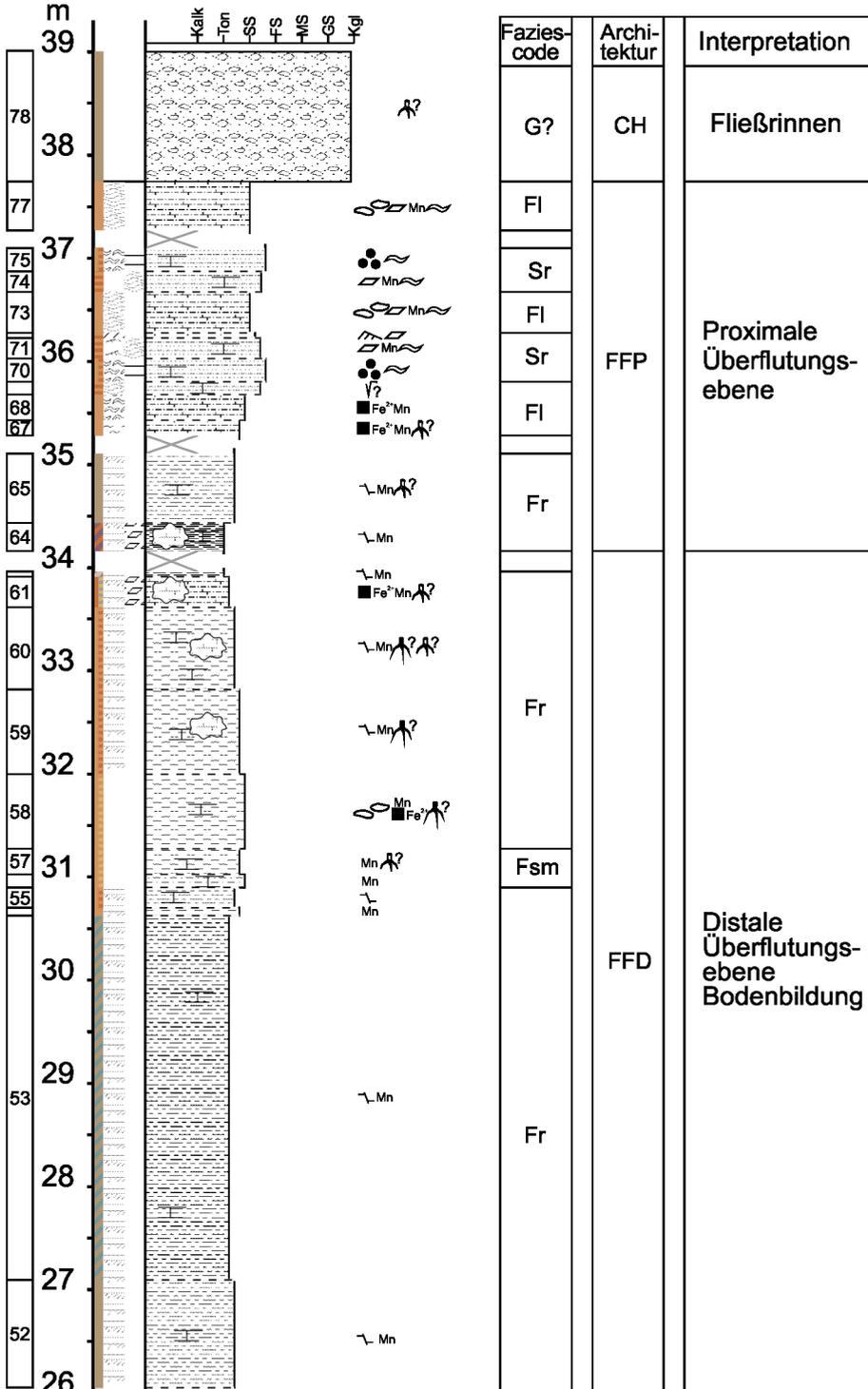
Tabelle 1. Überblick über auftretende Lithotypengruppen im Kern BK 104.

Lithotyp	Merkmale
Kies/ Konglomerat	meist als Lockergestein erhalten, selten als fester Kern nur vereinzelt Schichtungstypen erkennbar gut bis schlecht sortiert
Sand/ Sandstein	Fein- bis Grobsand, tonführend bis schluffig keine pedogene Überprägung verschiedene Schichtungstypen
Schluff/ Schluffstein	tonführend bis mittelsandig teilweise pedogen überprägt verschiedene Schichtungstypen
Ton/ Tonstein	schluffführend bis schluffig meist pedogen überprägt keine Schichtung erkennbar oft kompakt oder stark bröckelig erhalten

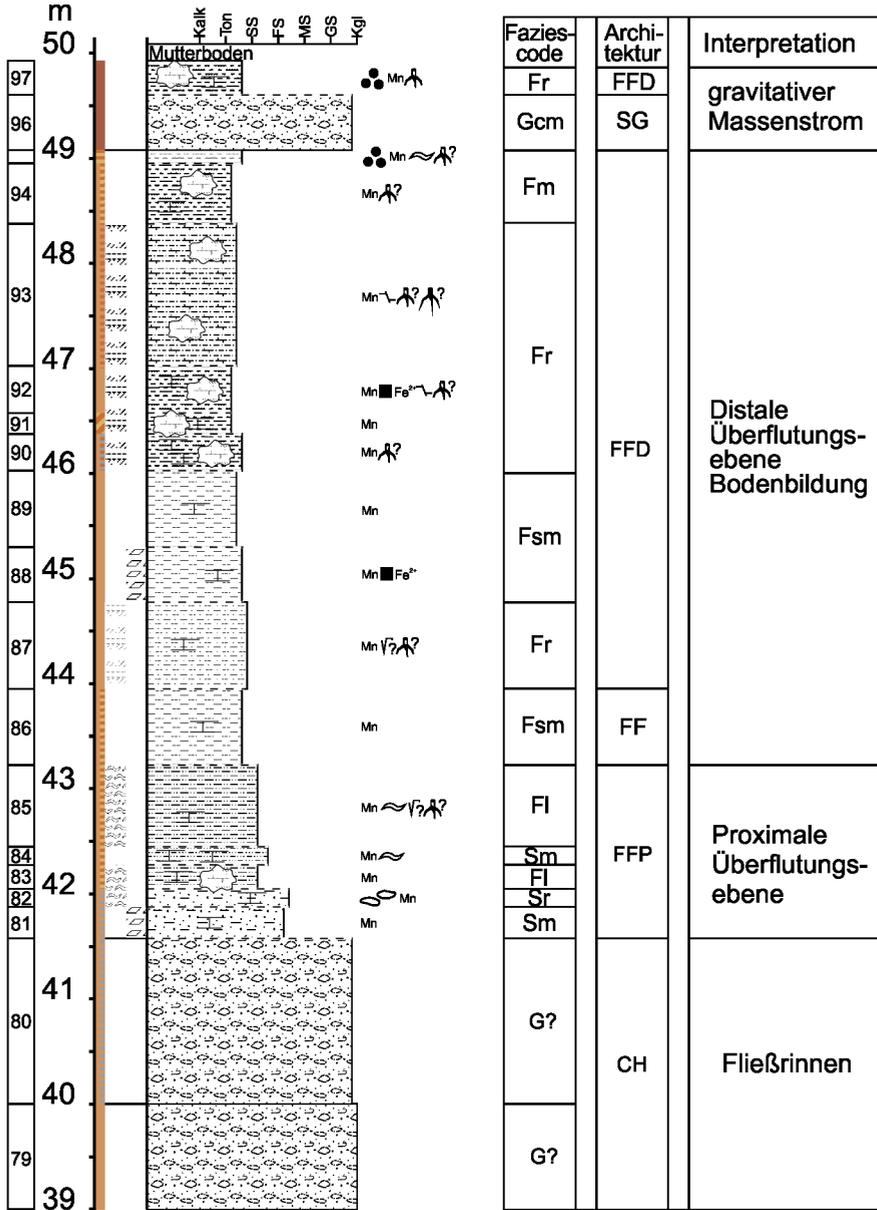
Abbildung 3 Bohrprofil des Bohrkerns BK 104 und Faziesinterpretation nach MIALL (1996). Spalten von links nach rechts: Nummer der LE, Profilmeter, Gesteinfarbe, Schichtung, Lithologie, besondere Merkmale, Faziescodes, Architekturelemente, Interpretation der Ablagerungsbereiche; Legende siehe S. 23: 1 - Kies, 2 - Sand, 3 - Schluff, 4 - toniger Schluff, 5 - Ton, 6 - karbonatische Feinklastika, 7 - Bodenbildungen, 8 - ebene Schichtung, 9 - wellige Schichtung, 10 - Linsenschichtung, 11 - Rippelschichtung, 12 - Schrägschichtung, 13 - bröckelig, 14 - Karbonatkonkretionen, 15 - Karbonatzementation, 16 - Gerölle, 17 - Sand, 18 - Sandlinsen, 19 - klastische Gänge, 20 - Tonklasten, 21 - Slickensides, 22 - Eisen, 23 - Mangan, 24 - große (meist karbonatische) Wurzelgänge, 25 - kleine (meist karbonatfreie) Wurzelgänge



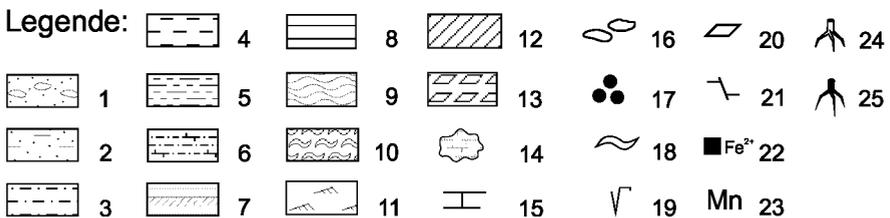




Fortsetzung Abbildung 3.



Fortsetzung Abbildung 3.



### 3.1.1 Konglomerate und Kiese

Die Grobklastika liegen häufig nicht als Festgestein, sondern als Einzelgerölle vor, an denen z.T. Reste einer Matrix zu finden sind. In diesen Fällen ist davon auszugehen, dass die Matrix bedingt durch den Bohrvorgang nicht erhalten geblieben ist, sondern wahrscheinlich durch die Wasserspülung verloren ging.

**Lithotyp Gmm:** matrixgestütztes Mittelkonglomerat; hell- bis mittelbraun; mäßige Sortierung; keine Schichtung. Die Komponenten sind gut bis kantengerundet. Die Matrix ist ein kalkig zementierter schluffiger Mittelsand.

**Lithotyp Gcm:** hauptsächlich klastgestütztes Grobkonglomerat; mittel- bis dunkelbraun; mäßig bis schlecht sortiert; in der Regel ungeschichtet. Die Komponenten sind gut bis schlecht gerundet. Karbonatzement, keine Matrix (sekundär?).

**Lithotyp Gh:** klastgestütztes Feinkonglomerat; hellbraun; gut sortiert mit normaler Gradierung; undeutliche Schichtung, vereinzelte horizontale Regelung plattiger Komponenten. Die Gerölle sind hauptsächlich kantengerundet. Die Matrix ist ein schluffiger grobsandführender Feinsand, kalkig zementiert. Die Basis dieser LE ist in der Regel schräg.

**Lithotyp G?:** als lose Gerölle vorliegende Kiese, die deshalb nicht näher zugeordnet werden können. Meist zeigen diese LE eine hell- bis mittelbraune Farbe, die vermutlich von den Resten der kalkig zementierten Matrix stammt, und Eigenfarben der Gerölle. Eine weitergehende Bestimmung von Merkmalen wie Schichtung oder Stützgefüge ist nicht möglich.

**Lithotyp P:** feinkonglomeratisches Mittelkonglomerat; rosafarben und hellgrau; ohne Schichtung. Bei den Komponenten handelt es sich um schluffig-tonige Kalkkonkretionen mit konzentrisch schaligem Aufbau. Die Matrix ist ein karbonatisch zementierter schluffiger Ton.

### 3.1.2 Sandsteine

**Lithotyp Sp:** schluffiger Feinsand mit undeutlicher planarer Schrägschichtung; hellbraun; kalkig zementiert.

**Lithotyp Sr:** Feinsand, der tonführend bis mittelsandig sein kann, sowie feinsandiger Schluff und Mittelsand; hell- bis mittelbraun, teilweise schichtparalleler Farbwechsel von hell- und rotbraunen Lagen; meist Linsenschichtung, nur vereinzelt leicht wellige, feinflaminierte Schichtung, Rippelschichtung konnte nicht eindeutig beobachtet, in zwei LE aber vermutet werden (LE 71 und 74); Karbonatzement.

**Lithotyp Sh:** tonführender bis schluffiger Feinsand bis mittelsandiger Schluff; hell- bis rotbraun; ebene bis leicht wellige Schichtung; kalkig zementiert.

**Lithotyp Si:** schluffiger Feinsand; hellbraun bis teils mittelbraun; mit flacher Schrägschichtung; kalkig zementiert.

**Lithotyp Sm:** hauptsächlich schluffiger bis mittelsandiger, manchmal tonführender Feinsand und feinsandiger Schluff, vereinzelt Mittelsand; meist hellbraun; massiv schichtungslos; kalkig zementiert; vereinzelt pedogene Überprägung.

### 3.1.3 Schluff- und Tonsteine

**Lithotyp Fi:** feinsandiger Schluff, tonführend bis tonig; hell- bis mittelbraun, z.T. schichtparalleler Farbwechsel von hell- und rotbraun; in der Regel leicht wellig feinflaminiert oder Linsenschichtung, nur vereinzelt ungeschichtet; kalkig zementiert.

**Lithotyp Fsm:** Schluff, tonführend bis tonig; hell- bis mittelbraun; massiv ungeschichtet; kalkig zementiert.

**Lithotyp Fm:** schluffführender Ton; hell- bis rotbraun; massiv ungeschichtet; kalkig zementiert.

**Lithotyp Fr:** Schluff mit hohem Tongehalt und Ton, schluffführend bis schluffig; hell- bis rotbraun bis olivgrün-ockerfarben marmoriert; massiv ungeschichtet; kalkig zementiert; pedogen überprägt.

### 3.1.4 Pedogen überprägte Lithotypen

Die Faziescodes dieser Lithotypen beruhen auf dem Faziescode Fr (durchwurzelte Feinklastika) nach MIALL (1996). Sie wurden durch Zusätze ergänzt, die folgende Bedeutung haben: m = marmoriert, e = einheitliche Farbe und s = Schluff.

**Lithotyp Frm:** schluffführender Ton, vereinzelt auch schluffiger Ton; in verschiedenen Farben marmoriert; kalkig zementiert; häufig Slickensides als einziges sedimentologisches und paläontologisches Merkmal; vereinzelt Kalkkonkretionen, Wurzelgänge und Pflanzenreste.

**Lithotyp Fre:** schluffführender bis schluffiger Ton; einheitlich meist hell- bis mittelbraun, auch rotbraun und vereinzelt fast schwarz; kalkig zementiert; fast immer Slickensides; auch Wurzelgänge und Kalkkonkretionen.

**Lithotyp Frs:** tonführender bis toniger Schluff; in der Regel hell- bis mittelbraun ohne Marmorierung; kalkig zementiert. Sehr verschiedene sedimentologische und paläontologische Merkmale in verschiedenen Kombinationen, meist jedoch

Slickensides sowie große und feine Wurzelgänge; besonders häufig Kalkkonkretionen.

### 3.2 Schichtungstypen

Schichtung lässt sich im Profil vor allem in feinklastischen Sedimenten nachweisen, da diese meist als kompakter Bohrkern vorliegen. Grobklastika liegen dagegen in der Regel als Lockermaterial ohne Matrix vor, so dass weder Schichtungs- noch Lagerungsphänomene beobachtet werden können.

#### 3.2.1 Wellige, feinlaminierte Schichtung

Es handelt sich dabei um einen unscharf begrenzten Materialwechsel von feinsandigen Schluffsteinen und tonigen Lagen (z.B. LE 44, 63, 73). Die feinsandigen Schluffsteine sind mittelbraun bis karamelfarben, die Lagen mit einem höheren Tongehalt rotbraun (Abb. 4). Die Mächtigkeit der einzelnen Lagen beträgt in der Regel zwischen 1 und 4 mm. Derartige Schichtungen entstehen aquatisch im oberen Strömungsregime, also bei schnell fließendem Wasser, oder als „Einkornlagen“ bei äolischem Transport. Dabei wird die feine Fraktion als Staub fliegend und die gröbere Sandfracht als Saltationsfracht bodennah transportiert.



Abbildung 4. Feinlaminierte Schichtung in LE 73 (Kernabschnitt 13,71-13,32 m). – alle Fotos: V. BRAUN.

#### 3.2.2 Linsen- und Flaserschichtung

Die hellgrauen bis weißen Feinsandlinsen dieses Schichtungstyps sind meist ca. 8 cm breit und 2 bis 3 cm hoch (Abb. 5). Die meist isolierten Linsen befinden sich häufig in einer leicht welligen, feinlaminierten Schichtung aus Lagen mit ca. 1 bis 4 mm Mächtigkeit (z.B. LE 24, 30, 34, 68, 70). Linsen- und Flaserschichtung entsteht aquatisch, wenn Material und Wasserbewegung nicht ausreichen, um Rippel zu bilden. Im äolischen Milieu entsteht sie z.B. aus Adhäsionsrippeln,



Abbildung 5. Linsenschichtung der LE 70 (Kernabschnitt 14,19-13,96 m).

wenn äolisch transportierter Sand auf feuchten Tonebenen haften bleibt.

#### 3.2.3 Kreuzschichtung

Im Profil tritt eine Kreuzschichtung nur einmal (LE 72) auf (Abb. 6). Sie ist über eine Mächtigkeit von 5 cm in einem feinsandigen und tonigen Schluff erkennbar. Die Schichten liegen im cm-Bereich und sind intern schräggeschichtet. Die einzelnen Lagen innerhalb einer Schicht sind weniger als 1 mm mächtig. In dieser Dimension ist Kreuzschichtung typisch für Wellenrippeln. Ob es sich dabei um Oszillationsrippeln (symmetrisch) oder Strömungsrippeln (asymmetrisch) handelt, kann an diesem Bohrkern nicht festgestellt werden.

### 3.3 Farben

Im Profil überwiegen hell- bis mittelbraune Farben, die sich aus dem Gehalt an fein dispersierten Eisenoxiden und -hydroxiden herleiten. Für die weit verbreiteten Marmorierungen ist der hohe Gehalt an quellfähigen Tonmineralen verantwortlich (vgl. Kap. 4.3), die durch wiederholtes Trocknen (Schrumpfen) und Aufquellen Slickensides und damit Wegsamkeiten für Wässer und Mineralien produzieren.

#### 3.3.1 Ockerfarben-olivgrün marmoriert

Die kalkig zementierten, schwach schluffführenden Tone zeigen eine unregelmäßige Verteilung der ockerfarbenen und olivgrünen Farbtöne



Abbildung 6. Bildausschnitt mit Kreuzschichtung in LE 72 (Kernabschnitt 13,76-13,71 m).



Abbildung 7. Ockerfarben-olivgrüne Marmorierung der Farben in LE 14 (Kernabschnitt 43,83-41,00 m).

(Abb. 7). Alle LE mit dieser Marmorierung zeigen pedogene Slickensides (z.B. LE 14, 17, 22).

### 3.3.2 Rotbraun-hellgrau marmoriert

Diese Art der Marmorierung tritt vor allem in mehr oder weniger schluffführenden Tonen (z.B. LE 13) auf (Abb. 8). Alle LE mit dieser Marmorierung sind kalkig zementiert und können Slicken-



Abbildung 8. Rotbraun-hellgraue Marmorierung der Farben in LE 13 (Kernabschnitt 44,22-43,83 m).

sides, Kalkkonkretionen und Anzeichen für Wurzelgänge aufweisen.

### 3.3.3 Mittelbraun-hellgrau marmoriert

Mittelbraun-hellgrau-Marmorierungen sind selten und treten sowohl in einem schwach tonigen Schluff als auch in einem schluffführenden Ton (Abb. 9) auf. Beide LE sind kalkig zementiert.

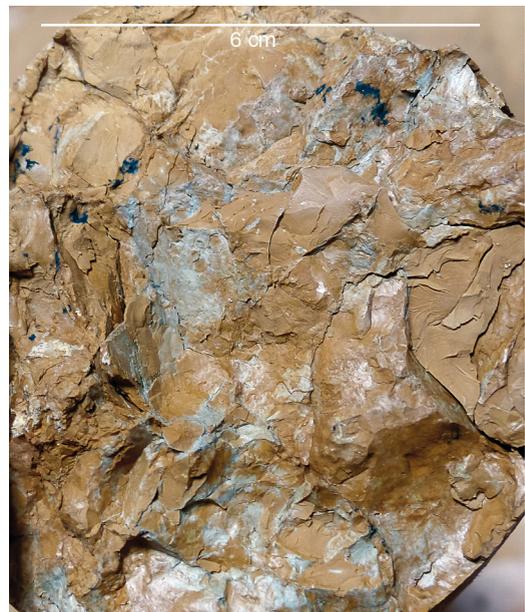


Abbildung 9. Mittelbraun-hellgraue Marmorierung der Farben in LE 53 (Kernabschnitt 22,92-19,38 m).

### 3.4 Sedimentologische und mineralogische Besonderheiten

#### 3.4.1 Harnische

##### Pedogen bedingte Slickensides

Pedogen bedingte Harnische (Slickensides) erscheinen im Kern als unregelmäßige, kleine, nahezu glatte Bruchflächen, die schwach glänzen (Abb. 10). Sie zeigen eine feine Striation, die auf unterschiedlichen Flächen unregelmäßig in verschiedene Richtungen verläuft. Slickensides entstehen bei einem hohen Gehalt an quellfähigen Tonmineralen durch den starken Quellungsdruck bei wiederholter Durchfeuchtung des Substrates (RESTALLACK 2001, National Committee on Soil and Terrain 2009).

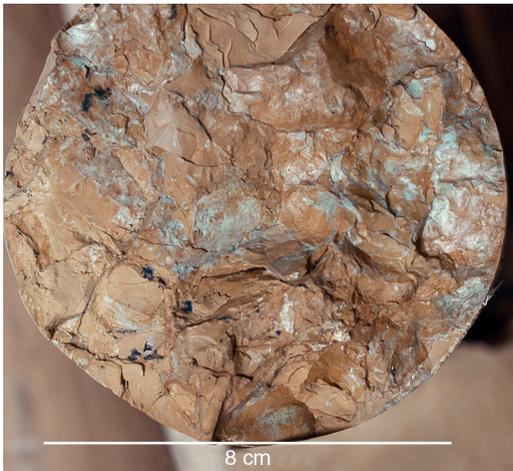


Abbildung 10. Pedogen bedingte Rutschungsflächen (Slickensides) in LE 53 (Kernabschnitt 22,92-19,38 m).

##### Tektonisch bedingte Harnische

Diese Harnische treten als größere, nahezu glatte Flächen mit feiner Striation auf, die alle in dieselbe Richtung zeigen (Abb. 11). Tektonische Harnische zeichnen sich gegenüber den pedogenen Slickensides vor allem dadurch aus, dass mehrere größere Flächen einschließlich ihrer Striation in dieselbe Richtung verlaufen.

#### 3.4.2 Dendriten

In fast allen LE sind schwarze Verfärbungen zu beobachten. Sie treten in völlig unterschiedlichen Formen und Ausdehnungen auf. Meist sind sie punkt- bis fleckenförmig (Abb. 12), seltener fein verzweigt und netzartig (Abb. 13). Solche Dendriten bilden sich durch die Ausscheidung von



Abbildung 11. Tektonisch bedingte Rutschungsflächen (Harnische) in LE 3 (Kernabschnitt 48,99- 48,31 m).



Abbildung 12. Punktförmige Manganoxid-Abscheidungen in LE 57 (Kernabschnitt 18,98-18,73 m).



Abbildung 13. dendritische Mangan- und Eisenoxid-Abscheidungen in LE 12 (Kernabschnitt 44,51-44,22 m).

Eisen- und Manganoxiden aus auf Gesteins-, Schicht- und Klufflächen zirkulierenden Lösungen (SCHORN et al. 2016).

### 3.4.3 Kalkkonkretionen

Bei den Kalkkonkretionen handelt es sich meist um kugelige bis ovale Knollen, die eine starke Reaktion mit HCl zeigen. Da die Kalkkonkretionen im untersuchten Kern fast immer zusammen mit anderen pedogenen Merkmalen auftreten, ist davon auszugehen, dass sie pedogen entstanden sind (Abb. 14). Nur vereinzelt treten sie in nicht pedogen überprägten LE auf. Die Kalkkonkretionen in den Böden deuten auf ein basisches Grundwasser hin. Darüber hinaus ist für ihre Entstehung neben einem ausreichenden Karbonatangebot ein wechselfeuchtes warmes (mediterranes) Klima förderlich (z.B. GOUDIE 1983, ALONZO-ZARZA & WRIGHT 2010).

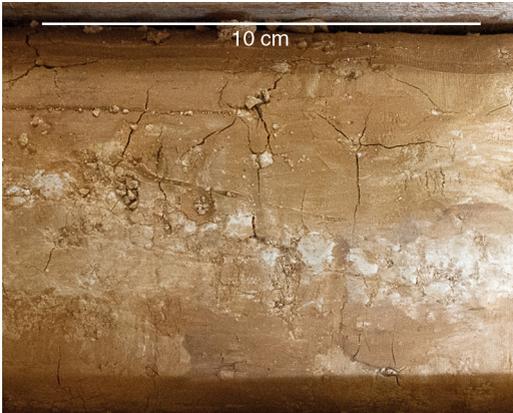


Abbildung 14. Hellgraue Kalkkonkretionen entlang eines Wurzelganges in LE 60 (Kernabschnitt 17,14-16,35 m).

### 3.4.4 Kalkige Zementationen

In den meisten LE sind bereichsweise kalkige Zementationen vorhanden, die sich wegen ihrer größeren Härte als knollenförmige und kuppige Bereiche zeigen. Sie weisen hellbraune bis -graue Farben auf, zeigen eine starke Reaktion mit HCl und können sehr unterschiedliche Ausdehnungen bis zu mehreren Zentimetern erreichen. Die Zementationen deuten darauf hin, dass ein Fluid mit einer Übersättigung an Calciumcarbonat in das Muttergestein eingedrungen sein muss und der Kalk ausgefällt wurde. Es handelt sich dabei im Prinzip um Vorstufen zur Konkretionsbildung oder sehr unreife Konkreti-

onen. In pedogen überprägten LE könnte dies durch Bioturbation begünstigt worden sein.

### 3.4.5 Tonaggregate und -klasten

Tonaggregate zeigen sich makroskopisch als rotbraune, punktförmige Verfärbungen. Sie bestehen aus Ton und weisen meist eine Größe im Bereich der Sandfraktion auf (Abb. 15). Sie haben eine glatte Oberfläche und zeigen verschiedene Braun- und Grautöne. Einige LE enthalten zudem größere Tonaggregate, die im Bohrprofil als Tonklasten vermerkt sind. Tonaggregate entstehen vor allem in situ bei der Bodenbildung, Klasten setzen einen Transport voraus.



Abbildung 15. Rotbrauner Tonklast in LE 32 (Kernabschnitt 29,32-29,10 m).

Ausgehend von der Größe der Tonklasten kann auf deren Transportweg geschlossen werden. Solche Aggregate zerfallen sehr schnell und müssen daher einen sehr kurzen Transportweg erfahren haben, wenn sie noch Größen im Zentimeter-Bereich aufweisen.

### 3.4.6 Oxidationsverwitterung

Die sedimentologische Besonderheit „Fe<sup>2+</sup>“ wird für LE verwendet, die hellgraue Verfärbungen zeigen (Abb. 16). Die Verfärbungen tauchen in sehr vielen LE auf und deuten darauf hin, dass

das Material durch reduzierende Bedingungen ausgebleicht wurde.



Abbildung 16. Zweiseitiges Eisen als hellgraue Verfärbungen in der Mitte der Kernbruchfläche in LE 42 (Kernabschnitt 27,25-26,97 m).

Nahezu alle LE zeigen ockerfarbene bis rotbraune Verfärbungen, die auf die Verwitterung und Oxidation eisenhaltiger Minerale hindeuten. Daher ist es wahrscheinlich, dass sie entweder primär unter oxidierenden Bedingungen abgelagert oder sekundär oxydiert wurden. Zur Klärung dieses Sachverhaltes sind weitere Untersuchungen an Dünnschliffen nötig.

### 3.4.7 Klastische Gänge

Klastische Gänge sind Risse im Sedimentgestein, die mit anderem sedimentärem Material verfüllt sind. Es kann sich dabei um Trockenrisse, Entwässerungsstrukturen und auch Bioturbation handeln. Im Kern treten vereinzelt Anreicherungen der Sandfraktion innerhalb von klastischen Gängen auf (Abb. 17). Diese können bis zu 10 cm breit und 7 cm lang werden. Da sich die Gänge in stark tonigem Material befinden und Komponenten der Sandfraktion enthalten, ist es sehr wahrscheinlich, dass es sich um verfüllte Trockenrisse handelt.

## 3.5 Paläontologische Besonderheiten

### 3.5.1 Spuren von Wurzelgängen

Es gibt zwei verschiedene Arten von Wurzelgängen, die in schluffführenden Tonen bis hin zu feinsandigen Schluffen auftreten können. In den



Abbildung 17. Klastischer Gang mit sandiger Füllung (Pfeile) in LE 36 (Kernabschnitt 28,75-28,65 m).

meisten LE tritt nur eine Art von Wurzelgängen auf. Nur in wenigen sind beide anzutreffen (LE 16).

### Hellgraue, große Wurzelgänge

Große Wurzelgänge treten als hellgraue Verfärbungen mit einem mittelgrauen, leicht grünen Rand auf. Sie sind häufig von Rissen durchzogen und knollig bis gangartig-verzweigt ausgebildet. Der längste Wurzelgang hat eine Länge von 14 cm und eine Breite von 2 cm (Abb. 18).

### Schwarze, feine Wurzelgänge

Diese Wurzelgänge treten als feine, schwarze Adern auf und sind meist nur wenige mm lang. Oft sind sie entlang von Rissen zu beobachten. Auch Gerölloberflächen und muldenförmige Vertiefungen zeigen häufig feine, verzweigte und netzartige Verfärbungen. Dabei könnte es sich um organische Reste von Wurzeln handeln. Verwechslungen mit Mangan-Dendriten sind nicht auszuschließen.

### 3.5.2 Grab- und Wühlgänge

Im untersuchten Kern konnten vereinzelt auch Spurenfossilien (LE 3) beobachtet werden. Dabei könnte es sich um Grab- oder Wühlgänge in einem mittelsandigen und grobsandführenden

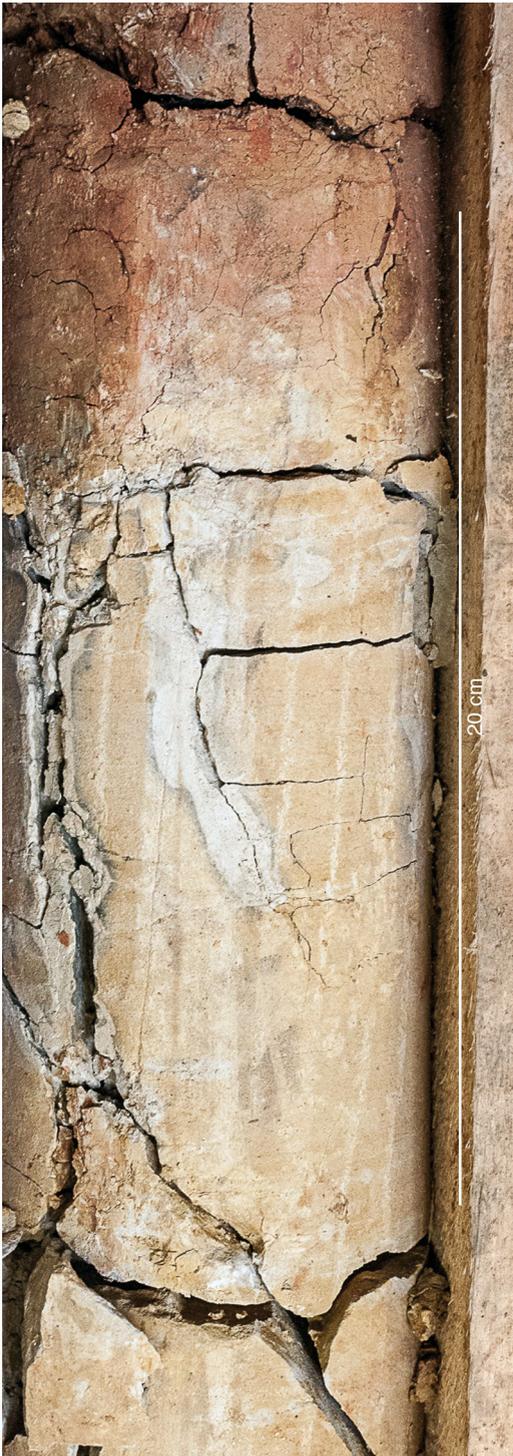


Abbildung 18 links. Großer Wurzelgang (14 cm lang und 2 cm breit) als hellgraue Verfärbung in LE 12 (Kernabschnitt 44,51-44,22 m).

Schluff handeln (Abb. 19). Der hier abgebildete Grabgang ist 1,1 cm lang und 0,4 cm im Ø. Nach Vergleichen mit der Literatur könnte es sich um die Ichnofazies *Scoyenia* handeln. Diese ist typisch für Ablagerungen auf der Überflutungsebene eines fluviatilen Systems (z.B. UCHMAN et al. 2004).



Abbildung 19. Hellbrauner Grab- oder Wühlgang (1,1 cm lang und 0,4 cm Ø) in LE 3 (Kernabschnitt 48,99-48,31 m).

### 3.6 Paläoböden

Im Kern treten viele LE auf, die pedogen überprägt sind. Diese Horizonte zeigen keinerlei Schichtung, dafür jedoch charakteristische Anzeichen für eine pedogene Überprägung: Slickensides, eine farbliche Marmorierung und verschiedene Arten von Wurzelgängen. Da größere Wurzelgänge oder Anzeichen für Bioturbation selten auftreten, deutet hauptsächlich das Schrumpf- und Quellverhalten der Tonminerale auf die pedogene Überprägung hin. Diese LE können als mehr oder weniger reife Paläoböden interpretiert werden.

#### 3.6.1 Klassifikation der Böden

Ausgehend von den hier beobachteten Merkmalen kommen vier Bodentypen zur Klassifikation in Frage. Gemäß der FAO World Map Classification würden die Profile eines Greyzems oder Chernozems zu den beschriebenen Paläoböden im Kern passen. Auch ein Vertisol kommt

in Frage. Allerdings enthält dieser Typ hauptsächlich Smectit und nur untergeordnet andere Tonminerale (RESTALLACK 2001). Da durch die Tonmineralanalysen (vgl. Kap. 4.3) kein Smectit nachgewiesen werden konnte, ist ein Vertisol eher unwahrscheinlich. Nach der U.S. Soil Taxonomy entsprechen die Profile am ehesten einem Mollisol. Dieser Boden zeigt ein gut entwickeltes Profil mit einem basischen Oberflächenhorizont und dicht vermischtem Ton und Organik. Häufige Merkmale sind Spuren von Wurzelgängen und zerbröckelte Bodengefügekörper. Der B-Horizont kann tonig (Bt), kalkig (Bk) oder gipshaltig (By) sein. Der charakteristische A-Horizont bildet sich durch feine Wurzelsysteme von Grasland und durch Grab- und Wühlgänge von Bodenorganismen. Mollisols treten daher unter einer Grasland-Vegetation in semihumiden bis semiariden Regionen auf (RESTALLACK 2001).

### 3.6.2 Der Albstein

Eine Sonderstellung nimmt die LE 15 ein. Dabei handelt es sich um ein klastengestütztes, toniges Feinkonglomerat, das sich ausschließlich aus konzentrisch aufgebauten tonigen Karbonatkonkretionen mit hauptsächlich hellgrauen bis rosafarbenen Farbtönen zusammen setzt (Abb. 20, 21). Die Größen der Komponenten bewegen sich zwischen etwa 2 mm und ca. 4 cm. Die Matrix besteht aus einem schluffigen Ton, ist stark kalkhaltig und zeigt häufig hellgraue Verfärbungen, die teilweise auf ehemalige Wurzelgänge zurück zu führen sind. Vereinzelt treten glatte, glänzende Bruchflächen auf, bei denen es sich um kleine Slickensides handeln könnte. Wahrscheinlich ist diese LE der Albstein, der sich in situ als Bodenhorizont gebildet hat. Der Albstein vertritt im Profil die Obere Meeresmolasse (GEYER et al. 2011) und ist eine Calcrete. Nach der Klassifikation von ESTEBAN & KLAPPA (1983) werden vier Calcrete-Typen unterschieden: massig-kalkig, knollig-bröckelig, plattig-geschichtet und kompakte Krusten oder verdichtete Horizonte (ALONSO-ZARZA & TANNER 2010, SCHORN et al. 2016). Im Falle der hier vorliegenden Calcrete dürfte es sich um den Typ „knollig-bröckelig“ handeln. Derartige Kalkkrusten bilden sich heutzutage bei Temperaturen von 16-20 °C und Niederschlägen von 100-500 mm pro Jahr (GOUDIE 1983) in ariden bis semiariden Klimazonen durch Lösung und erneute Ausfällung von Calcit im Bereich des Grundwasserspiegels. Das Auftreten des Albsteins deutet also auf ein zumindest semiarides Klima hin.



Abbildung 20. Übersicht über das Kernstück der LE 15, dem Albstein (Kernabschnitt 41,00-40,71 m).



Abbildung 21. Aufgeschlagenes Geröll mit konzentrisch-schaligem Aufbau aus LE 15, dem Albstein (Kernabschnitt 41,00-40,71 m).

### 3.7 Beschreibung und Interpretation der auftretenden Gerölltypen

Im Profil treten wiederholt Konglomerathorizonte auf. Da die Zusammensetzung der Geröllfraktion Aufschluss über Liefergebiete und Transportwege geben kann, wurden die Konglomerate makroskopisch qualitativ nach ihrer Zusammensetzung untersucht. Alle Konglomerate sind polymikt. Es konnten insgesamt acht Gerölltypen unterschieden werden. Dabei handelt es sich ausnahmslos um Kalksteingerölle, die sich vor allem durch ihre Farbe, aber auch durch ihre unterschiedliche Reaktion auf Salzsäure und z.T. durch ihren Gehalt an Fossilien unterscheiden. Die Gerölltypen 1 bis 3 sind massive dichte Kalksteine, die nur selten interne Strukturen zeigen. Sie sind vor allem durch ihre auffallend weiße bis hellgraue Farbe charakterisiert. Manchmal finden sich hellbraune Verwitterungsrinden. Der Bruch ist splittig. Sie treten in verschiedenen Größen

auf und sind in der Regel kantengerundet bis gut gerundet, manchmal auch nur angerundet, was auf kurze Transportwege hindeutet. Aufgrund der geographischen Herkunft des Bohrkerns und der auf der Schwäbischen Alb anstehenden Lithologien handelt es sich hier mit hoher Wahrscheinlichkeit um Weißjura-Kalksteine (Abb. 22).



Abbildung 22. Gerölltyp 1 aus Weißjura-Kalkstein aus LE 1 (Kernabschnitt 50,00-49,22 m).

Bei Gerölltyp 4 handelt es sich um einen dichten strukturlosen Kalkstein mit dunkelgrauer bis schwarzer Farbe, z.T. lässt sich ein brauner Verwitterungssaum beobachten. Der Bruch ist muschelig, teils splittrig. Die Gerölle sind in der Regel gut gerundet. Hier handelt es sich vermutlich um Schwarzjura-Gerölle, möglicherweise aus dem recht widerstandsfähigen Arietenkalk (Abb. 23).

Gerölltyp 5 ist bräunlich und zuckerkörnig bis grobkristallin. Er spaltet splittrig uneben bis muschelig. Da auch das Gesteinsmehl nur eine mit-



Abbildung 23. Gerölltyp 4 aus Schwarzjura-Kalkstein aus LE 78 (Kernabschnitt 12,24-11,00 m).

telstarke Reaktion mit HCl zeigt, handelt es sich vermutlich um einen dolomitischen Kalkstein (Abb. 24). Dolomitische Kalksteine finden sich im Braunen Jura, aber auch im Keuper.



Abbildung 24. Gerölltyp 5 aus dolomitischem Kalkstein aus LE 78 (Kernabschnitt 12,24-11,00 m).

Gerölltyp 6 ist grau bis dunkelgrau, zuckerkörnig bis grobkristallin und zeigt ein splittriges Spaltverhalten. Braune Verwitterungsrinden sind, wenn überhaupt, nur sehr dünn ausgebildet. Die Reaktion mit HCl ist schwach auf frischer Bruchfläche, stark auf Gesteinsmehl, es handelt sich daher wohl um einen dolomitischen Kalkstein. Die Gerölle sind kantengerundet bis gut gerundet. Lieferhorizont könnte der Schwarzjura, aber auch der Muschelkalk sein.

Gerölltyp 7 ist mittel- bis haselnussbraun, zuckerkörnig bis grobkristallin und spaltet splittrig. Die Reaktion mit HCl ist schwach auf frischer Bruchfläche, stark auf Gesteinsmehl, es handelt sich daher wohl ebenfalls um einen dolomitischen Kalkstein. Die Gerölle sind kantengerundet bis gut gerundet. Lieferhorizont könnte der Braune Jura, aber auch der Keuper sein.

Gerölltyp 8 ist rehbraun, manchmal leicht gelblich bis orangefarben. Auch er ist zuckerkörnig bis grobkristallin und spaltet splittrig. Die Reaktion mit HCl ist schwach auf frischer Bruchfläche, stark auf Gesteinsmehl. Darüber hinaus zeigt er weiße, gewellte und nadelförmige Strukturen. Sie treten häufig gebogen oder splittrig auf und sind unregelmäßig über die Bruchfläche verteilt. Bei diesen Strukturen handelt es sich um Bioklasten, wahrscheinlich um Schalenfragmente, aus denen das Gestein zu ca. 1 % besteht (Abb. 25). Neben Bivalvia- oder Gastropodengehäusen sind auch Ostrakoden und Otolithen

in einem miozänen Bohrkern zu erwarten (mdl. Mitt. C. IFRIM 2016). Am Rand eines Gerölls ist zudem eine 2 x 2 mm große Muschel zu sehen, die mit hoher Wahrscheinlichkeit aus dem Dogger oder Malm stammt. Sie zeigt große Ähnlichkeit mit frühen Jugendformen aus der Familie der Astartidae. (mdl. Mitt. W. MUNK 2016). Gerölltyp 8 stammt deshalb wahrscheinlich aus dem Braunen Jura.



Abbildung 25. Gerölltyp 8 aus Braunjura-Kalkstein mit Bioklasten aus LE 79 (Kernabschnitt 11,00-10,00 m).

Die Zusammensetzung der Konglomerate zeigt, dass die Weißjura-Gerölle in allen LE auftauchen und insgesamt am häufigsten sind. Die Schwarzjura-Gerölle tauchen ab LE 23 auf und sind in jedem darüber liegenden Konglomerat vertreten. Auch die Braunjura-Gerölle tauchen in LE 23 zum ersten Mal auf, sind jedoch deutlich seltener vorhanden. Grund dafür ist die Verwitterungsanfälligkeit der Braunjura-Gesteine.

Es besteht die Vermutung, dass Gerölle der Typen 5-8 auch aus dem Keuper oder Muschelkalk stammen könnten. Demnach wären sie weiter nördlich aus dem Schwarzwald abgetragen worden. Aus dem Muschelkalk sind Gerölle aus Kalksteinen und vom Keuper aus Sandsteinen zu erwarten.

Neben den beschriebenen Gerölltypen gibt es auch einige Gerölle, die sich durch ihre Merkmale unterscheiden und nur vereinzelt auftreten (Abb. 26). Da ihre Lithologie der des Albsteins entspricht, handelt es sich vermutlich um abgetragene Stücke dieses Bodenhorizonts. Der Fund als Geröll deutet auf einen sehr kurzen Transportweg hin.

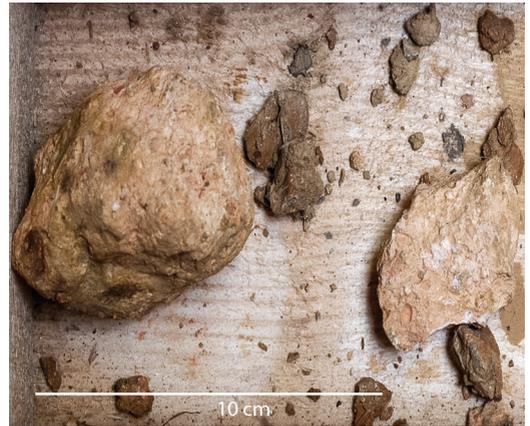


Abbildung 26. Gerölle aus abgetragenem Albstein aus LE 23 (Kernabschnitt 35,53-32,85 m).

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass es sich bei allen Geröllern um Sedimentgesteine aus dem Mesozoikum handelt. Kristallines Grundgebirge wie Granit, Gneis, Vulkanite fehlt völlig. Daher ist anzunehmen, dass das Liefergebiet im Norden und Nordwesten, also in der Schwäbischen Alb zu suchen ist. Eine Anlieferung aus Westen vom Schwarzwald her oder gar aus Süden ist auszuschließen.

## 4 Weitere Untersuchungen

### 4.1 Dünnschliffe

#### 4.1.1 Probe DS 1

Die Probe DS 1 wurde aus der LE 2, einem sandigen Mittelkonglomerat, entnommen. Untersucht werden sollte vor allem die Matrix. Makroskopisch betrachtet ist der Schliff DS 1 hellbraun mit mittelbraunen Verfärbungen und farblosen Körnern. Im Hellfeld ist er hauptsächlich farblos und zeigt hell- bis mittelgraue Körner. Er weist eine schlechte Sortierung auf, wobei die Komponenten der Schluff- bis Kiesfraktion angehören. Eine Regelung der Komponenten ist nicht zu beobachten. Die Probe führt Quarz, Calcit, Tonminerale, Hellglimmer, Plagioklas und Kalifeldspat. Des Weiteren treten kalkige Zementationen sowie organische Reste und Fossilien auf. Bei den Fossilien handelt es sich vermutlich um kleine Gastropoden und Bivalven (Abb. 27).

Der Schluffanteil ist vor allem siliziklastisch. Die Sandfraktion wird hingegen von karbonatischem Material gestellt. Die einzelnen Mineralkörner sind hauptsächlich xenomorph und gut gerundet.

Dies könnte auf lange Transportwege und starke mechanische Beanspruchung zurück zu führen sein. Vereinzelt finden sich Ooide (Abb. 28, 29). Sowohl die Fossilien als auch die Ooide stammen jedoch aus den Jura-Geröllen und liegen hier auf sekundärer Lagerstätte.

#### 4.1.2 Probe DS 2

Die Probe DS 2 wurde aus LE 3 entnommen. Dabei handelt es sich um einen mittelsandigen, grobsandführenden Schluffstein. Makroskopisch ist der Schluff DS 2 hellbraun. Im Hellfeld ist er hauptsächlich farblos mit mittelgrauen Komponenten. Diese sind gut bis schlecht gerundet und liegen in Schluff- bis Mittelsandfraktion vor. Es treten vor allem Quarz (Abb. 30) und Calcit auf, daneben finden sich viele Tonminerale sowie vereinzelt Hellglimmer und Kalifeldspat. Auch kalkige Zementationen sind zu beobachten (Abb. 31, 32). Dunkle Komponenten mit einem mehr oder weniger regelmäßigen netzartigen Muster sind vermutlich organisches Material, möglicherweise Pflanzenreste (Abb. 33).



Abbildung 27. Gastropode? unter dem Mikroskop ohne Analysator in Dünnschliffprobe DS 1 (Kernabschnitt 49,10-49,00 m).

Die mineralogische Zusammensetzung des Schliffes DS 2 entspricht der von DS 1. Auch der Anteil der einzelnen Minerale ist dem von DS 1 sehr ähnlich. Der Hauptunterschied zwischen den Schliffen liegt in der Korngröße, DS 2 ist deutlich feinkörniger. Außerdem zeigt er weniger braune Verfärbungen. Dies lässt möglicherweise darauf schließen, dass weniger organisches Material abgelagert wurde. Das deckt sich mit dem makroskopischen Befund von LE 3, der keine Anzeichen auf Wurzelgänge lieferte. Wie im Schliff DS 1 finden sich ein-

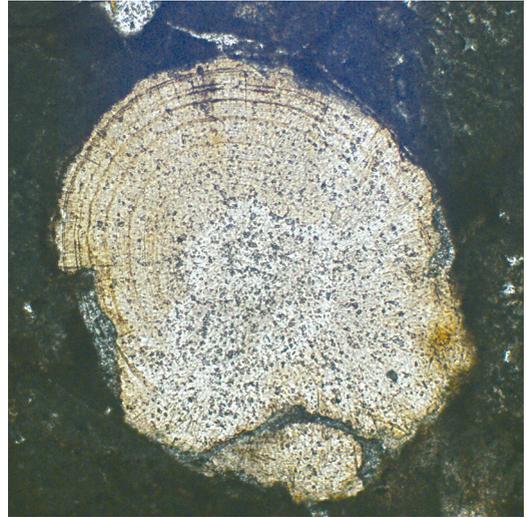


Abbildung 28. Ooid unter dem Mikroskop ohne Analysator in Dünnschliffprobe DS 1 (Kernabschnitt 49,10-49,00 m).

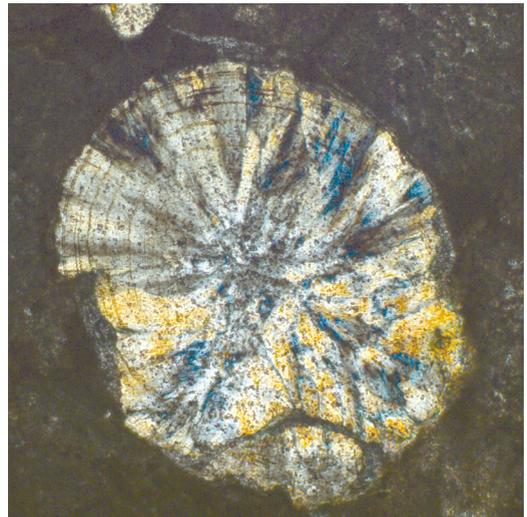


Abbildung 29. Dasselbe Ooid unter gekreuzten Polarisatoren in Dünnschliffprobe DS 1 (Kernabschnitt 49,10-49,00 m).

zelne Schalenbruchstücke, die jedoch ebenfalls allochthon sind.

#### 4.1.3 Probe DS 7

Die Probe DS 7 wurde aus der LE 70 entnommen. Dabei handelt es sich um eine leicht wellige Wechsellagerung im 1- bis 4-mm-Bereich

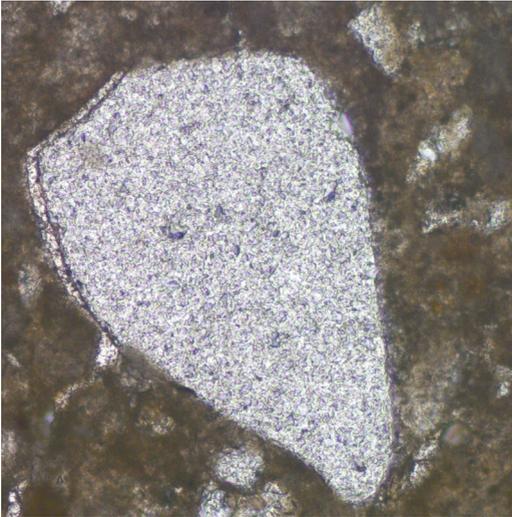


Abbildung 30. Quarzkorn im Durchlicht unter dem Mikroskop ohne Analysator in Dünnschliffprobe DS 2 (Kernabschnitt 48,50-48,43 m).

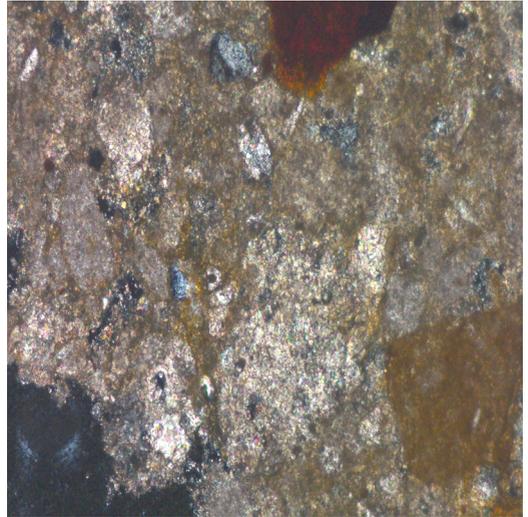


Abbildung 32. Dieselbe kalkige Zementationen unter dem Mikroskop unter gekreuzten Polarisatoren in Dünnschliffprobe DS 2 (Kernabschnitt 48,50-48,43 m).

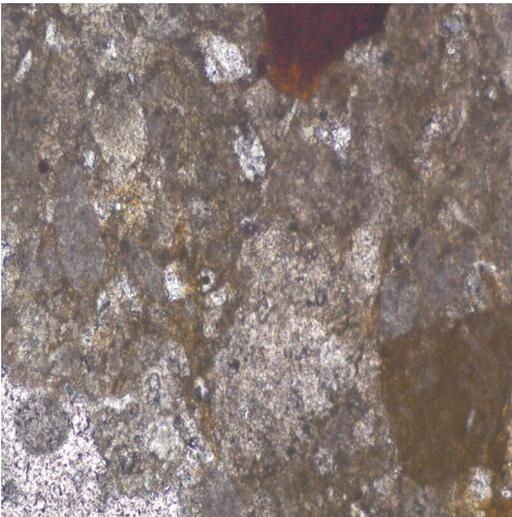


Abbildung 31. Kalkige Zementationen im Durchlicht unter dem Mikroskop ohne Analysator in Dünnschliffprobe DS 2 (Kernabschnitt 48,50-48,43 m).

von feinsandigem Schluffstein und schluffigem Feinsandstein. Ziel der Untersuchung war der Nachweis von möglicherweise tuffitischem Material für eine mögliche Korrelation mit dem Älteren Tuff im Raum Immendingen. Makroskopisch betrachtet ist der Schliff DS 7 farblos bis mittelbraun. Im Hellfeld ist er hauptsächlich farblos und hellgrau mit braunen Verfärbungen.



Abbildung 33. Pflanzenreste? unter dem Mikroskop ohne Analysator in Dünnschliffprobe DS 2 (Kernabschnitt 48,50-48,43 m).

Er zeigt eine gute Sortierung mit Komponenten, die meist einen Durchmesser zwischen 0,05 und 0,1 mm besitzen. Die Körner sind gut gerundet und hauptsächlich xenomorph. Im Wesentlichen besteht der Schliff aus kalkigen Zementationen und Tonmineralen. Daneben treten auch Quarz, Calcit, Hellglimmer, Dunkelglimmer und Kalifeldspat auf. Zudem konnten auch Erze, Gesteinsbruchstücke und Ooide nachgewiesen werden. Letztere legen nahe, dass der Ablagerungsraum karbonatisch geprägt gewesen sein muss, möglicherweise sind sie jedoch auch hier

allochthon aus Jurakalken herausgewittert. Für letzteres spricht, dass ein Großteil der Körner stark alteriert ist. Sie wurden vermutlich mehrfach umgelagert und mechanisch stark beansprucht. Die entsprechende LE zeigt am Kern eine leicht wellige, feinlaminierte Schichtung. Die makroskopisch erkennbare leicht wellige Schichtung zeigt sich auch im Schliff: hier durch die Einregelung der Komponenten in Form feiner, rötlicher und hellgrauer Bänder. In den rötlichen Bereichen ist der Tonanteil höher, und in den hellgrauen Bereichen sind vor allem kalkige Zementationen zu finden. Auch in diesem Schliff tritt organisches Material auf, bei dem es sich vermutlich um pflanzliche Reste handelt. Schalenfragmente oder Ähnliches konnten nicht nachgewiesen werden. Die Vermutung, dass es sich bei diesem Gestein um einen Tuff handelt, konnte nicht bestätigt werden (mdl. Mitt. S. WULF 2016).

#### 4.2 REM-Daten

Zur genaueren Dokumentation der Zusammensetzung wurden insgesamt 16 Spektren der Probe DS 1 (49,10-49,00 m) mit dem EDS-System des REM aufgenommen. Aufgrund der körnigen Oberfläche war eine geminderte Qualität der BSE(backscattered electrons)-Bilder und -Analysen nicht vermeidbar. Abb. 34 zeigt ein BSE-Bild

mit den wichtigsten analysierten Phasen Quarz, Calcit und Hämatit. Wie weitere Messungen zeigten, besteht der Großteil des Schliffes aus den xenomorphen, hellgrauen Bereichen, bei denen es sich ausschließlich um Calciumcarbonat handelt.

Spektrum 3 zeigt ein Eisenoxid, vermutlich einen Hämatit (Abb. 35). Er enthält Titan als isomorphe Beimischung. Aluminium und Silicium sind eventuell noch Reste des Primärminerals, und das Calcium stammt vermutlich von der Matrix. Das Spektrum zeigt auch den  $K\alpha$ - und  $K\beta$ -Peak von Vanadium. Ein geringer Gehalt dieses Elements wird durch die Ergebnisse der quantitativen Analyse bestätigt.

Zudem konnte ein Zirkon nachgewiesen werden. Diese treten in Sedimentgesteinen selten und nur detritisch auf. Eine Verbindung zu einer vulkanischen Aktivität wie dem Hegau-Vulkanismus konnte nicht hergestellt werden. Daher ist der Zirkon vermutlich ein Relikt eines kristallinen Gesteins. Daneben deuten einige Analysen auf Glimmer als Primärminerale hin. Es könnte sich jedoch auch um Tonminerale als Sekundärminerale handeln, die kalkig zementiert sind. Das enthaltene Aluminium könnte durch eine Umwandlung in Aluminiumoxid als Sekundärmineral erklärt werden. Zudem konnte der Natrium-Feldspat Albit und Chlorkohlenwasserstoff im Schliff

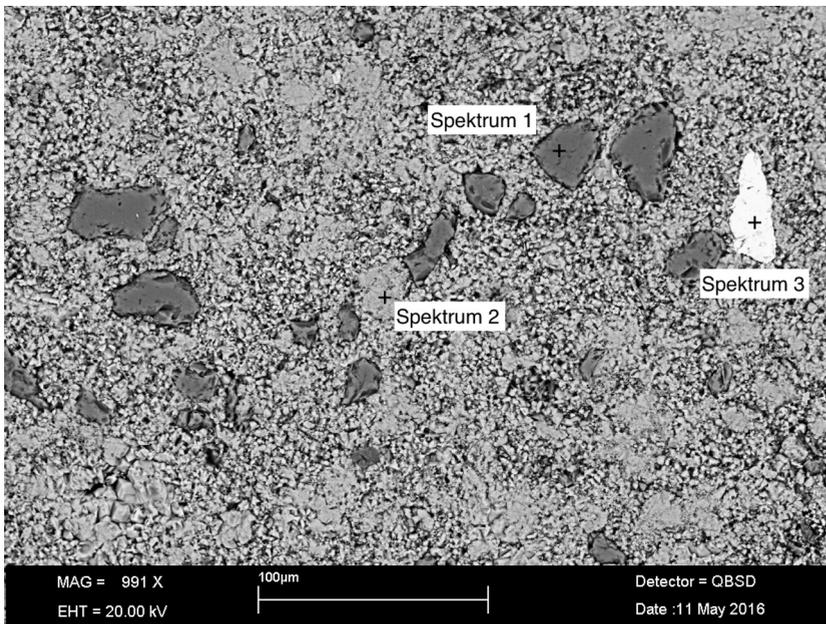


Abbildung 34. BSE-Bild des Rasterelektronenmikroskops der Dünnschliffprobe DS 1 mit den wichtigsten Phasen Quarz, Calcit und Hämatit (Kernabschnitt 49,10-49,00 m).

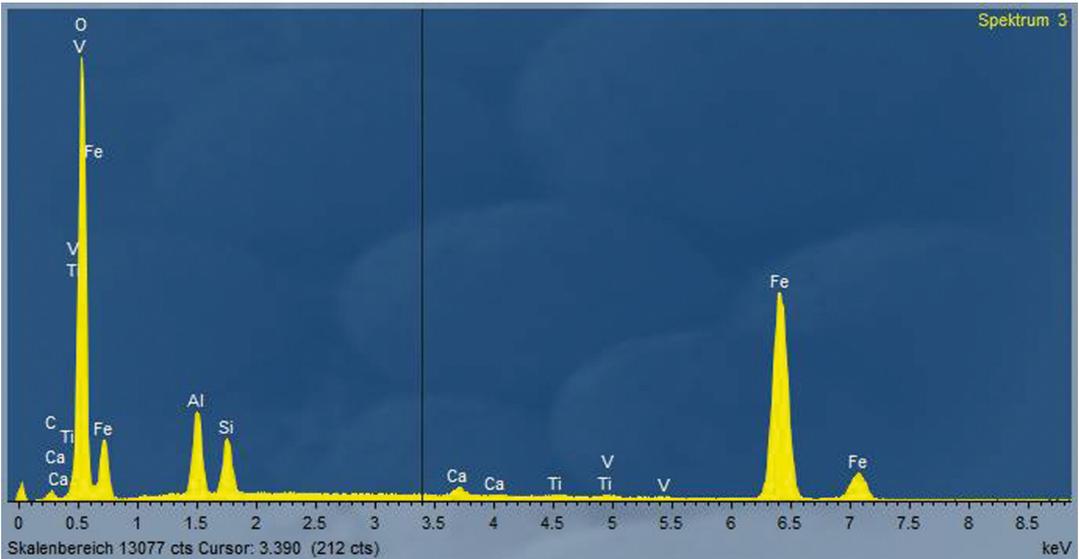


Abbildung 35. Spektrum mit den in Dünnschliffprobe DS 1 enthaltenen Elementen durch Messung mit dem Rasterelektronenmikroskop (Kernabschnitt 49,10-49,00 m).

nachgewiesen werden. Zu den wichtigsten natürlichen Quellen von chlorierten organischen Verbindungen gehört die Produktion durch Bakterien und bestimmte Pilzarten (HORNUNG 2005). Es ist demnach möglich, dass unter den organischen Verbindungen auch Pilzreste zu finden sind. Einige der untersuchten Phasen zeigen kleine Phosphor-Peaks. Phosphor kommt häufig in Böden vor, wo es bei der Zersetzung von organischem Material gebildet wird. Daher könnten die Spuren von Phosphor von den Böden der Überflutungsebene stammen.

**4.3 Tonmineralanalysen**

Zur Bestimmung der Tonminerale wurden insgesamt 9 Proben mithilfe der Röntgendiffraktometrie gemessen (Tab. 2, Abb. 36). Die Peaks bei Werten von  $2\theta = 0-10^\circ$  entstehen durch Messungenauigkeiten. In allen Proben liegt dieselbe Zusammensetzung an Tonmineralen vor. In den Spektren von  $5-22^\circ$  für  $2\theta$  konnten die Minerale Illit, Vermiculit, Kaolinit, Montmorillonit und Chamosit nachgewiesen werden. Mit den Spektren über einen Bereich von  $0-70^\circ$  für  $2\theta$  konnten auch die Minerale Quarz und Calcit in jeder Probe bestimmt werden. Das Auftreten von Calcit zeigt, dass während des Aufbereitungsprozesses nicht alles Calciumcarbonat gelöst werden konnte. Erze und Hydroxide konnten in den Spektren

nicht identifiziert werden. Ein mögliches Signal wurde von dem der Tonminerale überdeckt. Abbildung 36 zeigt ein repräsentatives Spektrum der Probe TMA 9 (Bulkanalyse; Entnahmetiefe 1,42-1,29 m) mit allen Mineralen, die mithilfe der Datenbank ICDD PDF2 1999 bestimmt werden konnten. Aussagefähig sind dabei vor allem die Tonminerale. Kaolinit entsteht in tropisch-feuch-

Tabelle 2. Übersicht über die Proben TMA 1 bis 9 für die Tonmineralanalytik mittels Röntgendiffraktometrie.

Probenbezeichnung	Entnahmetiefe im Kern [m]	LE	lithologische Beschreibung
TMA 1	42,75-42,60	14	Ton, schwach schluffführend
TMA 2	40,52-40,42	16	Ton, schluffführend
TMA 3	37,72-37,66	19	Ton, schluffig
TMA 4	37,32-37,15	21	Ton, schwach schluffführend
TMA 5	22,05-22,00	53	Ton, schluffführend
TMA 6	15,81-15,73	64	Ton, schluffführend
TMA 7	3,94-3,87	90	Ton, schluffig, feinsandführend
TMA 8	3,13-3,08	92	Ton, schluffführend
TMA 9	1,42-1,29	94	Ton, schluffführend

ten Klimaten bei der chemischen Verwitterung von Feldspat. Montmorillonit ist ein quellfähiges Tonmineral, das Wasser in sein Schichtgitter einlagern und auch wieder abgeben kann. Dadurch ist dieses Mineral maßgeblich für die Zerstörung der primären sedimentären Merkmale, wie z.B. der Schichtung, sowie die Entstehung von Slickensides bei der Bodenbildung verantwortlich. Montmorillonit findet sich häufig in tropischen Böden. Illit bildet sich vorwiegend aus Smectit, einem ebenfalls quellfähigen Tonmineral. Vermiculit entsteht bei der Verwitterung von Glimmern und Pyroxen und findet sich ebenfalls vor allem in Böden. Eine Aussage darüber, aus welchen Primärmineralen und durch welche Prozesse sich die hier nachgewiesenen Tonminerale tatsächlich gebildet haben, ist nicht möglich. Theoretisch kann sich jedes Tonmineral unter bestimmten Umständen in ein beliebiges anderes umwandeln (MOORE & REYNOLDS 1997). Für eine chemische Verwitterung sind warme Temperaturen und Feuchtigkeit erforderlich. Ausgehend von der Zusammensetzung der Proben ist es deshalb wahrscheinlich, dass im Zeitraum ihrer Ablagerung konstant warme Bedingungen herrschten. Zudem kann von einem mindestens semiariden, wahrscheinlich aber eher humiden Klima ausgegangen werden.

### Illit-Kristallinität

An allen Tonmineralanalyse-Proben (Tab. 2) wurde auch die Illit-Kristallinität („Halbwertsbreite Illit“) bestimmt, die ein Maß für Druck- und Temperaturbedingungen ist, denen Gesteine ausgesetzt waren. Abbildung 37 zeigt die Verteilung der Messergebnisse in einem Diagramm Tiefe gegen Halbwertsbreite Illit. Dabei erstreckt sich der Bereich, in dem die Messpunkte liegen, von der flachen Diagenesezone in oberflächennahen Proben (Proben TMA 7 und 8) bis hin zur niedrigen Anchizone (schwächster Metamorphosegrad) der Proben TMA 1, 3 und 4. Ein Minimum innerhalb der Anchizone ist jedoch auszuschließen, da der Kern insgesamt nur eine schwache Diagenese aufweist und ganz sicher keine Anchimetamorphose erreicht hat. Daher sind die niedrigen Werte für  $^{\circ} 2\theta$  vermutlich auf Messungenauigkeiten zurückzuführen. Die Proben TMA 2, 5, 6 und 9 zeigen relativ hohe Werte für die Halbwertsbreite von Illit mit  $^{\circ} 2\theta$  zwischen 0,6 und 0,9. Dies entspricht der tiefen Diagenesezone und ist für die untersuchten Proben aus einer Tiefe von weniger als 50 Meter realistisch. Die Ausgleichsgerade zeigt den angenäherten Verlauf des Diagenesegrades durch die flache und tiefe Diagenesezone.

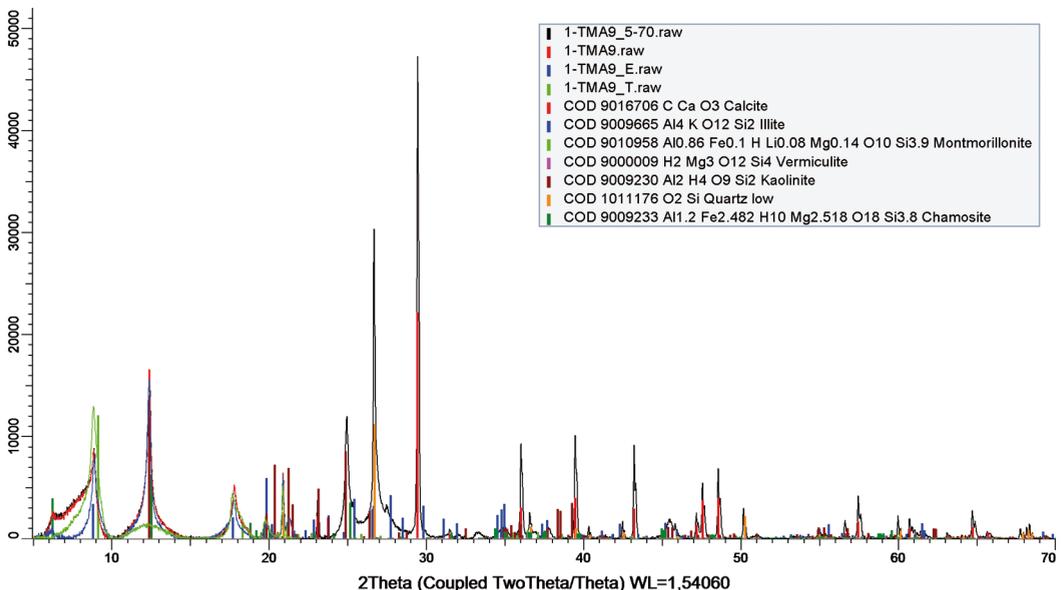


Abbildung 36. Spektrum mit den in Probe TMA 9 enthaltenen Mineralphasen durch Messung mit dem Röntgendiffraktometer (Kernabschnitt 1,42-1,29 m).

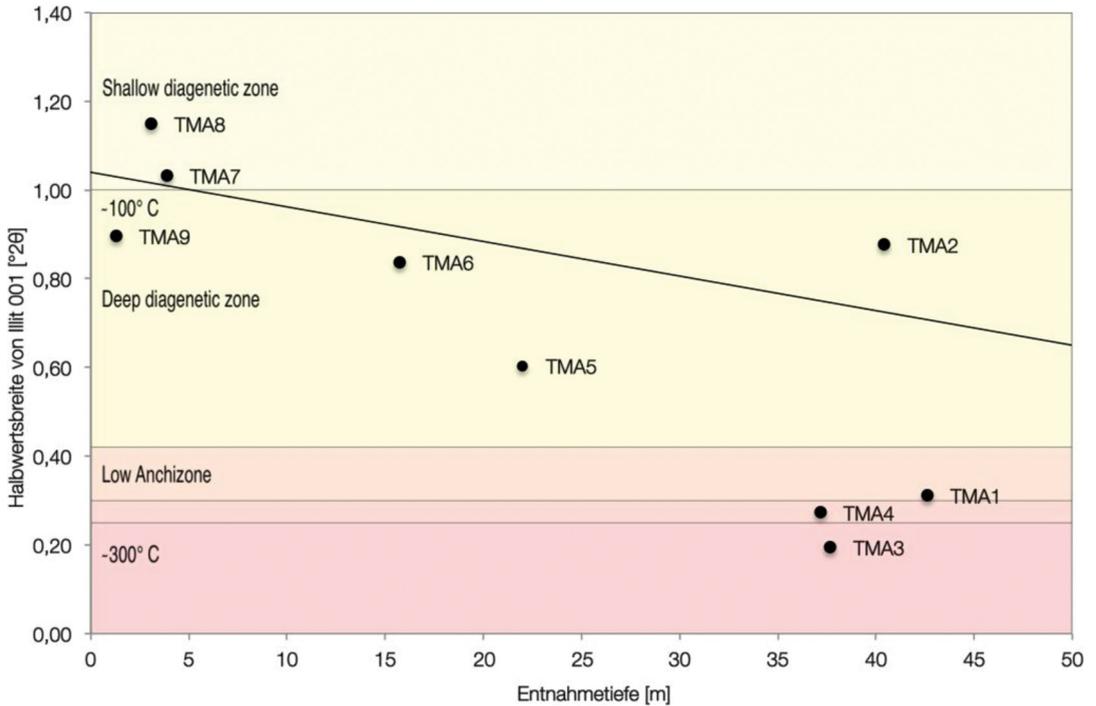


Abbildung 37. Halbwertsbreite des Illit-Peaks aufgetragen gegen die Tiefe zur Abschätzung des Diagenesegrades für die ausgewerteten Proben basierend auf der Röntgendiffraktometrie.

**5 Faziesinterpretation**

Sedimentgesteine werden auf Basis ihrer primären Eigenschaften beschrieben und interpretiert. Im Falle fluviatiler Ablagerungen spielen besonders Merkmale wie Schichtung, Korngröße, Sortierung sowie sekundäre Veränderungen wie z.B. pedogene Überprägungen eine Rolle. Biologische Strukturen und Fossilien sind als zusätzliche Indizien von Bedeutung (M<sub>IALL</sub> 1996).

**5.1 Faziescodes und Architekturelemente nach M<sub>IALL</sub>**

Die Faziesinterpretation des Bohrprofils wurde nach der Methode von M<sub>IALL</sub> (1996) durchgeführt. Bei dieser Methode werden auf der Basis von standardisierten Lithotypen (Faziescodes) fluviatile Architekturelemente (z.B. Fließrinne, Überflutungsebene, Gleithang, Sand- oder Kiesbank usw.) definiert. Aus der räumlich-zeitlichen Abfolge dieser Architekturelemente lassen sich dann der Flusstyp (im Vergleich mit den Ablagerungen rezenter Flüsse) und damit die Ablagerungsbedingungen (Klima, Morphologie usw.) ableiten. Ursprünglich wird für die Anwendung dieser Me-

thode jedoch vorausgesetzt, dass großflächige, dreidimensionale Aufschlüsse zur Untersuchung zur Verfügung stehen. Da für diese Arbeit ein Bohrkern verwendet wurde, ist zwar die Zuordnung der Faziescodes möglich, die Interpretation der Architekturelemente jedoch schwierig und oft mehrdeutig und deshalb mit entsprechenden Unsicherheiten verbunden.

Ausgehend von dem in der hier zugrunde liegenden Bachelor-Arbeit (BRAUN 2016) erstellten ausführlichen Schichtenverzeichnis wurden die in Tabelle 3 aufgeführten Faziescodes nach M<sub>IALL</sub> (1996) den einzelnen LE zugeordnet (vgl. Kap. 3 und Abb. 3).

Die aus diesen Faziescodes abgeleiteten Architekturelemente sind in Tabelle 4 mit ihrer Interpretation aufgeführt.

Die meisten grobkörnigen Sedimente in Flusssystemen werden in Fließrinnen („Channels“ CH) abgelagert. Innerhalb eines solchen Systems gibt es eine Hierarchie von kleinen Fließrinnen hin zu großen Hauptfließrinnen. Zu den kleineren gehören unter anderem inaktive Fließrinnen, kleinere Gerinne („Chute channels“), die sich in Sandbän-

Tabelle 3. Faziesklassifikation (verändert nach MIALL 1996).

Faziescode	Fazies	Sedimentäre Strukturen	Interpretation
Gmm	matrixgestützte, massig ungeschichtete Kiese	schwach gradiert	gravitative Massenströme, plastische Schuttströme (viskos)
Gcm	klastengestützte, massig ungeschichtete Kiese	-	pseudoplastischer Schuttstrom bis Schlammstrom (träge Bodenfracht, turbulente Strömung)
Gh	klastengestützte, grob geschichtete Kiese	horizontale Lagerung, Dachziegellagerung (Imbrikationen)	longitudinale Ablagerungen, Kiespflaster, Kieswälle
G?	nicht bestimmbar	nicht bestimmbar	nicht bestimmbar
Sp	Sand, fein bis sehr grob, teils kiesig	einzelnen oder gruppiert, ebene Kreuzschichtung	laterale oder longitudinale Sedimentkörper, z.B. Sandbänke, Gleithang usw. (2-D-Dünen)
Sr	Sand, sehr fein bis grob	Rippeln, Kreuzlamination	Wellenrippeln (unteres Strömungsregime)
Sh	Sand, sehr fein bis grob, teils kiesig	horizontale Lamination Trennflächen oder Strömungsschichtung	ebene Lagerung (kritische Strömung)
Sl	Sand, sehr fein bis grob, teils kiesig	flache Schrägschichtung, geringer Winkel ( $< 15^\circ$ ), Kreuzschichtung	Kolkfüllungen, Antidünen
Sm	Sand, fein bis grob	ungeschichtet oder undeutliche Lamination	gravitative Massenströme
Fl	Sand, Schluff, Ton	feine Lamination, sehr kleine Rippeln	Ablagerungen der Überschwemmungsebene, Ablagerungen in Totarmen oder von abfließendem Hochwasser
Fsm	Schluff, Ton	massiv ungeschichtet	Ablagerungen der Überschwemmungsebene oder Ablagerungen in Totarmen
Fm	Ton, Schluff	massiv ungeschichtet, Trockenrisse	Ablagerungen der Überschwemmungsebene, Totarme oder Schichtflutablagerungen
Fr	Ton, Schluff	massiv ungeschichtet (z.T. sekundär entschichtet), Wurzeln, Bioturbation	Wurzelhorizont, beginnende Bodenbildung, pedogene Überprägung
P	Paläoböden-Karbonate (Calcit, Siderit)	pedogene Merkmale: Konkretionen, Filamente	Boden mit chemischen Ausfällungen

ke einschneiden und „Crevasse channels“, die sich bei Dambrüchen über die Überflutungsebene ergießen (MIALL 1996). Fließrinnen haben eine konvex gewölbte, erosive Basis. Aufgrund des geringen Kerndurchmessers ist es jedoch in der Regel nicht möglich, eine solche Basis zweifelsfrei zu beobachten. Möglicherweise befindet sich eine solche Schichtgrenze an der Basis der LE 29. Auch die dem Faziescode G? zugeordneten Konglomerate wurden in einer Fließrinne abgelagert. Vermutlich waren diese ursprünglich klastengestützt. In Konglomeraten, die in aktiven

Fließrinnen abgelagert werden, berühren sich die einzelnen Klasten, während sich das feine Material nach und nach in den Zwischenräumen ansammelt. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, dass ursprünglich ein matrixgestütztes Konglomerat abgelagert wurde, bei dem die Matrix durch fließendes Wasser ausgespült wurde. Oft entstehen in aktiven Fließrinnen sandige Ablagerungskörper in unterschiedlicher Ausdehnung. Diese sandigen Sedimentkörper („Sandy bedforms“ SB) sind vor allem durch die Lithofaziescodes Sp, Sh, Sr und Sl charak-

Tabelle 4. Architekturelemente in fluvialen Ablagerungen (verändert nach MIALL 1996).

Element	Symbol	auftretende Faziescodes	Geometrie und Lagerung
Kanäle	CH	jede Kombination	Finger, Linsen oder Lagen
sandige Ablagerungen	SB	St, Sp, Sh, Sl, Sr, Se, Ss	Linsen, Lagen, Decken, Keile, treten als Kanalfüllung auf, Schwemmfächer, kleine Barren
Auskolkungsrippen	HO	Gh, Gt, St, Sl	löffelförmige Rinnen mit asymmetrischer Füllung
sandige gravitative Massenströme	SG	Gmm, Gmg, Gci, Gcm	Loben, Lagen, typischerweise GB zwischengelagert
laminierte Sandlagen	LS	Sh, Sl, kleine Sp, Sr	Lagen, Decken
feine Ablagerungen der Überflutungsebene	FF	Fm, Fl, Fsm	dünne bis mächtige Decken, gewöhnlich SB zwischengelagert, kann inaktive Kanäle füllen
Wechselagerungen von Schichten verschiedener Korngröße	FFP	Sr, Fl, P	lagig, < 15 m mächtig, proximale Ablagerungen der Überflutungsebene
Schluffstein-Tonstein-Wechselagerungen	FFD	Fl, Fr, P	lagig, < 5 m mächtig

terisiert. Im Kernprofil treten jedoch vor allem die Faziescodes Sm, Sr und Sh auf (siehe z.B. LE 30 bis 39), die nicht eindeutig diagnostisch für das Architekturelement SB sind. Es könnte sich daher ebenso um die Architekturelemente LS („Laminated sand sheet“) oder DA („Downstream-accretion macroform“) handeln.

Das Profil zeigt eine geringmächtige Abfolge, die mit ihren Eigenschaften den Ablagerungen von gravitativen Massenströmen (Sediment-Gravity-Flow SG) entspricht (LE 96). Dieses Architekturelement tritt als schmale, langgestreckte Loben oder in gestapelten Schichten auf. Es wird von den Lithofazies Gmm, Gmg, Gci und Gcm dominiert und durch Schuttströme (Debris flows) gebildet (MIALL 1996). Schuttstrom-Ablagerungen sind schlecht sortiert und haben ein matrixgestütztes Gefüge. Sie zeigen eine unregelmäßige Orientierung der Klasten, aber keine weiteren sedimentären Strukturen (NICHOLS 2009). Das Architekturelement SG spricht daher nicht für eine fluviale Ablagerung, sondern eher für laterale gravitative in das Flussbett gelangte Sedimente. Allerdings war der topographische Gradient im Bereich der Bohrkernlokalität vermutlich zu gering, um einen Debris flow gravitativ auslösen zu können (mdl. Mitt. O. FRIEDRICH). Es ist daher wahrscheinlicher, dass das matrixgestützte Mittelkonglomerat der LE 2 als Schlammflutsediment bei einem Hochwasserereignis abgelagert wurde. Die Annahme wird dadurch bestätigt, dass zum Teil ein klastengestütztes Gefüge vorliegt.

Im Bereich zwischen 32,85 m und 31,96 m (LE 24 und 25) zeigt das Profil eine Einschaltung von laminierten Sanden („Laminated sand sheets“). Solche laminierten Sandlagen werden als Ergebnis von flutartigen Überschwemmungen mit sandigem Material interpretiert. Sie bilden sich im oberen Fließ-Regime als ebene, flache Ablagerungen (MIALL 1996).

Die zwischen den LE 6 und 7 interpretierten Auskolkungen („Scour hollows“ HO) entstehen im Bereich des Zusammenflusses von Fließrinnen bei hohen Transportenergien und flacher Morphologie. Die typische Füllung besteht aus den Lithofazies Sh und Sl. Ein Interpretationsansatz ist, dass es sich bei derartigen Auskolkungen um große Unterspülungsstrukturen handelt, die sich an der Basis von Fließrinnen gebildet haben (MIALL 1996). Die Interpretation solcher Strukturen im Bohrkern ist jedoch sehr unsicher.

Ein Großteil des Bohrprofils kann den Architekturelementen der Überflutungsebene („Overbank fines“ FF) zugeordnet werden. Dabei handelt es sich um feinklastische Sedimente, die auf der Überflutungsebene bei Hochwasser abgelagert werden. Das Sediment wird als Suspensionsfracht transportiert. Es ist wesentlich feinkörniger als die Sedimente in den aktiven Fließrinnen, da auf der Überflutungsebene geringere Strömungsgeschwindigkeiten herrschen und damit deutlich geringere Transportkräfte wirken. Die Sedimente der Überflutungsebenen bestehen in der Regel aus Feinsand, Schluff und Ton. Der häufig vertretene Faziescode Fl umfasst Schluff-Horizonte

und Sande mit ebener Lamination oder Rippelschichtung, die zum Teil durch Bioturbation und Wurzelgänge wieder zerstört werden. Die Sedimente können sich während eines einzelnen Überflutungsereignisses oder bei kontinuierlicher Abscheidung von feinkörnigem Material aus der Suspension bilden (MIALL 1996).

In den meisten Fällen konnte im Profil eine Unterscheidung zwischen proximal und distal abgelagerten Sedimenten der Überflutungsebene getroffen werden. Distale Ablagerungen sind in der Regel sehr feinkörnig und zeigen im Profil Anzeichen für eine pedogene Überprägung. Dies setzt voraus, dass diese Bereiche nur kurzzeitig mit Wasser bedeckt waren. Proximale Ablagerungen liegen näher an den aktiven Fließrinnen, werden öfter überflutet und deshalb häufiger und mit größerem Material bedeckt. Diese Vorgänge stören die Bildung von Böden.

## 5.2 Fazit

Fasst man die zuvor genannten Merkmale zusammen, ergibt sich mit hoher Wahrscheinlichkeit ein verflochtenes Flusssystem (braided river) als Ablagerungsraum. Braided Rivers sind dynamische Systeme mit geringer Sinuosität (MIALL 1996, SCHÄFER 2005).

Sie entstehen bei etwas steilerem Gefälle der alluvialen Ebene und breiten sich als flächiges Fließrinnennetz in der gesamten Talebene aus, wobei eine stark schwankende Wasserführung ebenso charakteristisch ist wie die ständige Verlagerung der aktiven Fließrinnen. Verflochtene Flusssysteme führen in den aktiven Rinnen vorwiegend Kiese und Gerölle als Bodenfracht mit (SCHÄFER 2005). Die im Kern auftretenden Konglomerate wurden demnach wahrscheinlich bei starker Wasserführung in Rinnen abgelagert. Wegen der vielfach starken Wasserführung in verflochtenen Flusssystemen (SCHÄFER 2005) treten im Bereich des ehemaligen Stromstrichs oft erosive Basen mit Kolklöchern auf (MIALL 1996, SCHÄFER 2005). Dies würde das Auftreten des Architekturelements HO (Auskolkungen, „Scour hollows“) erklären, das vor allem durch ein plötzliches Überangebot an Wasser entsteht. Die Flussebene eines solchen Systems ist jedoch nur bei Hochwasser vollständig mit Wasser bedeckt. Im Normalfall befinden sich zwischen den aktiven Rinnen Strominseln, die häufig trocken liegen.

Ebenso wie die Verlagerung der aktiven Fließrinnen ist auch die ständige Verlagerung dieser Strominseln („Downstream accretion macroform“

DA) ein Charakteristikum. An deren Leeseite werden Sedimente mit planarer Schrägschichtung mit steilem Winkel abgelagert. Auf den Strominseln bildet sich häufig eine Hochenergie-Parallelschichtung aus, selten treten auch Rippeln auf (MIALL 1996, SCHÄFER 2005). Die LE 24 bis 25 wurden dem Architekturelement „Laminated sand sheet“ (SL) zugeordnet. Die hier auftretende Parallelschichtung könnte sich möglicherweise im oberen Strömungsregime als eine solche Hochenergie-Parallelschichtung gebildet haben.

Die unterschiedlich starken Strömungsgeschwindigkeiten, die sich aus den Befunden im Kern ableiten lassen, entstehen bei zeitweilig erhöhtem Wasserangebot. Dieses periodisch verschiedene Wasserangebot spricht für ein Wechselklima zur Zeit der Sedimentation.

Die mittel- bis feinkörnige Sandfraktion wird als Suspensionsfracht mitgeführt und lagert sich als sandige Sedimentkörper ab. Diesen könnten die LE 29 bis 40 zugeordnet werden. Allerdings gestattet die auftretende Kombination an Faziescodes keine eindeutige Zuordnung zum Architekturelement SB. Nach MIALL (1996) könnte es sich auch um kleine Crevasse channels handeln. Sandige Sedimentkörper treten in verflochtenen Flusssystemen in Abhängigkeit von der Strömungsgeschwindigkeit in Form von Groß- oder Kleinrippeln auf (SCHÄFER 2005). Eine Rippelschichtung kann im Kern vermutet, jedoch nicht eindeutig identifiziert werden (z.B. LE 71). Die Suspensionsfracht eines verflochtenen Flusses spielt nur auf den stabilisierten Strominseln oder außerhalb der aktiven Fließrinnen eine Rolle. Die feinsten Korngrößenfraktionen werden als Schwebfracht hauptsächlich außerhalb der Rinnen abgelagert (BRIDGE 2003, SCHÄFER 2005). Da der Großteil des Kerns feinklastisch ist, dürften sich diese Profilabschnitte in diesem Ablagerungsraum gebildet haben. Der schnelle Wechsel von Channel-Ablagerungen zu feinkörnigen Sedimenten kann auf die sich rasch verlagernden Rinnen und deren wechselnde Aktivität zurückgeführt werden. Ein Beispiel dafür sind die LE 80 bis 86. Durch lange Verhandlungsphasen stand genügend Zeit zur Verfügung, um mächtige Bodenhorizonte zu bilden.

Es sei an dieser Stelle erneut darauf hingewiesen, dass die fehlerfreie Anwendung der Methode nach MIALL (1996) große dreidimensionale Aufschlüsse voraussetzt. Diese erste Interpretation eines Bohrkerns muss durch die Bearbeitung weiterer Bohrprofile und ein sich daraus

ergebendes dreidimensionales Bild verifiziert werden. Vorerst ergibt sich mit aller Vorsicht eine Interpretation des Ablagerungsraumes als verflochtenes Flusssystem mit Überschwemmungsebenen unter den Bedingungen eines feuchtwarmen Wechselklimas.

#### Dank

Wir danken der Daimler AG für die großzügige Bereitstellung des Bohrkerns 104 für die wissenschaftliche Bearbeitung sowie der Deutschen Bundeswehr, Standort Immendingen, für die hervorragende Kooperation. Herrn Dr. GREGOR AUSTERMANN, danken wir für Hilfe bei der Tonmineralanalytik. Zudem möchten wir uns bei Frau Dr. STORM, Herrn Dr. MEYER, Herrn Dr. VARYCHEV, Frau GLASS, Herrn FILLAUER (alle Universität Heidelberg) sowie Herrn D. SCHREIBER (SMNK) für vielfältige Unterstützung und Ratschläge bedanken. Ganz besonderer Dank gebührt Prof. Dr. O. FRIEDRICH, Universität Heidelberg, für die wissenschaftliche Betreuung des Projektes und konstruktive Diskussionen.

#### Literatur

- ALONSO-ZARZA, A. M. & TANNER, L. H (eds, 2010): Carbonates in continental settings: Facies, environments, and processes. – *Developments in sedimentology* **61**: 378 S.; Elsevier.
- ALONZO-ZARZA, A. M. & WRIGHT, V. P. (2010): Calcretes. – In: ALONZO-ZARZA, A. M. & TANNER, L. H (eds, 2010): Carbonates in continental settings: Facies, environments, and processes. – *Developments in sedimentology* **61**: 225-268; Elsevier.
- BECHLY, G., BERNOR, R. L., BÖTTCHER, R., FEJFAR, O., FREY, E., GIERSCH, S., HAAS, R., HEIZMANN, E. P. J., KOVAR-EDER, J., MITTMANN, H.-W., MUNK, W., NELSON, S., RASSER, M. W., SLAMKOVA, M., WAHNERT, V., ZIEGLER, R., ZIEMS, A. (2005): Multidisciplinary palaeontological research at the Late Miocene (MN9) Locality of Höwenegg (Baden-Württemberg). – *Berichte des Instituts für Erdwissenschaften, Karl-Franzens-Universität Graz*, **10**: 5-6.
- BRAUN, V. (2006): Lithologische Bearbeitung des Bohrkerns BK 104 (Immendingen, Miozän) mit besonderer Berücksichtigung von Dünnschliffen und Tonmineralogie. – Bachelor-Arbeit, Geologisches Institut der Universität Heidelberg.
- BRIDGE, J. S. (2003): Rivers and floodplains: Forms, Processes, and Sedimentary Record. – 504 S.; Wiley-Blackwell.
- ESTEBAN, M. & KLAPPA, C. F. (1983): Subaerial exposure. – In: SCHOLLE, P. A., BEBOUT, D. G. & MOORE, C. H. (eds.): Carbonate depositional environments. – *AAPG Memoir* **33**: S. 1-96.
- GEYER, O. F. & GWINNER, M. P. (1991): Geologie von Baden-Württemberg. – 4. Aufl., 482 S.; E. Schweizerbart.
- GEYER, M., NITSCH, E. & SIMON, T. (2011): Geologie von Baden-Württemberg. – 5. Aufl., 627 S.; E. Schweizerbart.
- GOUDIE, A. S. (1983): Calcrete. – In: GOUDIE, A. S. & PYE, K. (eds.): *Chemical Sediments and Geomorphology*. – S. 93-131; London
- HORNUNG, A. (2005): Halogenasen aus Actinomyceten: Funktionelle und phylogenetische Studien. – Dissertation Universität Freiburg, 145 S.
- JÖRG, E., REST, H. & TOBIEN, H. (1955): Die Ausgrabungen der Jahre 1950-1954 an der jungtertiären Fossilfundstelle Höwenegg/Hegau. – *Beiträge zur naturkundlichen Forschung Südwestdeutschlands* **14**: 13; Karlsruhe
- MIALL, A. D. (1996): The Geology of Fluvial Deposits – Sedimentary Facies, Basin Analysis, and Petroleum Geology. – 1. Aufl., 582 S.; Springer-Verlag.
- MOORE, D. M. & REYNOLDS, R. C. Jr. (1997): X-Ray Diffraction and the Identification and Analysis of Clay Minerals. – 2. Aufl., 378 S.; Oxford University Press.
- MUNK, W., BERNOR, R. L., HEIZMANN, E. P. J. & MITTMANN, H.-W. (2007): Excavations at the Late Miocene MN9 (10.3 Ma) Locality of Höwenegg (Hegau), Southwest-Germany, 2004-2006. – *Carolinea* **65**: 5-13; Karlsruhe
- National Committee on Soil and Terrain (2009): Australian Soil and Land Survey Field Handbook. – 3. Aufl., 264 S.; CSIRO Publishing.
- NICHOLS, G. (2009): Sedimentology and stratigraphy. – 2. Aufl., 419 S.; Wiley-Blackwell.
- RESTALLACK, G. J. (2001): Soils of the past. – 2. Aufl., 404 S.; Blackwell Science Ltd.
- SCHÄFER, A. (2005): Klastische Sedimente. – 1. Aufl., 414 S.; Spektrum Akademischer Verlag.
- SCHORN, S. et al. (2016a): Calcret. online unter: <https://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/Calcret?lang=de&language=german>. Stand 21.05.2016
- SCHORN, S. et al. (2016b): Dendriten. online unter: <https://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/Dendriten?lang=de&language=german>. Stand 11.05.2016
- TOBIEN, H. (1986): Die jungtertiäre Fossilgrabungsstätte Höwenegg im Hegau (Südwestdeutschland). Ein Statusbericht. – *Carolinea* **44**: 9-34; Karlsruhe.
- TOBIEN, H. & JÖRG, E. (1959): Die Ausgrabungen der jungtertiären Fossilfundstätte Höwenegg (Hegau) 1955-1959. – *Beiträge zur naturkundlichen Forschung Südwestdeutschlands* **18**: 175-191; Karlsruhe
- UCHMAN, A., PIKA-BIOLZI, M. & HOCHULI, P. A. (2004): Oligocene trace fossils from temporary fluvial plain ponds: An example from the Freshwater Molasse of Switzerland. – *Eclogae Geologicae Helvetiae* **97**: 133-148.



# Zur Verbreitung und Ökologie benthischer Rotalgen in Baden-Württemberg – eine Bestandsaufnahme

WOLFGANG SCHÜTZ

## Kurzfassung

Zweck dieser Untersuchung ist es, den bisher äußerst dürftigen Kenntnisstand über Vorkommen, Verbreitung und Häufigkeit der benthischen Rotalgen in Baden-Württemberg zusammenzufassen und durch eigene Untersuchungen zu ergänzen, um damit letztlich die Grundlage für eine regionale Gefährdungsanalyse zu schaffen. Hierzu wurden die einschlägige Literatur und die Algenherbarien der Naturkundemuseen Karlsruhe und Stuttgart ausgewertet und seit 2010 durch eigene Aufsammlungen, sowie durch die für die Wasser-rahmenrichtlinie (WRRL) erhobenen Daten zum Phytobenthos in Fließgewässern ergänzt. Berücksichtigt werden die Gattungen *Audouinella*, *Balbiania*, *Bangia*, *Batrachospermum*, *Lemanea*, *Paralemanea* und *Thorea* sowie die *Chantransia*-Entwicklungsstadien. Alle drei für Baden-Württemberg nachgewiesenen *Audouinella*-Arten und die *Chantransia*-Stadien sind weit verbreitet und gebietsweise sogar häufig. Für *Batrachospermum* werden in der Literatur für Baden-Württemberg neun Arten genannt, nach 2010 wurden bisher fünf Arten sicher nachgewiesen. Aktuell ist die Verbreitung von drei seltenen Arten (*B. turfosum*, *B. helminthosum*, *B. confusum*) weitgehend auf den Schwarzwald beschränkt, während *B. anatinum* und *B. gelatinosum* auch in anderen Landesteilen verbreitet sind. Als verschollen ist *B. atrum* einzustufen, während die Existenz der historisch jeweils nur einmal genannten Arten *B. arcuatum* und *B. vogesiacum*, sowie des nur einmal gefundenen *B. boryanum* bisher nicht gesichert ist. Mit bisher über 90 Nachweisen ist *Batrachospermum gelatinosum* die bei weitem häufigste Art, gefolgt von *B. anatinum* mit 34 Nachweisen. Bisher nicht bekannt für Baden-Württemberg war die 2014 im südlichen Schwarzwald entdeckte, epiphytisch auf *Batrachospermum*-Arten lebende *Balbiania investiens*. Zu den landesweit häufigsten Aufwuchsalgen unserer Fließgewässer gehört dagegen die krustenförmige Thalli bildende *Hildenbrandia rivularis*, die in niederen bis mittleren Höhenlagen vorkommt. Ein markantes Verbreitungsbild, das sich fast ausschließlich auf den Rhein einschließlich seiner Aue und den mittleren und unteren Neckar beschränkt, zeigt die fädige Rotalge *Bangia atropurpurea*. Die borstenförmige *Lemanea fluviatilis* besiedelt nur die silikatischen Bergbäche des Odenwaldes und der mittleren und höheren Schwarzwald-Lagen, während die morphologisch ähnliche *Paralemanea catenata* überwiegend auf die Mittel- und Unterläufe der aus dem Schwarzwald

kommenden größeren Flüsse beschränkt ist. Die eutrophierungstolerante *Thorea hispida* gilt als Besiedler großer Flüsse der Niederungen. Sie wurde bisher nur selten gefunden und ist in Baden-Württemberg fast nur für den Rhein und den unteren Neckar belegt. Bis heute können nur wenige kleine Gebiete in Baden-Württemberg hinsichtlich der benthischen Rotalgen als gut untersucht gelten. Viele Verbreitungskarten spiegeln in erster Linie den Aktionsradius der wenigen Algologen und nicht die wahre Verbreitung eines Taxons wider. Einen guten Überblick über die Verbreitung häufiger Taxa (*Chantransia*-Stadien, *Audouinella* spp., *Hildenbrandia rivularis*) liefert das seit 2010 für das Phytobenthos der Fließgewässer durchgeführte WRRL-Monitoring-Programm. Die Untersuchungen berücksichtigen v.a. Fließgewässer und Quellen, über die Verbreitung von benthischen Rotalgen in stehenden Gewässern ist bis heute fast nichts bekannt.

## Abstract

The aim of this study is to summarize the so far extremely poor information on the occurrence, distribution and frequency of the benthic red algae in Baden-Württemberg and to supplement it with own investigations in order to create a foundation for a regional endangerment analysis. Therefore, the relevant literature and the algae herbaria of the Natural History Museums in Karlsruhe and Stuttgart were evaluated and complemented by own field investigations carried out since 2010. In addition, the phytobenthos data collected in the context of the WFD in running waters were utilized. The genera *Audouinella*, *Batrachospermum*, *Balbiania*, *Bangia*, *Lemanea*, *Paralemanea* and *Thorea*, as well as the *Chantransia* stages were considered. All three *Audouinella* species occurring in Baden-Württemberg and the *Chantransia* stages are widespread and even common in some areas. For *Batrachospermum*, nine species are mentioned in the literature for Baden-Württemberg of which five species have been found since 2010. The distribution of three rare species (*B. turfosum*, *B. helminthosum*, *B. confusum*) is currently restricted to the Black Forest, whereas *B. anatinum* and *B. gelatinosum* are also found in other parts of the county. *B. atrum* has to be classified as missing, while the existence of the species *B. arcuatum* and *B. vogesiacum*, which have historically only been mentioned once, as well as *B. boryanum*, presently only found once, has not been secured yet. With so far 90 records, *Batrachospermum gelatinosum* is by far the most common species, fol-

lowed by *B. anatinum* with 34 records. *Balbiania investiens* was previously unknown from Baden-Württemberg and discovered in the southern Black Forest in 2014. In contrast, the crustal thalli-forming *Hildenbrandia rivularis*, normally found at low to medium altitudes, is one of the most abundant algae of our running waters. The filamentous red algae *Bangia atropurpurea* shows a distinctive distribution pattern and is limited, almost exclusively, to the Rhine including its floodplain and the middle and lower Neckar. The bristle-shaped *Lemanea fluviatilis* exclusively inhabits the siliceous mountain streams of the Odenwald and the middle and higher elevations of the Black Forest, whilst the morphologically similar *Paralemanea catenata* is predominantly limited to the middle and lower reaches of the larger rivers flowing down from the Black Forest. The eutrophication-tolerant *Thorea hispida* is considered a species of large lowland rivers. In Baden-Württemberg, it is rare and almost exclusively restricted to the Rhine and the lower Neckar. To date, only a limited number of small areas in Baden-Württemberg can be considered as well-studied in regard to the benthic red algae. Many distribution maps primarily reflect the action radius of the few algologists and not the true taxa distribution. A good overview of the distribution of frequent taxa (*Chantransia* stages, *Audouinella* spp., *Hildenbrandia rivularis*) has been provided by the WFD-monitoring program carried out for phytobenthos in running waters since 2010. The former as well as the present investigations consider especially springs and rivers, while the distribution of benthic red algae in stagnant waters is almost unknown.

#### Autor

Dr. WOLFGANG SCHÜTZ, Im Jägeracker 28, D-79312 Emmendingen, Tel.: +49 7641/93 52 86, Fax: +49 7641/93 52 85; E-Mail: wolf.schuetz@gmx.de

## 1 Einleitung

Verglichen mit anderen Pflanzengruppen, besonders den Gefäßpflanzen und Moosen, ist der Kenntnisstand über das Vorkommen und die Verbreitung der Algen in Baden-Württemberg stark zurückgeblieben. Dies trifft sogar fast uneingeschränkt auf die Rotalgen zu, obwohl viele Taxa zu den auffälligsten Algen der Binnengewässer zählen und makroskopisch gut erkennbar sind. Es handelt sich durchweg um benthische Formen, die überwiegend in Fließgewässern vorkommen und feste Unterlagen zur Entwicklung benötigen (KNAPPE & HUTH 2014, PAUL & DOEGE 2010).

Angaben zu den benthischen Rotalgen in unseren Gewässern sind dünn gesät und fast immer älteren Datums. Sie erschöpfen sich nicht selten in der Mitteilung eines oder nur weniger

Funde in einem, den beschränkten Reisemöglichkeiten früherer Zeiten entsprechenden, eng begrenzten Gebiet. Eine Ausnahme stellen lediglich die Ausführungen von R. LAUTERBORN dar, der in mehreren Veröffentlichungen zum Teil umfangreiche Angaben zur Verbreitung von benthischen Rotalgen im Rhein, seinen Auengewässern und im unteren Neckar macht (1910, 1917, 1922, 1942).

Da viele Rotalgen als wichtige Indikatorarten in neueren biologischen Bewertungssystemen der Gewässergüte Verwendung finden (GUTOWSKI & FOERSTER 2009, SCHAUMBURG et al. 2012, KELLY et al. 2015), ist eine nähere Beschäftigung mit dieser phylogenetisch sehr alten Organismengruppe auch auf regionaler Ebene angebracht. Der dürftige Kenntnisstand erschwert eine regionale Gefährdungsanalyse und damit auch die Erstellung einer „Roten Liste“, die bereits für viele Bundesländer verfügbar ist.

Zweck der vorliegenden Untersuchung ist es, den Kenntnisstand über das Vorkommen, die Verbreitung und Häufigkeit der Rotalgen in Baden-Württemberg zusammen zu fassen und durch eigene Untersuchungen zu erweitern, um eine Gefährdungsanalyse zu ermöglichen. Einbezogen in das Untersuchungsprogramm wurden alle makroskopisch sichtbaren Rotalgen. Dies betrifft in Baden-Württemberg die Arten der Gattungen *Balbiania*, *Bangia*, *Batrachospermum*, *Hildenbrandia*, *Lemanea*, *Paralemanea* und *Thorea*. Zusätzlich wurden die nicht immer mit bloßem Auge erkennbare Gattung *Audouinella* und die *Chantransia*-Entwicklungsstadien der Rotalgen aufgenommen, da zu deren Verbreitung seit 2010 Daten aus einem Monitoringprogramm der LUBW (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg) vorliegen. Dieses im Zuge der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) eingerichtete Monitoringprogramm umfasst mittlerweile mehr als 550 Probestellen an vielen Fließgewässern in Baden-Württemberg und beinhaltet seit 2010 auch die Untersuchung der Aufwuchsalgen (Phytobenthos). Für die Datenlage zur Verbreitung vieler Rotalgen-Taxa bedeutet dies eine erhebliche Verbesserung. Zahlreiche Exkursionen und limnologische Arbeiten des Autors und von Kollegen in Fließ- und Stillgewässern lieferten viele weitere Funde. Ein wesentlicher Bestandteil der Untersuchung war die zeitraubende Sichtung und Zusammenstellung der verfügbaren älteren Fundortsangaben aus Literatur und Belegsammlungen der Naturkunde-Museen in Karlsruhe und Stuttgart.

## 2 Methoden

Um einen ersten Überblick über die in Baden-Württemberg vorkommenden Rotalgen, ihre Häufigkeit und Verbreitung zu erhalten, wurden ältere Fundortsangaben aus der Literatur zusammengestellt und die Algenherbarien der Naturkunde-Museen in Karlsruhe und Stuttgart (hier bisher nur die Belege der Gattung *Batrachospermum*) eingesehen und ausgewertet (Tab. 1). Eigene Untersuchungen im Gelände werden seit 2012 durchgeführt. Aufgesucht wurden hierfür zahlreiche Gewässer, in denen Rotalgen vermutet wurden, oder für die Vorkommen aus älteren Quellen belegt sind. Es handelt sich dabei meistens um kühle Bergbäche und Quellen in den Mittelgebirgen Schwarzwald und Schwäbische Alb. Hinzu kommen die im Rahmen des WRRL-Monitorings Baden-Württemberg vom Verfasser und weiteren Probennehmern zwischen 2010 und 2017 im Auftrag der LUBW erhobenen und von dieser zur Verfügung gestellten Daten zum Phytobenthos in zahlreichen Fließgewässern. Hierbei ist zu beachten, dass für Teile Oberschwabens und das nordöstliche Württemberg bisher noch keine Angaben vorliegen. Ausgehend von den Ergebnissen dieser Untersuchungen wurde versucht, eine vorläufige Gefährdungseinstufung nach den Vorgaben des Bundesamtes für Naturschutz (LUDWIG et al. 2006) vorzunehmen. Kein Bezug genommen wird auf die Rote Liste der Rot- und Braunalgen Deutschlands (KNAPPE et al. 1996), da diese zur Zeit aktualisiert wird. Die Geländearbeiten wurden überwiegend im Sommer durchgeführt, bei geeigneten Wasserständen auch in den Winter- und Frühjahrsmonaten. Für die Verbreitungskarten wurden Höhenschichtenkarten und Gewässernetzkarten der LUBW verwendet.

## 3 Ergebnisse

### Rotalgen in Herbarien und regionaler Literatur

Süßwasser-Rotalgen sind in den beiden eingesehenen Herbarien im Vergleich zu Gefäßpflanzen, Moosen und Meeresalgen deutlich unterrepräsentiert. Im Naturkundemuseum Karlsruhe liegen kaum mehr als 30 Belege, bei denen es sich hauptsächlich um *Batrachospermum* spp. handelt. Nur wenige Belege repräsentieren die Gattungen *Lemanea*, *Thorea*, *Bangia* und *Hildenbrandia*. Ein erheblicher Teil der Belege stammt aus der wertvollen JACK/LEINER/STIZENBERGERSCHEN-Exsikkaten-Sammlung. Die bereits von

WEHRLE (1948) durchgesehenen Belege wurden überwiegend in den Jahren 1854-1859 gesammelt. Schwerpunkte der Sammeltätigkeit waren Feldsee und Titisee sowie die Umgebungen von Karlsruhe und Konstanz. Neben JACK tauchen häufiger die Namen THIRY, eines Arztes, und A. BRAUN auf, der zwischen 1833 und 1850 als Professor für Botanik in Karlsruhe und später in Freiburg wirkte. Eine nachlassende Sammeltätigkeit gegen Ende des 19. Jahrhunderts ist unverkennbar, nur wenige Belege datieren aus dem 20. Jahrhundert. Einen wesentlichen Zugesinn an Kenntnissen über die Algenflora Badens bedeuten die Veröffentlichungen von SCHMIDLE (1893) und RABANUS (1916), in denen auch auf die Häufigkeit und Verbreitung einiger Rotalgen eingegangen wird. Von größter Bedeutung für die Kenntnis des Vorkommens und der Verbreitung von Rotalgen an Oberrhein, Bodensee und Unterem Neckar sind die Beiträge von LAUTERBORN (1910, 1917, 1922, 1942, RegioWasser e.v. 2009), die sich über einen Zeitraum von ca. 40 Jahren erstrecken. Angaben für die Oberrheinebene aus jüngerer Zeit finden sich in BACKHAUS & KRAUSE (1974), KRAUSE (1976) und KRAUSE & HÜGIN (1987). Räumlich beschränkte, dafür aber sehr präzise Angaben über die Verbreitung von Rotalgen in der Oberen Donau und ihren beiden Quellflüssen Brigach und Breg verdanken wir BACKHAUS (1968a, b).

Im Gegensatz zu diesen recht umfangreichen, sich über einen großen Zeitraum erstreckenden Fundmitteilungen in Baden, wurden Vorkommen und Verbreitung der makroskopischen Rotalgen in Württemberg kaum dokumentiert. Eine zusammenfassende Darstellung bisheriger Algenfunde in Württemberg geht auf KIRCHNER (1880, 1888) zurück, der lediglich Sammler und Fundorte erwähnt. Ein großer Teil zumindest der genannten *Batrachospermum*-Funde ist im Herbar des Naturkundemuseums Stuttgart vorhanden. Die dort vorhandenen eingesehenen 24 *Batrachospermum*-Belege wurden fast ausschließlich in Württemberg gesammelt. Sie spiegeln besonders deutlich den auf bestimmte Orte beschränkten Aktionsradius der betreffenden Botaniker wider, da häufig mehrere Belege von einem Ort stammen. Bei den meisten Exemplaren handelt es sich um *B. gelatinosum*, auch *B. turfosum* ist unter dem Synonym *Batrachospermum vagum* (ROTH) AGARDH mehrfach vorhanden. Der Großteil der Belege datiert vor 1860. Am häufigsten tauchen die Namen des Arztes KÖSTLIN, der bereits vor 1840 in Sulz am Neckar sammelte, und

VALET auf, der um 1850 im oberschwäbischen Schussenried Apotheker war (HERWANGER 2014). Aus dem 20. Jahrhundert liegen für Württemberg lediglich kleinere Publikationen vor, die vor allem *Batrachospermum atrum* betreffen (Tab. 1). Eine Ausnahme macht die Darstellung von FISCHER (1956), die in erster Linie auf die Kenntnis der Merkmale von Arten der Gattung *Batrachospermum* abzielt, aber auch zahlreiche Mitteilungen über Fundorte am Nordrand der Schwäbischen Alb enthält. Eine neuere Darstellung der Verbreitung von Algen (einschließlich der Rotalgen) in Württemberg durch MATTERN (2013) stützt sich fast ausschließlich auf diese älteren Fundmitteilungen.

### Chantransia-Stadien

Chantransien sind makroskopisch meist unauffällige diploide Entwicklungsstadien, aus denen stärker differenzierte Gametophyten mit den Merkmalen der jeweiligen Art hervorgehen (Abb. 4). Sie kommen bei uns in den Gattungen *Paralemanea*, *Lemanea*, *Thorea* und *Batrachospermum* vor. Ihre morphologische Zuordnung zu einer bestimmten Art ist nur selten möglich. In Karbonatbächen bzw. -flüssen kommen auch stark inkrustierte Formen vor, die oft kleine halbkugelige Höcker oder Polster bilden (Abb. 7).

*Chantransia*-Stadien kommen in fast allen Fließgewässern Baden-Württembergs vor. 2012 wurden an fast der Hälfte aller WRRL-Monitoring-Stellen Chantransien gefunden, nicht selten in großen Mengen. Ihre wahre Verbreitung ist mit Sicherheit noch weit größer als die Verbreitungskarte erahnen lässt (Abb. 1). Die anatomischen Übergänge von *Chantransia*-Stadien zu *Audouinella chalybea* und vor allem zu *A. pygmaea* sind allerdings fließend, eine zweifelsfreie Zuordnung ist deshalb bei einem Teil der Funde nicht möglich. Zudem ist davon auszugehen, dass die taxonomische Zuordnung der *Audouinella*-*Chantransia*-Formen von den jeweiligen Bearbeitern der WRRL nicht einheitlich gehandhabt wurde. Chantransien scheinen allgemein ein breiteres Spektrum ökologischer Bedingungen zu tolerieren als die aus ihnen hervorgehenden Gametophyten (GUTOWSKI & FOERSTER 2009, WOLFF & KNAPPE 2014). Soweit bekannt, sind *Chantransia*-Stadien auch in anderen, gut kartierten Gebieten wie dem Saarland und Sachsen häufig. Sie sind nicht nur in Baden-Württemberg das wohl am weitesten verbreitete Taxon unter allen Aufwuchsalgen in Fließgewässern.

***Audouinella chalybea*** (ROTH) BORY 1823, incl. ***A. pygmaea*** (KÜTZING) WEBER-VAN BOSSE 1921  
 Blaue bis graugrüne Formen werden gemeinhin den Arten *Audouinella chalybea* oder *A. pygmaea* zugeordnet (Abb. 5). Sie unterscheiden sich von den morphologisch ähnlichen *Chantransia*-Stadien durch die reichliche Bildung von Monosporen und eine deutliche Differenzierung in Hauptachse und Nebenachsen (KNAPPE & HUTH 2014).

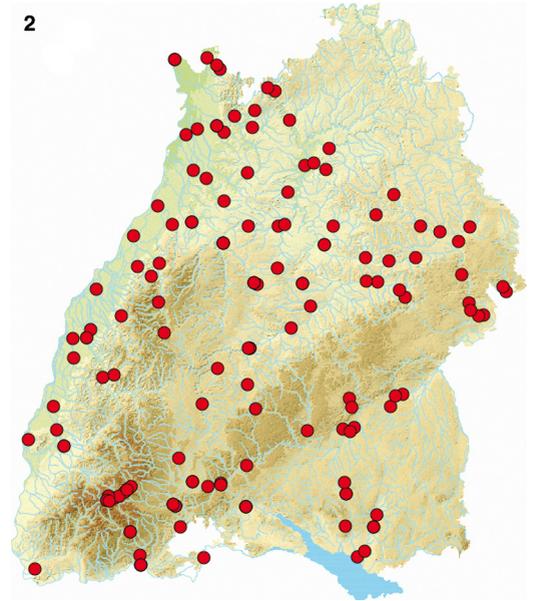
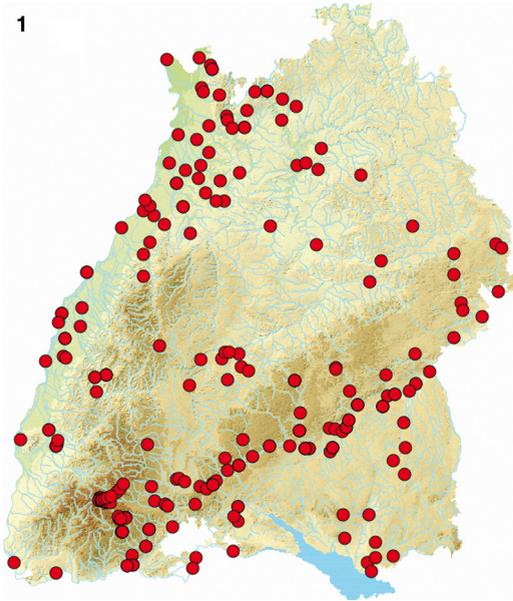
Auf eine getrennte Darstellung der beiden Taxa in den Verbreitungskarten wurde verzichtet (Abb. 2), weil die Merkmals-Unterschiede gering sind und alle Übergänge von der längerzelligen *A. chalybea* zu der kürzcelligen *A. pygmaea* beobachtet wurden, „oft im selben Polster und am selben Zellfaden“ (WOLFF & KNAPPE 2014). Von mehreren Autoren wird zudem bezweifelt, ob *A. pygmaea* als eigenständige Art existiert. Bereits WEST & FRITSCH (1927) vermuteten, dass *Chantransia pygmaea* (syn. zu *A. pygmaea*) wahrscheinlich ein (*Chantransia*-)Stadium in der Lebensgeschichte von *Batrachospermum moniliforme* ROTH. (syn. zu *B. gelatinosum*) ist. Diese Sicht wird durch neuere Untersuchungen von NECCHI & OLIVEIRA (2011) über genetische Merkmale von *Audouinella* spp., *Chantransia*-Stadien und anderen Rotalgen bestätigt. Sie fanden, dass die von ihnen untersuchten *Chantransia*-Stadien eine nähere Verwandtschaft zu bekannten Arten (Gametophyten) anderer Rotalgen-Gattungen zeigen, als dies untereinander der Fall war.

In Baden-Württemberg sind diese blauen bis graugrünen Audouinellen häufig und kommen in allen Landschaften vor. Beide Taxa scheinen in Bezug auf die Wasserqualität weniger empfindlich zu sein als andere Rotalgen (GUTOWSKI & FOERSTER 2009, WOLFF & KNAPPE 2014). In Sachsen wird für beide Taxa im kurzfristigen Trend eine Zunahme aufgrund abnehmender Saprobie vermutet (PAUL & DOEGE 2010).

### ***Audouinella hermannii*** (ROTH) DUBY 1830

Leicht an ihrer weinroten Farbe zu erkennen ist *Audouinella hermannii* (Abb. 3). Sie wachsen oft auf Steinen, aber auch epiphytisch auf den borstigen Thalli von *Lemanea*, *Paralemanea* und sogar auf den Fäden der Grünalge *Cladophora glomerata* (ELORANTA et al. 2011, KNAPPE & HUTH 2014).

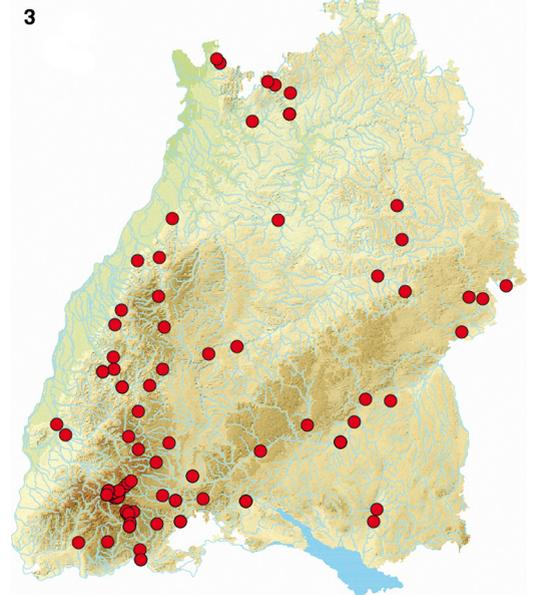
Diese Art ist in Baden-Württemberg ebenfalls weit verbreitet und kommt, wie auch aus Sachsen berichtet wird, vor allem in höheren Gebirgslagen vor als die anderen *Audouinella*-Arten (PAUL &



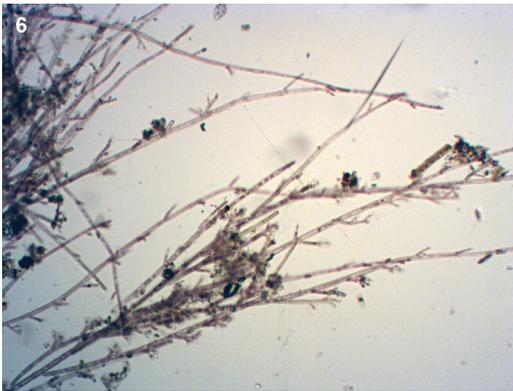
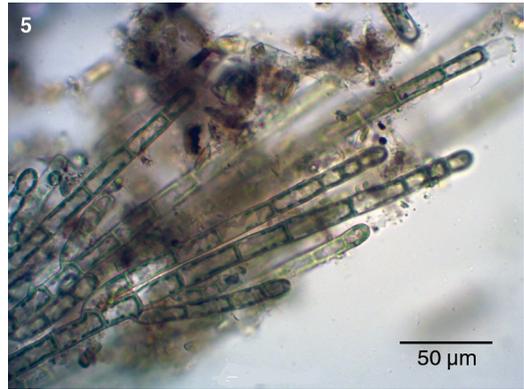
DOEGE 2010). Alte Fundortsangaben liegen kaum vor (Tab. 1). Häufig ist sie in nährstoffarmen silikatischen Fließgewässern des Schwarzwaldes, wo sie oft große, auffallende und makroskopisch leicht identifizierbare Bestände bildet (Abb. 3). Nach KNAPPE & HUTH (2014) bevorzugt die Art quellnahe, wenig belastete Abschnitte mit hoher Fließgeschwindigkeit und Gewässer mit geringeren Elektrolytgehalten, nach WOLFF (1999) kommt sie in schwach bis mäßig belasteten Fließgewässer-Abschnitten der Pfalz vor. Auch im Saarland hat sie ihren Verbreitungsschwerpunkt in schwach belasteten Bächen und Flüssen (WOLFF & KNAPPE 2014), kommt aber auch in stärker belasteten Gewässern vor. Die Art ist in Baden-Württemberg nicht gefährdet.

**Balbiania investiens** (LENORMAND ex KÜTZING)  
SIRODOT 1876

Diese epiphytisch auf *Batrachospermum*-Arten lebende Rotalge war für Baden-Württemberg bisher nicht bekannt (Tab. 1). Bei dem bisher einzigen Fund handelt es sich um wenige Exemplare, die im März 2014 in der Gutach unterhalb Titisee auf *Batrachospermum gelatinosum* wuchsen (Abb. 20). Nach KNAPPE & HUTH (2014) ist *Balbiania investiens* weltweit selten mit nur wenigen Fundorten in Mitteleuropa. Die Art scheint bevorzugt oligotrophe, silikatische Gebirgsbäche zu besiedeln und ist nach KNAPPE (2007) durch



Abbildungen 1-3. Fundorte von 1) *Chantransia*-Stadien, 2) *Audouinella chalybea* et *A. pygmaea* und 3) *Audouinella hermannii* in Baden-Württemberg. Berücksichtigt sind nur die im Rahmen des WRRL-Monitorings 2012 und 2015 angegebenen Fundorte sowie Funde im Hochschwarzwald nahe Titisee aus den Jahren 2013 bis 2015. Für Teile Oberschwabens und das nordöstliche Württemberg liegen keine Angaben aus dem WRRL-Monitoring vor.



Abbildungen 4-7. 4) *Chantransia*-Stadien, 5) *Audouinella chalybea* und 6) *Audouinella hermannii*. *A. hermannii* unterscheidet sich durch ihre rötliche Färbung von anderen, meist graugrünen oder blauen *Audouinella*-Arten. 7) *Chantransia* und *Audouinella* bilden häufig makroskopisch gut sichtbare Bestände. – Fotos: W. SCHÜTZ.

Veränderungen der Umweltbedingungen stark gefährdet. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass die seltene Art in Baden-Württemberg noch an anderen Stellen vorkommt. Allerdings ist *B. investiens* selbst für das geübte Auge leicht zu übersehen, wenn nicht gerade eine kleine „Massenentwicklung“ stattfindet, die einer Anzahl von *Batrachospermum*-Exemplaren eine unüblich rote Färbung verleiht. Es hängt wohl in erster Linie vom Zufall ab, ob weitere Funde gemacht werden.

#### ***Bangia atropurpurea* (ROTH) C. AGARDH 1824**

Die Zahl der Fundorte dieser unverzweigten, fädigen, aber makroskopisch meist gut sichtbaren Art in Baden-Württemberg ist leicht überschaubar (Abb. 22, 23, 24). Nach LAUTERBORN (1910, 1942, RegioWasser e.v. 2009) kommt die Art vereinzelt im unteren Neckar zwischen Heidelberg und Mannheim und im Hoch- und Ober-

rhein vor. Einige genauer von LAUTERBORN (1942) bezeichnete Fundorte sind die Felsen der Isteiner Schwelle, wo sie auch 1996 von FRITZ et al. (1997) gefunden wurde und Steine der Uferschüttungen oberhalb Breisach, wo sie ebenfalls heute noch vorkommt, sowie der Hochrhein bei Ellikon. Weitere Fundorte liegen innerhalb der Oberrheinaue. LAUTERBORN (1942) nennt den Inneren Rhein bei Rust, 2014 wurde *B. atropurpurea* vom Verfasser im turbulent strömenden Auslass der Hansenkehle an der Rheinstraße nahe Weisweil gefunden, ebenso im nahegelegenen Rhein-Drainagekanal und 2017 in der weiter südlich gelegenen Waldschlüt. Zusammen mit den Angaben von BACKHAUS (2006), FRITZ et al. (1997) und den Ergebnissen des WRRL-Monitorings (4 Fundorte) ergibt sich ein markantes Verbreitungsbild, das sich fast ausschließlich auf den Rhein einschließlich seiner Aue und den mittleren und unteren Neckar beschränkt. Ver-

einzelte Fundangaben aus jüngster Zeit liegen für den Kocher, die Elsenz kurz vor der Mündung in den Neckar und die Zwiefalter Ach vor. Bereits 50 Jahre alt ist eine Angabe für die Donau bei Immendingen (BACKHAUS 1968a).

*Bangia atropurpurea* kommt auf den dem Wellenschlag ausgesetzten Steinschüttungen der Uferzone des Restrheines zumindest zwischen Breisach und Weisweil nicht nur vereinzelt, sondern oft über weite Strecken und in großer Menge vor (Abb. 23). Auch die Zahl der Fundorte am Hochrhein ist mittlerweile recht groß, so dass eine fast durchgehende Verbreitung entlang des Rheins anzunehmen ist. Ob die Art sich seit den Tagen von LAUTERBORN ausgebreitet hat oder ob sie damals nur unvollständig erfasst wurde, lässt sich heute nicht mehr feststellen. Als sicher kann gelten, dass die ausgedehnten Steinschüttungen und sonstigen künstlichen Uferbefestigungen am Rheinufer der Ausbreitung von *B. atropurpurea* zuträglich waren, wie dies auch für die Ausbreitung mancher Wassermoose der Fall war (VANDERPOORTEN & KLEIN 2000).

Im Sommer war *B. atropurpurea* an mehreren im April 2014 aufgesuchten Fundorten am Oberrhein nicht mehr makroskopisch nachweisbar, auch BACKHAUS (1968a) konnte diese Rotalge im oberen Abschnitt der Donau nur im Herbst und Winter finden. Eine Suche im Sommer 2014 an der von BACKHAUS als Fundort angegebenen Donauversickerung bei Immendingen war möglicherweise aus diesem Grund ergebnislos. Auch im WRRL-Monitoring-Programm, das obligatorisch im Sommer durchgeführt wird, konnte *Bangia* nur an wenigen Stellen in Rhein und Neckar gefunden werden.

Interessant ist der Fund in einer quellnahen, schnell fließenden Strecke der sommerkalten Zwiefalter Ach (Schwäbische Alb), wo *B. atropurpurea* in den Polstern der Gelbgrünalge *Vaucheria* vorkam und makroskopisch nicht erkennbar war. Hier scheint der Untersuchungszeitpunkt Ende Oktober von Bedeutung zu sein, da *Bangia* möglicherweise während einer Lebensphase mit steigendem Zuwachs an Biomasse angetroffen wurde. Es ist deshalb nicht unwahrscheinlich, dass diese Rotalge in Baden-Württemberg eine geographisch weitere Verbreitung hat als bisher bekannt ist. Darauf deuten auch zwei Fundortangaben Mitte des 19. Jahrhunderts für Mergentheim (von VON ZELLER) und Tübingen (von STEUDEL) hin (KIRCHNER 1880), bei denen es sich wahrscheinlich um Vorkommen in den Flüssen Tauber und Neckar handelt (Tab. 1). Die häufig

als bevorzugte Wuchsorte angegebenen Mühlräder finden hingegen nur einmal, für Esslingen am Neckar, Erwähnung (KIRCHNER 1888).

*Bangia atropurpurea* ist eine streng rheophile Alge mit offenbar starkem Sauerstoff-Bedarf (BACKHAUS 1968a), die vorzugsweise an stark strömenden Stellen oder in der Wellenschlagzone größerer Gewässer vorkommt. Beobachtungen im Gelände an den großen Seen Nordamerikas von GRAHAM & GRAHAM (1987) legen nahe, dass *B. atropurpurea* warme Temperaturen toleriert und sich bei starker Einstrahlung optimal entwickelt. Sie erträgt mäßige Verschmutzung gut (ROTT et al. 1997); WOLFF & KNAPPE (2014) berichten allerdings, dass die stärkere Belastung in der Mittleren Saar und in der Blies zu ihrem Verschwinden geführt hat. GUTOWSKI & FOERSTER (2009) stufen diese Rotalge als weniger sensible Art, aber nicht als Störzeiger ein. Eine Gefährdung in Baden-Württemberg ist angesichts der zum Teil massenhaften Bestände im Oberrhein nicht zu erkennen.

#### ***Batrachospermum* ROTH 1797**

Für *Batrachospermum* gibt es für Baden-Württemberg bisher insgesamt 195 Nachweise, einschließlich einer geringen Zahl von Mehrfach-Nachweisen eines Taxons für einen Fundort. Etwas über 80 % der Nachweise stammen aus der Zeit nach der Jahrtausendwende. Auf das WRRL-Monitoring 2010 bis 2017 (Fließgewässer), dessen Messnetz bisher 549 Probestellen umfasst, gehen 28 Angaben zurück. Bezogen auf die Gesamtzahl der untersuchten Gewässerstrecken bedeutet dies, dass *Batrachospermum* in 5 % aller Probestrecken gefunden wurde. Wesentlich ergiebiger war eine in den Jahren 2013 bis 2016 vom Verfasser durchgeführte Untersuchung im Hochschwarzwald, die an 49 zum Teil wiederholt aufgesuchten Stellen 18 *Batrachospermum*-Funde ergab, was einer Ausbeute von 37 % entspricht. Ein kleiner Teil der Funde aus Baden-Württemberg war nicht sicher bestimmbar (Abb. 8). Dabei handelte es sich meist um mikroskopisch entdeckte *Batrachospermum*-Initiale im Stadium der Auskeimung aus *Chantransia*-Stadien, die noch ohne artspezifische Merkmale sind.

Es kann als sicher gelten, dass *Batrachospermum* in bestimmten Gegenden gehäuft auftritt. Von einer Häufung der Fundorte ist im Hochschwarzwald auszugehen, wo zudem auch die höchste Artenzahl zu verzeichnen ist. Auch auf der Schwäbischen Alb und in der Freiburger

Bucht um den Kaiserstuhl mit ihrem dichten Gewässernetz ist die Zahl der Fundorte vergleichsweise hoch (Abb. 8-11). Sehr wahrscheinlich, aber bisher noch unzureichend belegt, dürfte die Zahl der *Batrachospermum*-Wuchsorte im Odenwald, im Nord-Schwarzwald und im östlichen Teil Oberschwabens über dem Landesdurchschnitt liegen. Nur ein Fund liegt bisher aus den Keupergebieten Baden-Württembergs vor, zu denen große Teile des Kraichgaus und des Taubergebietes zählen. Einer kritischen Überprüfung kaum standhalten dürften auf BUCK (in MATTERN 2013) zurückgehende Angaben, der mehrere *Batrachospermum*-Arten für das mittlere und östliche Württemberg als „verbreitet“ klassifiziert.

Bei den meisten Fundorten handelt es sich um sommerkalte, fließende Gewässer. Eine eindeutige Höhengrenze konnte in Baden-Württemberg für keine der bisher gefundenen Arten festgestellt werden. Für Baden-Württemberg werden in der Literatur bisher neun Arten aufgeführt, aus jüngerer Zeit (nach 2010) gibt es allerdings nur gesicherte Funde von fünf Arten.

***Batrachospermum anatinum* SIROD. 1884**

Diese Art wurde in jüngster Zeit in einigen weit auseinander liegenden und recht unterschiedlichen Gewässern entdeckt: im Oberlauf der Breg, in der Oberen Donau bei Pfohren, zwei kleinen Zuflüssen zum Seebach (Hochschwarzwald), der Gauchach, dem Schobbach und der Alten Dreisam bei Nimburg (Freiburger Bucht), der Schutter in Lahr und an zwei Stellen in der Egau (Ostalb). Außer diesen neuen Funden existiert eine Reihe älterer Angaben, die eine weit größere Verbreitung als bisher bekannt in Baden-Württemberg nahelegen (Abb. 9). FISCHER (1956) nennt die Quellregion und die Oberläufe der Echaz bei Pfullingen und der benachbarten Erms, einen Brunnentrog an der Steige Seeburg – Münsingen sowie die Quellbereiche des Schwarzen Kochers und der Schwarzen Lauter bei Lenningen. Die fast regelmäßig zu nennenden Funde in den gefällereichen Oberläufen und Karstquellen der zum Neckar abfließenden Gewässer am Nordrand der Schwäbischen Alb legen eine gewisse Häufung zumindest im Gebiet des Albtraufs nahe. Nachsuchen durch den Autor im Sommer 2017 an den genannten Stellen in Echaz, Erms und Schwarzem Kocher verliefen ergebnislos bzw. ergaben in zwei Fällen *B. gelatinosum* als einzig vorkommende Froschlaichalge (Tab. 1). Ein Verbreitungsrückgang sollte

aus diesem Befund allerdings nicht abgeleitet werden, da im ersten Halbjahr 2017 die Bedingungen für eine Entwicklung von *Batrachospermum* spp. aufgrund geringer Wasserführung und hoher Temperaturen allgemein nicht günstig zu sein schienen. In der Gauchach, einem Nebenfluss der Wutach, war sie WEHRLE (1942) zufolge nicht selten und wurde im Frühjahr 2017 an drei Stellen in geringen Mengen nachgewiesen. Außer in diesen kalkreichen Fließgewässern kommt *B. anatinum* auch in schwach sauren, silikatischen Bächen und Flüssen des Schwarzwaldes vor, z. B. im Oberlauf der Breg und dort bereits von BACKHAUS (1968b) angegeben, sowie in dem bereits erwähnten kleinen, humosen Zufluss zum Seebach.

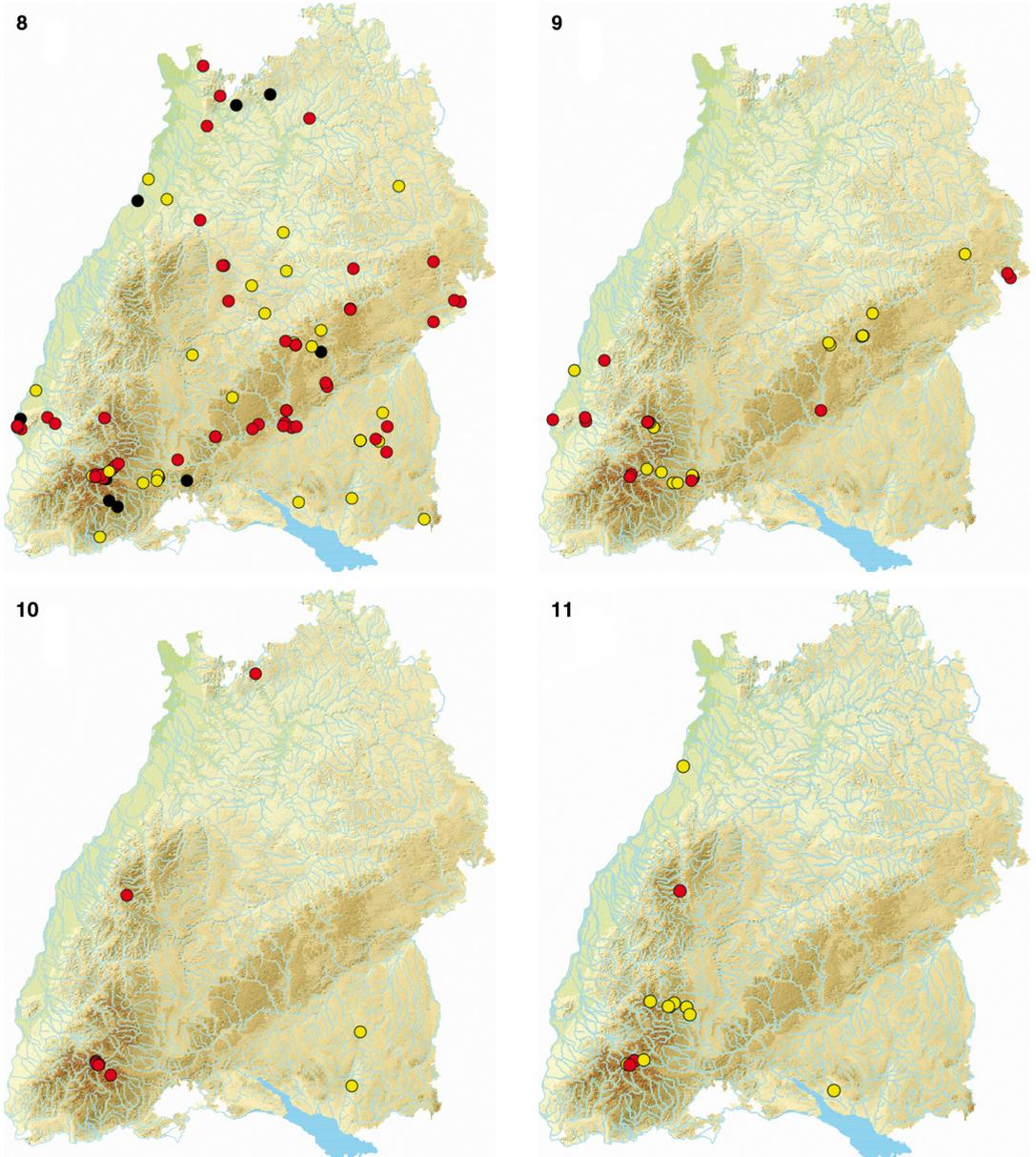
Nach KNAPPE & HUTH (2014) ist die Art weitgehend unempfindlich gegenüber geringer Verschmutzung. BACKHAUS (1968a) fand die Art in der Breg in geringen Mengen und nur in stark beschatteten Bachabschnitten. Der Grad der Gefährdung ist für diese Art schwer abzuschätzen, da alte Fundortsangaben weitgehend fehlen und Wiederfunde kaum vorliegen. Dem gegenüber stehen zahlreiche Neufunde in den letzten Jahren. Insgesamt scheint eine Zuordnung zum Gefährdungsgrad 3 angemessen (Tab. 1).

***Batrachospermum arcuatum* KYLIN 1912**

Das seltene zweihäusige *Batrachospermum arcuatum* wird von WEHRLE (1942) für die Schluchstrecke der Gauchach vor deren Mündung in die Wutach genannt. Allerdings war sich der Autor wegen mangelnder Bestimmungsmerkmale der Zuordnung seiner Funde zu dieser Art nicht sicher (Tab. 1). Bei Nachsuchen in der Gauchach Ende Oktober 2014 und Anfang März 2017 wurde an den von WEHRLE genannten Fundorten nur *Batrachospermum anatinum* und *B. gelatinosum* nachgewiesen.

***Batrachospermum atrum* (HUDSON) HARVEY 1841**

Für die wegen ihrer reduzierten Wirtel gut von anderen *Batrachospermum*-Arten abgrenzbaren Art werden in der Literatur fünf Fundorte in weit auseinander liegenden Landesteilen genannt. Weder die beiden von BERGFELD & WILMANN (1967) und WILMANN (1968) gemeldeten Fundorte in der Rheinaue zwischen Rheinhausen und Breisach, noch der von ZIMMERMANN (1951) in der Blaulache bei Tübingen angegebene Bestand konnten bei Nachsuchen zwischen 2014 und 2017 bestätigt werden. Ob die Art an den alten Fundorten aus-



Abbildungen 8-11. Fundorte von 8) *Batrachospermum gelatinosum* und *Batrachospermum* indet, 9) *Batrachospermum anatinum*, 10) *Batrachospermum confusum* und 11) *Batrachospermum turfosum* in Baden-Württemberg. Rote Kreise: Funde nach 2010, gelbe Kreise: Funde vor 2010. Schwarze Kreise in (8): *Batrachospermum* indet.

gestorben ist, kann nicht mit letzter Sicherheit gesagt werden. Möglicherweise waren zu den untersuchten Zeitpunkten im März bzw. im Sommer keine Gametophyten vorhanden. KITAYAMA (2014)

fand in Japan den Gametophyten von *B. atrum* nur von April bis Juni. Ein vierter, von ZIMMERMANN (1951) erwähnter Fundort aus den 1940er Jahren bei Ravensburg existiert seit den 1950er

Jahren nicht mehr. Dieser in einem Wiesengraben lokalisierte Wuchsort wurde bereits im Zuge einer Flurbereinigung in den 1950er Jahren zerstört (J. MILLER, schriftl. Mitt.). Nicht hinreichend lokalisierbar für eine Nachsuche ist eine alte Angabe für Stuttgart von v. MARTENS, die vermutlich aus den 1820er Jahren stammt (KIRCHNER 1880). Ein weiterer, von BACKHAUS & KRAUSE (1974) angegebener, Wuchsort in der Rheinaue bei Rust konnte noch nicht überprüft werden.

Die alkaliphile Art kommt sowohl in stehenden als auch in fließenden Gewässern vor und scheint ein gewisses Maß an Eutrophierung zu ertragen (GUTOWSKI & FOERSTER 2009). *Batrachospermum atrum* ist bundesweit selten, scheint aber im norddeutschen Tiefland häufiger zu sein als im Bergland, da sie zumindest in Brandenburg und Sachsen-Anhalt „nur“ der Gefährdungsstufe 3 zugeordnet wird, für die südlichen Bundesländer aktuell aber kaum Nachweise vorliegen (WAGNER 2014). Bis auf weiteres muß *B. atrum* in Baden-Württemberg als verschollen gelten.

#### ***Batrachospermum boryanum* SIROD. 1874**

Nur bei einem, aus einem einzigen Exemplar bestehenden, nicht sicher bestimmbar, Fund aus jüngster Zeit (Faulenbach in Riethem-Weilheim, Südwest-Alb) scheint es sich um diese zweihäusige Art zu handeln (Tab. 1). Genauso spärlich wie bei den rezenten sieht es mit den historischen Funden aus. FISCHER (1956) nennt *Batrachospermum boryanum* SIROD. für den Oberlauf der Echaz bei Pfullingen (Nordrand der Alb) in langsam fließendem Wasser. Bei einer kurzen Nachsuche Anfang Juni 2017 wurde die Art dort nicht gefunden. Ein *B. boryanum* Ag. wird von KIRCHNER (1880) erwähnt, der sich auf einen Fund von EULENSTEIN bei Schussenried (Oberschwaben) bezieht. Belege liegen im Herbar des Naturkundemuseums Stuttgart, das sonst viele der von KIRCHNER (1880, 1888) erwähnten Funde enthält, nicht vor.

#### ***Batrachospermum confusum* (BORY) HASSALL. 1845**

Für diese Art liegen aus Baden-Württemberg bisher sieben Fundmeldungen aus neuerer Zeit im Schwarzwald vor, von denen sechs im weiteren Umkreis des Schluchsees (südlicher Schwarzwald) liegen, hinzu kommt mit der Rotmurg (oberhalb Baiersbronn) ein weiterer Fundort im nördlichen Schwarzwald (Abb. 10, 16, 17). Wie weit die Art im Schwarzwald verbreitet ist, lässt sich noch nicht beantworten, da nur im

Hochschwarzwald bei Titisee eine größere Zahl von Fließgewässern vom Verfasser eingehend untersucht wurde. Die Art war möglicherweise auch in Oberschwaben heimisch, denn KIRCHNER (1880) macht hierzu zwei Angaben (*B. confusum* HASS.), die auf Funde von EULENSTEIN (in Schussenried) und von VON ZELLER (in Ravensburg) zurückgehen. Belege liegen im Naturkundemuseum Stuttgart leider nicht vor, so dass die Angaben nicht überprüft werden konnten und daher als unsicher einzustufen sind (Tab. 1).

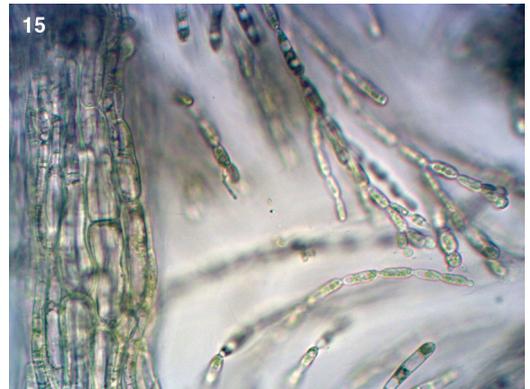
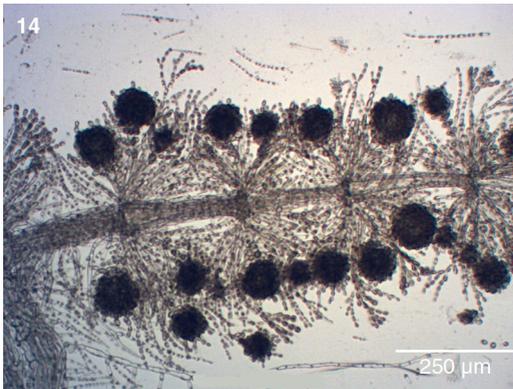
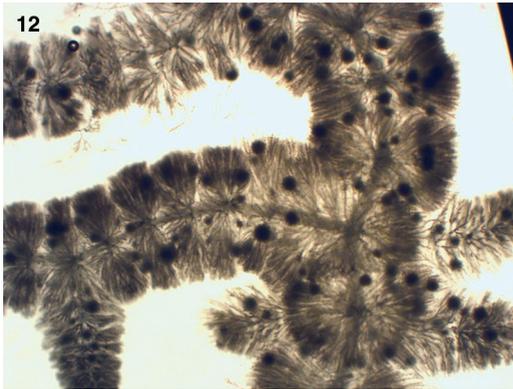
Bei den Wuchsorten im Schwarzwald handelt es sich um oligosaprobe, trophisch unbelastete Quellen und kleine Bäche mit geringer Leitfähigkeit. Im Saarland liegen die Vorkommen durchweg in mäßig sauren bis subneutralen Quellen und ihren völlig sauberen Abläufen (WOLFF & KNAPPE 2014). Ähnlich wie aktuell in Baden-Württemberg wurde *B. confusum* in Sachsen vorrangig in den höchsten Gebirgslagen angetroffen (PAUL & DOEGE 2010). Im Unterschied zu *Batrachospermum gelatinosum* wächst die Art dort in Gewässern mit einer höheren mittleren Fließgeschwindigkeit sowie bei geringerer mittlerer Leitfähigkeit, niedrigerer Temperatur und geringerem Saprobiegrad.

*Batrachospermum confusum* ist nach KNAPPE & HUTH (2014) neben *B. gelatinosum* und *B. anatinum* die häufigste *Batrachospermum*-Art in Deutschland. In Baden-Württemberg scheint sich die aktuelle Verbreitung auf den Schwarzwald zu beschränken. Dort ist sie wahrscheinlich nicht allzu selten. Eine Gefährdung ist wegen der bisher geringen Zahl der Funde anzunehmen.

#### ***Batrachospermum gelatinosum* (L.)**

DE CANDOLLE 1801

Mit bisher 97 Nachweisen an 90 Fundorten, von denen knapp die Hälfte aus der Zeit vor 2010 stammt, ist *Batrachospermum gelatinosum* die bei weitem häufigste Froschlaichalge in Baden-Württemberg (Abb. 8, 12, 13). Im badischen Landesteil wird sie bereits von LAUTERBORN (1917) für die Gießen der Oberrheinaue als „verbreitet“ angegeben, nach SCHMIDLE (1893) kommt die damals noch als *Batrachospermum moniliforme* ROTH bezeichnete Art „im Schwarzwald fast in jedem schnell fließenden kleinen Gewässer“ vor. Weit verbreitet war und ist sie auch heute noch im vom Verfasser gut untersuchten Seebach-Wutach-System oberhalb und unterhalb des Titisees (Schwarzwald). Auch in einem Nebenfluss der Wutach, der sommerkalten Gauchach, ist die Art nach WEHRLE (1942) und eigenen Be-



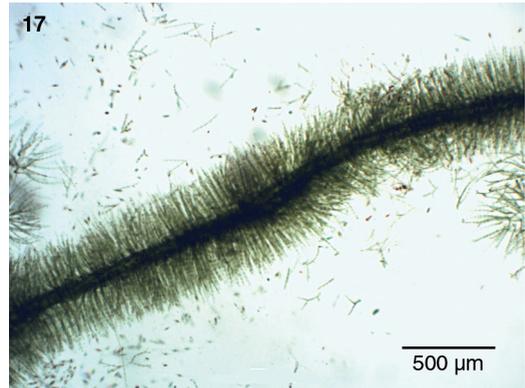
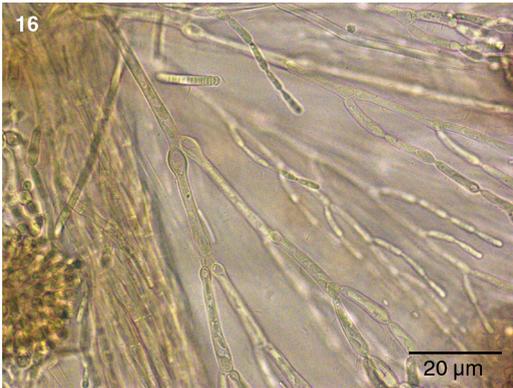
Abbildungen 12-15. Typisch für *Batrachospermum gelatinosum* sind 12) zahlreiche, im Wirtel verteilte Karposporophyten und 13) zylindrische Rindenzellen. Wichtige Merkmale von *Batrachospermum anatinum* sind 14) große, randlich im Thallus inserierte Karposporophyten und 15) blasig aufgetriebene Rindenzellen. – Fotos: W. SCHÜTZ.

obachtungen recht häufig. Für den Feldsee und den vom Seebach durchflossenen Titisee ist sie bereits seit Mitte des 19. Jhdts. erwähnt (ZAHN 1888) und in den Herbarien der Naturkundemuseen Karlsruhe und Stuttgart mehrfach belegt. Eine Häufung von Funden ist auch im komplexen Gewässersystem der Freiburger Bucht (Schobach, Glotter, Riedkanal, Krebsbach, Blauwasser) auffällig (Abb. 8).

Etwas weniger weit verbreitet scheint *B. gelatinosum*, den bisherigen Fundangaben zufolge, im württembergischen Teil des Landes zu sein. Aber auch dort wurde die Art im Zuge des WRRL-Monitorings und eigener Nachforschungen in nicht wenigen Gewässern entdeckt (Tab. 1). So war bei einer Suche im Sommer 2015 an der Oberen Donau zwischen Fridingen und Sigmaringen *B. gelatinosum* in fast allen kleinen Grundwasserabflüssen in der Talaue vorhanden, nicht jedoch in der Donau selbst, in welcher sie aber 2015

weiter oberhalb in Pfohren bei Donaueschingen auch schon vom Verfasser entdeckt wurde. Weiter östlich auf der Schwäbischen Alb wurde sie 2015 im sommerkalten Unterlauf der Lauchert und 2016 im ebenfalls sommerkalten Oberlauf der Zwiefalter Ach gefunden. Mehrere Funde konnten 2015 während des WRRL-Monitorings auch in Oberschwaben, besonders in Riss und Umlach, gemacht werden (Abb. 8). Mit weiteren Vorkommen in bisher nicht untersuchten Fließgewässern der Schwäbischen Alb und Oberschwabens ist zu rechnen.

Die Bestände sind in der Regel klein und bestehen oft nur aus wenigen Individuen, aber es wurden auch Massenentwicklungen beobachtet. Fast die gesamte Sohle eines grundwasserführenden Grabens bei Ostelsheim (Landkreis Calw) war im Frühjahr 2015 bedeckt von den schleimigen Überzügen dieser Rotalge. Noch dichter waren die Massenbestände, die im Früh-



Abbildungen 16, 17. Langgestreckte Kurztriebzellen sind charakteristisch für *Batrachospermum confusum* (16). Sekundäre Kurztriebe erreichen oft die Länge primärer Triebe bei dem meist spangrünen *Batrachospermum turfosum* (17). – Foto 16: A. GUTOWSKI, Foto 17: W. SCHÜTZ.

sommer 2015 den Grund der Gutach unterhalb des Titisee-Auslaufes im März 2014 über mehrere Hundert Meter bedeckten.

Diese Art wird sowohl für Mitteleuropa als auch für die nördliche Hemisphäre insgesamt als weit verbreitet angegeben (ELORANTA et al. 2011, KNAPPE & HUTH 2014, SHEATH & SHERWOOD 2002, VIS et al. 1996). Auch regional wird sie fast immer als die häufigste Art unter den Froschlaichalgen beschrieben, z.B. von WOLFF (1999) für die Pfalz und das Saarland (WOLFF & KNAPPE 2014) oder von CESCHIN et al. (2013) für Italien.

*Batrachospermum gelatinosum* hat eine weite ökologische Toleranz hinsichtlich Trophie, Saprobie und Kalkgehalt und kommt in den unterschiedlichsten Gewässertypen vor (VIS et al. 1996). Sie wächst in elektrolyt- und nährstoffarmen ebenso wie in kalkreichen Gewässern, wo sie manchmal sogar auf Kalksinter zu finden ist (LAUTERBORN 1922). Nach GUTOWSKI & FOERSTER (2009) besiedelt *B. gelatinosum* sowohl saprobiell und trophisch unbelastete als auch mäßig belastete Gewässer. Klar zu erkennen ist aber eine Präferenz für beschattete, sommerkühle und grundwasserbeeinflusste Stellen. Im Untersee (Bodensee) wurde sie von LAUTERBORN (1942) noch zahlreich in 10 bis 20 m Tiefe angetroffen. Diese nicht nur in Baden-Württemberg häufigste Froschlaichalge ist aktuell wohl nicht gefährdet. Wegen der geringen Größe der meisten Populationen erscheint jedoch eine Zuordnung zur Vorwarnliste angemessen (Tab. 1).

***Batrachospermum helminthosum*** BORY 1808  
Von BACKHAUS (1968a) wird diese Art (Abb. 18,

19) in der Brigach (zusammen mit *Batrachospermum turfosum*) für zwei Stellen genannt, wo sie in der Zone zunehmender Selbstreinigung nach einer Abwasserzuleitung in St. Georgen (Schwarzwald) wuchsen. Bei Nachsuchen im Frühjahr 2014 und 2016 wurde sie an den von BACKHAUS angegebenen Stellen nicht gefunden. Allerdings konnte *B. helminthosum* 2016 an einer weiteren Stelle in Baden-Württemberg nachgewiesen werden, nämlich nicht weit von den vorgenannten alten Brigach-Fundstellen im Oberlauf der Elz bei Oberprechtal, einem silikatischen Rheinzuffluss aus dem mittleren Schwarzwald (Tab. 1).

Die Angaben zur Ökologie dieser bundesweit seltenen Art sind recht uneinheitlich. Nach ELORANTA & KWANDRANS (2004) soll die Art bei höheren pH-Werten und bei einer höheren Trophie vorkommen als die anderen *Batrachospermum*-Arten. BACKHAUS (1968a) gibt an, dass die Art stärkere Verunreinigungen gut ertragen kann, aber polysaprobe Zonen meidet. Dagegen fanden WOLF & KNAPPE (2014) die Art im Saarland nur in sauberen bis gering belasteten Bächen, und GUTOWSKI & FOERSTER (2009) zufolge handelt es sich um eine Art saprobiell unbelasteter Gewässer. Der baden-württembergische Fundort in der Elz ist weder saprobiell noch trophisch belastet.

***Batrachospermum turfosum*** BORY 1808  
(*B. vagum* (ROTH) C. AGARDH)

Die wenigen aktuellen Nachweise dieser (zumindest im Gebiet) meist auffällig spangrünen Art sind auf höhere Lagen des mittleren Schwarzwaldes beschränkt (Abb. 11, 17). Darunter sind



Abbildungen 18, 19. Meist nur ein achsensnaher, großer Karposporophyt pro Wirtel (18) und gestielte Trichogynen (19) zeichnen das seltene *Batrachospermum helminthosum* aus. – Fotos: W. SCHÜTZ.

der Blindensee nahe Schonach (SCHLENKER 1908, HÖLZER mdl. Mitt.) und der Mathisle-Weiher bei Hinterzarten (KLOTTER 1954), die seit langem als Wuchsorte dieser Art bekannt sind und 2014 bestätigt werden konnten. Hinzu kommen zwei weitere, von J. KNAPPE identifizierte Funde durch den Verfasser in kleinen, stark humosen Zuflüssen zum Seebach, in der Nähe des Mathisle-Weiher und ein wohl größeres Vorkommen im Huzenbacher See im Nordschwarzwald (A. GUTOWSKI mdl. Mitt.). Bisher nicht nachgeprüft sind die ebenfalls schon früh bekannten Fundorte im Titisee und „Im Sumpf hinter dem Feldsee“, beide unter dem Namen *Batrachospermum vagum* (ROTH) C. AGARDH mehrfach belegt durch Herbar-exemplare von BRAUN und THIRY aus den Jahren 1848 und 1859 (Tab. 1).

Von BACKHAUS (1968b) wurde die Art 1960 im sauberen Oberlauf der Brigach entdeckt sowie weiter flussabwärts in zwei Abschnitten in der Zone zunehmender Selbstreinigung nach einer Abwasserzuleitung in St. Georgen. Bei der Nachsuche im Frühjahr 2014 und 2016 wurde sie an den von BACKHAUS angegebenen Stellen in der Brigach nicht gefunden. Unsicher sind Angaben für Salem im Hegau, wo sie 1857 von JACK als „*Batrachospermum pyramidale* SIRDY.“ mit der Anmerkung „steht *Batr. vagum* Ag. ziemlich nahe“ in einem Quellwasser bei Salem gesammelt wurde. Nach einem Beleg von KNEUCKER aus dem Jahr 1927 (Naturkundemuseum Karlsruhe) kam *B. turfosum* auch in der Rheinebene bei Karlsruhe vor, in „Gräben nahe Eggenstein“, die durch heute nicht mehr existierende Torfwiesen verliefen. Auch für Hochdorf und den Mooswald

bei Freiburg liegen zwei Angaben (*Batrachospermum vagum* Ag.) von RABANUS (1916) vor. Die Populationen dürften mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit seit langem erloschen sein.

*B. turfosum* gilt als oligosaprobe Art huminsaurer Gewässer, die bevorzugt an beschatteten Stellen wächst. Im Gegensatz zu anderen *Batrachospermum*-Arten kommt *B. turfosum* überwiegend in stehenden, dystrophen Gewässern vor. Nach GREGOR et al. (2003) ist *B. turfosum* in Norddeutschland deutlich zurückgegangen, was mit der nahezu vollständigen Zerstörung der norddeutschen Hochmoore begründet wird. In Sachsen wird von einem langfristigen starken Rückgang sowie kurzfristiger Abnahme ausgegangen, als Ursache wird ebenfalls die starke Abnahme intakter Moorflächen genannt (PAUL & DOEGE 2010). Wie stark sich das Verbreitungsbild in Baden-Württemberg verändert hat, lässt sich aus den wenigen alten Angaben zu dieser Art nicht sicher rekonstruieren. *Batrachospermum turfosum* scheint in Baden-Württemberg schon immer selten gewesen zu sein, drei alte Hinweise auf Vorkommen in den damals noch besser erhaltenen Moorengebieten in Oberschwaben (KIRCHNER 1880) und in der Oberrheinebene legen aber einen Rückgang ebenfalls nahe (Abb. 11). Die seltene Art muss wegen des starken Rückgangs ihrer Lebensräume als stark gefährdet gelten (Tab. 1).

***Batrachospermum vogesiacum* SCHULTZ ex SKUJA 1938**

Bisher existieren keine rezenten Nachweise für diese Art, die unter dem Synonym *Batrachosper-*



Abbildung 20. Die epiphytische *Balbiana investiens* (rötliche Fäden) auf *Batrachospermum gelatinosum*. – Foto: W. SCHÜTZ.

*mum vagum* var. *flagelliforme* SIROD. ebenfalls nur einmal für Baden-Württemberg angegeben wird. FISCHER (1956) fand sie im Nordschwarzwald in der Rotmurg oberhalb Baiersbronn. *Batrachospermum vogesiacum* hat nach KNAPPE & HUTH (2014) eine nordwesteuropäische Verbreitung und wurde schon im Saarland, der Pfalz und den Vogesen in nährstoffarmen, sauren Gewässern gefunden (KNAPPE & WOLFF 2005). Der von FISCHER (1956) angegebene Fundort konnte bisher noch nicht aufgesucht werden, ihr rezentes Auftreten im nördlichen Schwarzwald mit seinen elektrolytarmen, sauren Gewässern ist aber nicht unwahrscheinlich.

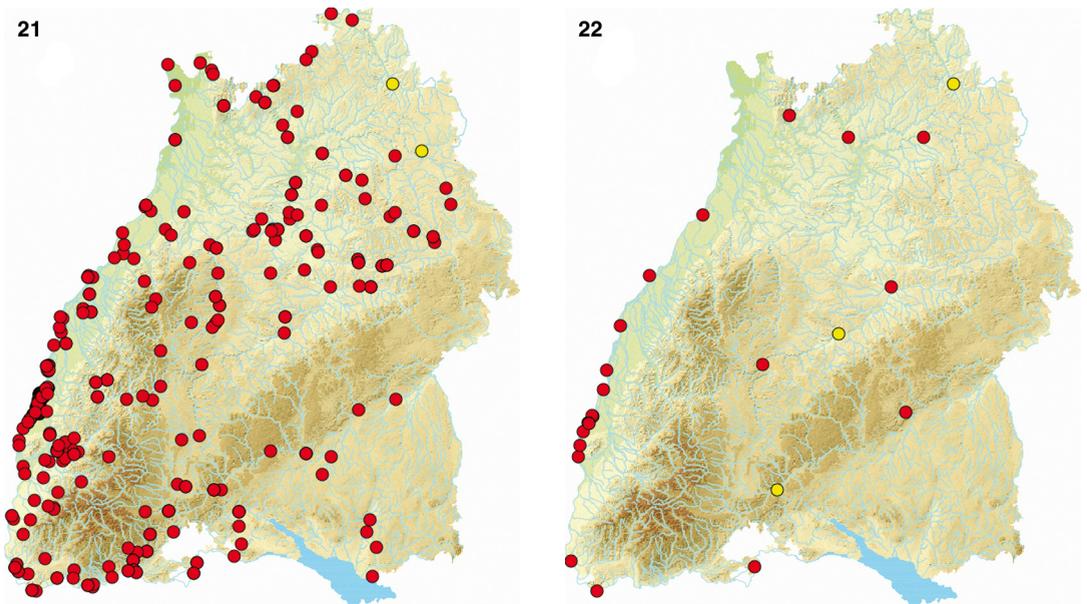
#### ***Hildenbrandia rivularis* AGARDH 1851**

Diese rote bis rotbraune, krustenförmige Thalli bildende und kaum mit anderen Algen verwechselbare Art gehört zu den häufigsten Algen in unseren Fließgewässern (Abb. 21, 23, 24, Tab. 1). Im Zuge des WRRL-Monitorings 2012 wurde sie an 33 % aller Untersuchungsstellen gefunden. Eine Auswertung der Literatur und eigene Untersuchungen ergaben zahlreiche weitere Fundorte. Weit verbreitet ist sie v.a. in der Oberrheinaue, im südlichsten Teil des Schwarzwaldes, im mittleren Neckargebiet, aber auch in den großen Flüssen Rhein und Neckar. Nach den Ergebnissen des WRRL-Monitorings zu urteilen, ist die Art selten im Taubergebiet, im Kraichgau und auf der Schwäbischen Alb. Die langsam fließenden, oft trüben und verschlammten Fließgewässer der Keupergebiete wie dem Taubergebiet und dem Kraichgau scheinen der krustenbildenden Art nicht zuzusagen. Ihr Verbreitungsschwerpunkt

liegt in den unteren bis mittleren Höhenlagen. Die höchstgelegenen Fundorte liegen (bisher) bei 660 m in silikatischen und 675 m in karbonatischen Fließgewässern. In den hohen Lagen des mittleren und südlichen Schwarzwaldes scheint sie vollständig zu fehlen.

Nach LAUTERBORN (1910, RegioWasser e.v. 2009) war *Hildenbrandia rivularis* zu Beginn des 20. Jahrhunderts im unteren Neckar zwischen Heidelberg und Edingen vereinzelt, im Rhein fast überall und häufig an Ufersteinen und Geschieben des Grundes zu finden. An diesem Verbreitungsbild hat sich seither wenig geändert, wird die Art doch 2012 und 2015 für die meisten WRRL-Probestellen im Rhein und im unteren und mittleren Neckar angegeben. Es ist allerdings nicht mehr nachvollziehbar, ob es einen markanten Rückgang zwischen den 1960er und 1980er Jahren, zur Zeit der höchsten trophischen und saprobiellen Belastung der beiden Flüsse, gab und ob nach dieser Periode eine Wiederausbreitung stattgefunden hat.

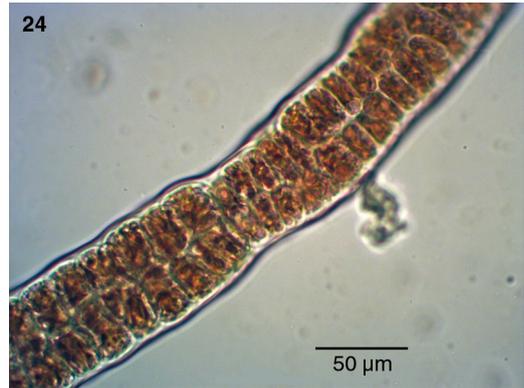
LAUTERBORN (1942) zufolge war *H. rivularis* in der rechtsrheinischen Oberrheinaue eine der häufigsten Algen auf den Geröllstrecken aller von ihm untersuchten Gießen zwischen dem Isteiner Klotz und der Modernmündung (Elsass), ganz besonders zahlreich im Innenrhein zwischen Oberhausen und Kappel und in der nahen Blinden Elz, wo sie auch heute noch in großen Beständen vorkommt. Auch nach BACKHAUS & KRAUSE (1974) war *H. rivularis* in der Inneren Rheinaue „in mäßig tiefen Fließgewässern mit Gerölluntergrund ehemals verbreitet“, sei aber „im Gefolge von Schlammablagerungen im Rückgang begriffen“. Es handelt sich bei diesen Fließgewässern nach KRAUSE (1976) um die Oberläufe der tiefen Grundwasserabflüsse (Gießen) innerhalb der Rheinaue, deren offene Verbindung zum Rheinstrom im Zuge des zwischen 1928 und 1977 durchgeführten Baus des Rheinseitenkanals unterbrochen wurde. Vielen Auengewässern wurde nun permanent Wasser aus dem Rhein zugeführt, Schlammablagerungen und Eutrophierung durch nährstoffreiches Rheinwasser waren die Folge und werden von KRAUSE (1976) und KRAUSE & HÜGIN (1987) als die wesentlichen Ursachen des von ihnen vor allem in den 1960er Jahren beobachteten Rückgangs von *H. rivularis* genannt. Allerdings scheinen die Populationen dieser krustenbildenden Rotalge nicht in dem Ausmaß abgenommen zu haben, wie von den Autoren befürchtet. Dies liegt sicher nicht nur an der



Abbildungen 21, 22. Fundorte von 21) *Hildenbrandia rivularis* und 22) *Bangia atropurpurea* in Baden-Württemberg. Für Teile Oberschwabens und das nordöstliche Württemberg liegen keine Angaben aus dem WRRL-Monitoring vor. Rote Kreise: Funde nach 2010, gelbe Kreise: Funde vor 1900.

Fähigkeit der wenig lichtbedürftigen Art, unter einer dünnen Schlammdecke zu überleben, sondern auch an der seit den 1980er Jahren deutlich verbesserten Qualität des Rheinwassers. KÖNIG (1994) weist zudem darauf hin, dass die nach dem Ausbau des Oberrheins um 1978 durchgeführte Kartierung zumindest teilweise bei Hochwasserständen durchgeführt wurde. Dies hatte zur Folge, dass kleinere Vorkommen und Vorkommen an tieferen Stellen unentdeckt blieben. Auch konnte die Art viele im Zuge des Oberrheinausbaus geschaffene Gewässer neu besiedeln, insbesondere die rheinparallelen Drainagegräben und Durchstiche zu den Altrheinen (FRITZ et al. 1997, SCHÜTZ 1991). Verbreitet war und ist *Hildenbrandia rivularis* auch heute noch im Gebiet des Hochrheins. Hier fand LAUTERBORN (1942) sie mehrfach im Bett des Hochrheins, im Unterlauf der Schlücht bei ihrer Mündung in die Wutach sowie in Bächen bei Unterlauchringen, deren Bestände er als „besonders schön entwickelt und faustgroße Geschiebe ganz mit ihren roten Häuten bedeckend“ beschrieb. In der Schlücht bildet die Art zumindest im Bereich der WRRL-Probestelle bei Gutenberg auch heute noch große, die Bachsohle zu erheblichen Teilen bedeckende Bestände.

Daneben fehlt sie auch den Bächen und Flüssen der Oberrheinebene außerhalb der eingedämmten Aue nicht. LAUTERBORN (1922) nennt als Fundorte unter anderem Bäche des Mooswaldes bei Freiburg, des Korcker Waldes bei Kehl und den kleinen Fluss Neumagen bei Krozingen. Im Mooswald bei Freiburg ist sie auch heute noch zu finden, so im Feuerbach, im Schobbach und, besonders zahlreich, im Glotterbach, vereinzelt sogar in schmalen Gräben mit sehr geringer Wasserführung. Sie kommt auch in zahlreichen weiteren, von LAUTERBORN nicht genannten Bächen und Flüssen der Oberrheinebene vor, so z.B. in Kander, Elz, Schutter, Kinzig, Acher und auch im Rheinseitenkanal bei Iffezheim. Alte Fundortsangaben außerhalb Badens sind rar. KIRCHNER (1880) nennt mit Gerabronn (bei Ellwangen) und der Tauber bei Mergentheim nur zwei Stellen im nordöstlichen Württemberg. Bis in die jüngste Zeit gibt es seit KIRCHNERs Zeiten so gut wie keine Angaben zu Fundorten von *Hildenbrandia rivularis* in Baden-Württemberg mehr. Daraus lässt sich keinesfalls ableiten, dass *H. rivularis* in Württemberg damals eine seltene Art war, denn die wenigen von KIRCHNER genannten Sammler von Algen haben ihre Tätigkeit fast immer auf ihre jeweiligen Wohnorte beschränkt.



Abbildungen 23, 24. *Bangia atropurpurea* am Restrhein bei Breisach, zusammen mit *Cladophora glomerata* auf den Ufersteinen wachsend (23). Mikroskopisches Bild mit Längs- und Querteilungen der Zellen innerhalb des Fadens (24). – Fotos: W. SCHÜTZ.

Erst mit dem Beginn der systematischen Probenahmen für die WRRL seit 2010 sind zahlreiche Fundorte in Württemberg hinzugekommen. Auch MATTERN (2013) fand *H. rivularis* in vielen Klängen des Schwäbisch-Fränkischen Waldes, vor allem auf flach überrieselten Sandsteinplatten. Wurden gar längere Gewässerstrecken untersucht, stellte sich nicht selten heraus, dass diese krustige Rotalge unter geeigneten Bedingungen über viele Kilometer fast durchgehend die Gewässersohle besiedelt. In flachen, stärker überströmten Gewässerbereichen der beiden aus dem Schwarzwald dem Neckar zufließenden Flüsse Enz und Nagold ist *Hildenbrandia rivularis*, nach TREMP (mdl. Mitt.) und eigenen Beobachtungen eine wesentliche Komponente des Phytobenthos und über weite Strecken die dominante Art. In ande-

ren Fließgewässern der Region mit erheblichem Gefälle dürfte es ähnlich aussehen.

Angaben zur Tiefenverbreitung macht LAUTERBORN (1922). Nach den vor fast 100 Jahren durchgeführten Untersuchungen mit Schleppnetzen war *H. rivularis* im Seerhein in 25 m Tiefe noch „recht häufig“, im Überlinger See hauptsächlich in Tiefen zwischen 10 und 20 m vorhanden. Hier fand LAUTERBORN (1922, 1942) sie auf Kalksinterkrusten an den steil in den See abfallenden Molassefelsen. Auch im Hochrhein reichten die Vorkommen bis in 11 m Tiefe. Bei der Betauchung einer Molasse-Steilwand im Überlinger See bei Wallhausen im September 2017 durch die Tauchergruppe der Limnologischen AG wurde weder *H. rivularis* noch anderer Algenaufwuchs gefunden. Offensichtlich hat eine extrem



Abbildungen 25, 26. Krusten von *Hildenbrandia rivularis* auf einem Kiesel (25), die aus aufrechten, kurzzelligen, dicht aneinander schließenden Fäden aufgebaut sind (26). – Fotos: W. SCHÜTZ.

dichte Besiedlung der von LAUTERBORN noch mit keinem Wort erwähnten *Dreissena polymorpha* bis in Tiefen von 40 Meter die Besiedlung durch Aufwuchsalgen fast völlig unterbunden.

In der Literatur gehen die Aussagen über die Ökologie von *H. rivularis* etwas auseinander. Wie in Baden-Württemberg besiedelt *H. rivularis* in Sachsen die Fließgewässer der unteren Mittelgebirgslagen bis hin zum Flachland (PAUL & DOEGE 2010), in Kärnten vor allem sommerwarme Gewässer in niedrigeren Lagen. Dies steht im Widerspruch zu den Beobachtungen von BUDDE (1928), nach denen im Sauerland *H. rivularis* eine charakteristische Art der obersten Fließgewässerabschnitte (Epirhithral) ist und im Hyporhithral von einer *Lemanea*-Zone abgelöst wird. Einigen Autoren zufolge (PASCHER & SCHILLER 1925, GEITLER 1932, ELORANTA & KWANDRANS 2004) soll *H. rivularis* wärmeres Wasser und Urgestein als Untergrund bevorzugen, nach anderen Quellen (ZELAZNA-WIECZOREK & ZIUKIEWICZ 2008) ist sie typisch für kalkreiche Fließgewässer. In Oberösterreich bevorzugt sie die kalkreichen, klaren, beschatteten Quellgewässer, wurde dort aber auch in kalkarmen Bächen angetroffen (HOHLA & LENZENWEGER 2012). Ähnlich ist die Situation in Baden-Württemberg, wo *H. rivularis* gleichermaßen in kalkreichen und kalkarmen Gewässern vorkommt.

Nach SCHAUMBURG et al. (2012) reagiert die Art sensibel auf erhöhte Trophie und stärkere organische Belastung, GUTOWSKI & FOERSTER (2009) sehen sie als Indikator für eine gute ökologische Qualität. Von ROTT et al. (1999) wird die Art als meso- bis eutraphent eingestuft. KELLY et al. (2015) betonen, dass *Hildenbrandia* über ein weites Spektrum von Nährstoffkonzentrationen vorkommt. Nach ELORANTA & KWANDRANS (2004) bevorzugt *H. rivularis* eutrophe, aber xeno- bis oligosaprobe, kalk-, zumindest aber basenreiche Gewässer mit hohen Elektrolytgehalten. In Sachsen wurde sie vielfach in stärker eutrophierten Gewässern angetroffen. HOHLA & LENZENWEGER (2012) nennen als Habitate einerseits Gewässer mit „klarem Wasser, einer zügigen, der Verschlämmung und Nährstoffkonzentration entgegenwirkenden Strömung, schottrige Bachbette und reichlich beschattendes Ufergehölz“, andererseits „mäßig, zum Teil sogar sogar kritisch belastete Gewässer“ – eine Einschätzung, die auch für Baden-Württemberg Gültigkeit hat. Nach Beobachtungen von M. PAUL (schriftl. Mitt.) ist *H. rivularis* empfindlich gegen Starklicht, da sie in unbeschatteten Fließgewässern Sachsens

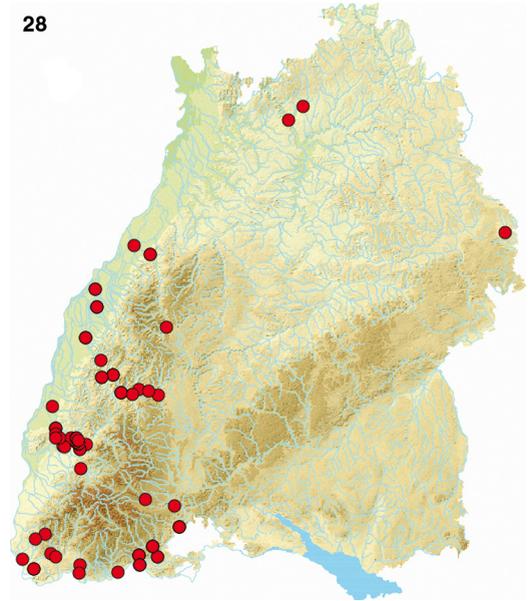
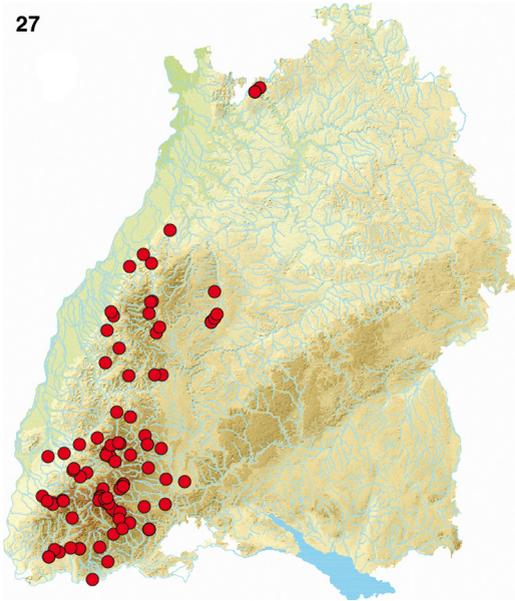
nur unter schlammigen Diatomeenbelägen, an weniger nährstoffbelasteten Stellen zwar als gut sichtbare Kruste, aber nur im Schatten gefunden wurde.

Eine Tendenz in der Bestandesentwicklung von *H. rivularis* ist schwer zu erkennen. In der Oberrheinaue war die krustenbildende Art eine der häufigsten Algen, von einem Rückgang der Bestände in den 1960er Jahren ist wahrscheinlich ebenso auszugehen wie von einer nachfolgenden Wiederausbreitung in den letzten zwei bis drei Jahrzehnten. Was die Vorkommen außerhalb der Rheinaue und des unteren Neckars betrifft, liegen viel zu wenig ältere Daten vor, um einen Trend zu erkennen.

In mehreren Bundesländern wird *H. rivularis* als „gefährdet“ eingestuft (TÄUSCHER 2004, HELMECKE & KNAPPE 2011, WAGNER 2014). Im Gegensatz dazu ist eine Gefährdung in Baden-Württemberg nicht zu erkennen, die Art ist sogar ausgesprochen häufig und weit verbreitet. In Sachsen ist der relative Anteil von *H. rivularis* an den gesamten Rotalgenfunden heute größer als vor ca. 100 Jahren, für die letzten zehn Jahre wird ein etwa gleichbleibender Trend angenommen (PAUL & DOEGE 2010). Obwohl *H. rivularis* eine der auffälligsten Algen unserer Gewässer und leicht zu erkennen ist, gilt die für Österreich getroffene Feststellung von HOHLA & LENZENWEGER (2012), dass die „Hauptursache für den bisherigen Mangel an Nachweisen die ... geringe Beachtung dieser Art ist“ ebenso für Baden-Württemberg, besonders aber für den württembergischen Teil des Landes.

#### ***Lemanea fluviatilis* (L.) C. AGARDH 1811**

Die borstenförmigen, mit knotenförmigen Verdickungen versehenen, zu Büscheln angeordneten Hohlthalli sind im Gelände leicht zu erkennen (Abb. 29, 30). Sowohl eigene Aufsammlungen als auch die Ergebnisse des WRRL-Monitorings ergeben ein spezifisches Verbreitungsbild, das sich neben einigen Funden im Odenwald (WEISSBECKER 1991) fast ausschließlich auf den Schwarzwald und seine Randzonen beschränkt (Abb. 27). *Lemanea fluviatilis* besiedelt fast nur die silikatischen Bergbäche der mittleren und höheren Schwarzwald-Lagen, während die ähnliche Art *Paralemanea catenata* überwiegend auf die unteren Lagen beschränkt ist. *Lemanea fluviatilis* wurde 2010 aber auch in der bereits deutlich karbonatischen obersten Donaustrecke bei Pföhren angetroffen, wenn auch nur in wenigen Exemplaren. Die untere Verbreitungsgrenze von *L. fluviatilis* liegt bei 220 m im Schobbach nahe



Abbildungen 27, 28. Fundorte von 27) *Lemanea fluviatilis* und 28) *Paralemanea catenata* in Baden-Württemberg.

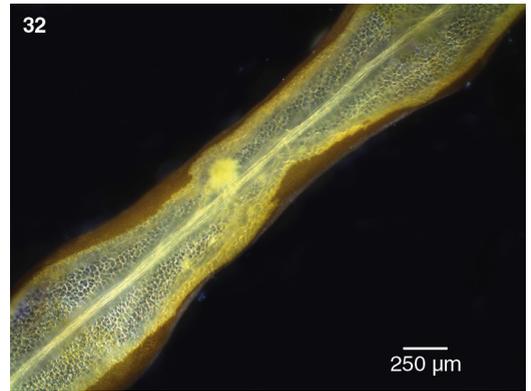
Freiburg, die höchsten Vorkommen reichen bis in die obersten Lagen des Feldberggebietes bei ca. 1.100 m über N.N. Ähnlich sind die Angaben zur Höhenverbreitung in Tschechien, wo die Art zwischen 305 und 888 m über N.N. gefunden wurde (KUČERA et al. 2008).

Alte Angaben zur Verbreitung sind rar, ebenso alte Belege im Herbar des Naturkundemuseums Karlsruhe. Die wenigen Belege stammen aber alle aus Schwarzwaldflüssen. Bereits KIRCHNER (1880) beklagt fehlende Nachweise für *Lemanea* für Württemberg, was allerdings nicht zu der Annahme verleiten sollte, dass die Art damals seltener war als heute. Die ältesten Belege aus Baden datieren nach WEHRLE (1948) auf die Mitte des 19. Jahrhunderts und wurden im Gewerbekanal und der Dreisam in Freiburg gesammelt. Nach RABANUS (1916) ist *L. fluviatilis* „überall“ bzw. „in allen Bächen des Schwarzwaldes“ anzutreffen. Auch SCHWABE (1987) nennt zahlreiche „*Lemanea*“-Fundorte für den Schwarzwald mit einem Verbreitungsschwerpunkt im mittleren und südlichen Teil und wenigen Fundorten in den Buntsandsteingebieten des nördlichen Schwarzwaldes. Leider unterscheidet sie nicht zwischen *Lemanea* und *Paralemanea*; es darf aber als sicher gelten, dass die Mehrzahl dieser in den höheren Lagen des Schwarzwaldes gemachten Funde zu *L. fluviatilis* zu rechnen ist. BACKHAUS

(1968b) fand die Art selten in Brigach und Breg. Er führt dies vor allem auf die geringe Toleranz von *L. fluviatilis* gegen starke Einstrahlung zurück, die durch die weithin fehlende Beschattung der beiden Donau-Quellflüsse voll zur Wirkung kommt.

*Lemanea fluviatilis* wächst bevorzugt auf Blöcken und größeren, standfesten Steinen in schnell bis turbulent fließendem Wasser, gerne auch an Wehren und sonstigen Abstürzen (Abb. 29) (KUČERA ET AL. 2008, KNAPPE & HUTH 2014). Nicht von ungefähr scheint die Art in den aus dem Schwarzwald zum Rhein abfließenden Bächen und Flüssen mit ihrer hohen Reliefenergie besonders häufig zu sein, vor allem in Dreisam, Elz und Wiese. Aber auch die zum Neckar abfließenden Gewässer mit relativ hohem Gefälle wie z.B. die vom Verfasser eingehend untersuchte Nagold beherbergen große Bestände dieser Art (Abb. 27). Auch außerhalb Baden-Württembergs kommt *L. fluviatilis* am häufigsten in Gebirgslagen vor, in Fließgewässern mit starker Strömung, geringen Leitfähigkeiten und niedrigen Temperaturen (KUČERA & MARVAN 2004, CARMONA et al. 2011, KNAPPE & HUTH 2014).

*Lemanea fluviatilis* wird gemeinhin als oligo- bis mesotroph und als empfindlich gegen Eutrophierung eingestuft (ROTT et al. 1999, KUČERA & MARVAN 2004, GUTOWSKI & FOERSTER 2009).



Abbildungen 29-32. Typischer Wuchsort der borstigen *Lemanea fluviatilis* in einem Schwarzwaldfluss (29). Charakteristisch sind ein deutlicher Absatz am Stiel, knotig verdickte Thallusabschnitte im Bereich der Spermatangien und ein einzelner Zentralfaden, der im aufgerissenen Hohlthallus zu sehen ist (30). Die morphologisch ähnliche *Paralemanea catenata* in der Elz bei Emmendingen (31). Im Hohlthallus von *P. catenata* (aus der nahegelegenen Dreisam bei Freiburg) ist ein Zentralfaden (nicht sichtbar) von Hüllfäden umgeben (32). – Foto 29-31: W. SCHÜTZ, 32: C. CARTER.

In elektrolytarmen Fließgewässern der Pfalz (WOLFF 1999), nach eigenen Beobachtungen im Schwarzwald und in italienischen Fließgewässern (CESCHIN et al. 2013) scheint die Art aber eine gewisse saprobielle und trophische Belastung zu ertragen, sofern hydromorphologisch günstige Wuchsorte vorhanden sind. Die durchgehende Kartierung einer 20 km langen Strecke der Nagold (östl. Schwarzwald) durch den Verfasser ergab, dass *L. fluviatilis* nicht nur alle schnell fließenden Strecken dicht besiedelte, sondern selbst durch die Abwässer der großen Kläranlage bei Nagold (80.000 EGW) in seiner Häufigkeit und Vitalität kaum beeinträchtigt erschien.

In den nördlichen Bundesländern wird *L. fluviatilis* in der Regel als gefährdete Art eingestuft (z.B. TÄUSCHER 2004, PAUL & DOEGE 2010, HELMECKE & KNAPPE 2011), was sicher auch mit der geringeren

Verfügbarkeit geeigneter Wuchsorte zu tun hat. Für Sachsen wird ein langfristiger starker Rückgang vermutet, der durch Wasserkraftnutzung mit geringen Mindestabflüssen sowie durch Eutrophierung verursacht wird (PAUL & DOEGE 2010). Im Gegensatz zu der Situation in vielen anderen Bundesländern ist eine Gefährdung von *L. fluviatilis* in Baden-Württemberg nicht zu erkennen, die Art ist im Schwarzwald sogar ausgesprochen häufig. Ein Rückgang ist nicht nachzuweisen, was nicht zuletzt damit zusammenhängen mag, dass *L. fluviatilis* eine mäßige Belastung ertragen kann. In anderen Regionen Baden-Württembergs kam die Art, vom Odenwald und vereinzelt Fundorten in der Oberrheinebene abgesehen, wohl auch früher nicht vor.

Weitere *Lemanea*-Arten wurden in Baden-Württemberg in neuerer Zeit nicht gefunden, auch

nicht *Lemanea rigida*, die von WEHRLE (1942) für zwei Stellen im südwestlichen Schwarzwald angegeben wird. Beide Fundorte sind nicht genau zu lokalisieren, zudem gibt WEHRLE für beide Fundorte nur einen Bestand von wenigen Pflanzen an. Bei Nachsuchen in den betreffenden Fließgewässerabschnitten des Wagensteigbaches oberhalb Freiburg und der Gutach oberhalb Neustadt durch den Verfasser wurde die Art nicht gefunden. Die in älteren Arbeiten gelegentlich verwendeten Namen *Lemanea torulosa* SIROD. (SCHMIDLE 1893) und *L. torulosa* (ROTH) AGARDH (z.B. LAUTERBORN 1942) meinen mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit aber weder *Lemanea rigida* (SIRODOT) DE TONI 1897 noch *Paralemanea torulosa* (ROTH) SHEATH & A. R. SHERWOOD, sondern, wie auch aus dem Kontext der Fundorte hervorgeht, *Paralemanea catenata* (KÜTZING) M. L. VIS & R. G. SHEATH. *Lemanea torulosa* sensu KÜTZING 1843 wird heute als Synonym zu *Lemanea rigida* (SIRODOT) DE TONI 1897 (KNAPPE & HUTH 2014, GUIRY 2017) gestellt.

***Paralemanea catenata*** (KÜTZING) M. L. VIS & R. G. SHEATH 1992

In Baden-Württemberg wurde mit *Paralemanea catenata* bisher nur eine Art dieser Gattung nachgewiesen. *P. catenata* besiedelt vor allem die Mittel- und Unterläufe der aus dem Schwarzwald kommenden größeren Flüsse (Elz, Dreisam, Kinzig, Rench), wo sie häufig große Bestände bildet (Abb. 28). Sie kommt aber auch in kleinen Fließgewässern der Rheinebene einschließlich der Vorbergzone vor. Vereinzelt Angaben aus dem WRRL-Monitoring liegen für den östlichen Odenwald und die Sechta in Ost-Württemberg vor (Abb. 28). Bisher wurde die Art in Baden-Württemberg nicht oberhalb 500 m gefunden. Ältere Angaben zur Verbreitung dieser Art sind rar. Mit hoher Wahrscheinlichkeit beziehen sich die Angaben von LAUTERBORN (1942) für *Lemanea torulosa* (ROTH) AGARDH auf *Paralemanea catenata* (KÜTZING) M. L. VIS & R. G. SHEATH und nicht auf die sehr ähnliche, aber etwas zierlichere *Paralemanea torulosa* (ROTH) SHEATH & A. R. SHERWOOD, die europaweit zudem als selten gilt (ELORANTA et al. 2011). Er fand sie im Rhein nur an einer Stelle, an Steinblöcken des Rheinufer oberhalb Breisach bei niedrigem Wasserstand. Als weitere Fundorte nennt er für die Rheinebene nur den Fluss Neumagen unterhalb Krozingen und den Bach der Hugstettener Mühle (nach Angaben von RABANUS 1916). Ob *Paralemanea catenata* in der Rheinebene früher seltener war oder ob LAU-

TERBORN die großen Vorkommen in Elz, Dreisam und Kinzig nicht kannte, bleibt unklar.

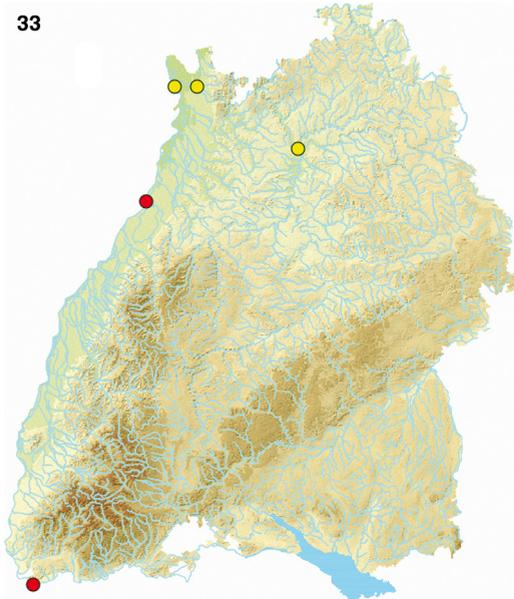
Die ökologischen Ansprüche von *Paralemanea catenata* an den Standort sind ähnlich denjenigen von *Lemanea*; besiedelt werden Blöcke, Ufermauern und große Steine in schneller bis turbulenter Strömung (Abb. 31). Den spärlichen Fundortsangaben zufolge scheint *P. catenata* in Deutschland selten zu sein. Erwähnung in den Roten Listen findet sie als stark gefährdete Art nur in wenigen Bundesländern (PAUL & DOEGE 2010, HELMECKE & KNAPPE 2011, Anonymus 2017). Eine Gefährdung dieser Art in Baden-Württemberg ist trotz des beschränkten Verbreitungsgebietes nicht anzunehmen.

***Thorea hispida*** (THORE) DESVAUX 1818

Diese bis zu 100 cm lange, auffallende Rotalge gilt als Besiedler großer Flüsse der Niederungen. Sie ist für Baden-Württemberg fast nur für den Rhein und den Neckar nahe seiner Mündung belegt (Abb. 33, 34). Aus neuerer Zeit sind nur zwei Fundorte bekannt: im Hochrhein oberhalb Weil (SCHÜTZ 2006, nicht veröff.) und, mit beträchtlichen Individuenzahlen, im Rhein bei Karlsruhe (BACKHAUS 2006).

Früher muss diese Art wesentlich häufiger gewesen sein. Nach LAUTERBORN (1910, 1942, RegioWasser e.v. 2009) war *T. hispida* im unteren Neckar zwischen Heidelberg und Edingen spärlich, zwischen Ladenburg und Feudenheim (Belege gesammelt von FÖRSTER; in LAUTERBORN 1942) aber zahlreich vorhanden. Die Verbreitung im Oberrhein reichte nach LAUTERBORN (RegioWasser e.v. 2009) bis hinauf nach Straßburg, vor allem zwischen Speyer und Ludwigshafen kam sie oft in größerer Zahl „an Steinen und Holzwerk in meterlangen schwarzgrünen Büscheln flutend“ vor. Als einzigen Fundort außerhalb dieser beiden großen Flüsse wird der Salinenkanal bei Jagstfeld (nahe Heilbronn am Neckar) angegeben, ein zumindest damals „klares, rasch über Geröllgrund strömendes Gewässer“ (LAUTERBORN 1942)

Ältere Fundangaben gibt es von ASKENASY & FÖRSTER (1892) für den Rhein bei Mannheim. Zudem liegen zwei 1869 in Mannheim gesammelte und als *Batrachospermum helminthosum* bezeichnete *Thorea*-Belege im Herbar des Naturkundemuseums Karlsruhe. Es wird für beide Belege weder Finder noch Gewässer benannt, aber ihre Herkunft aus dem Rhein dürfte wohl außer Zweifel stehen. Den wenigen Verbreitungsangaben in Europa (ELORANTA et al. 2011) zufolge scheint



Abbildungen 33, 34. Fundorte von 33) *Thorea hispida* in Baden-Württemberg. Rote Kreise: Funde nach 2000, gelbe Kreise: Funde vor 1950. 34) ein über 150 Jahre altes, fälschlich als *Batrachospermum helminthosum* bestimmtes Exemplar von *Thorea hispida*, das vermutlich aus dem Rhein bei Mannheim stammt (Naturkundemuseum Karlsruhe). – Foto: W. SCHÜTZ.

*T. hispida* fast ausschließlich auf größere Fließgewässer beschränkt zu sein. Diese größte unter unseren Süßwasser-Rotalgen wächst gerne auf Holz, siedelt aber auch auf Steinen. BOLPAGNI et al. (2015) zufolge zeigt *T. hispida* eine Präferenz für Flüsse mit nährstoffreichem Wasser. Von einem Rückgang der Art in Baden-Württemberg ist auszugehen, obwohl die Gründe hierfür nicht klar sind. Es ist jedoch nicht unwahrscheinlich, dass bei einer gezielten Nachsuche in größeren Flüssen weitere Wuchsorte dieser sehr un-  
stet auftretenden Art gefunden werden können (BOLPAGNI et al. 2015). Trotzdem muss diese Art wegen ihrer Seltenheit als stark gefährdet gelten.

#### 4 Diskussion

Diese Zusammenstellung der bisherigen Rotalgen-Funde ist ein erster Versuch, Vorkommen und Verbreitung der benthischen Rotalgen für Baden-Württemberg darzustellen. Bereits KIRCHNER (1880) war bewusst, dass die damals intensiver als heute und von nicht wenigen Personen betriebene Beschäftigung mit Algen nur sehr unvollkommene Verbreitungsbilder einzelner Taxa lieferte. Beschränkungen ergaben sich damals

hauptsächlich durch die begrenzten Reisemöglichkeiten der Bearbeiter. Aber auch die hier gezeigten Verbreitungskarten der Rotalgen spiegeln in erster Linie den Aktionsradius der wenigen Algologen und nicht die wahre Verbreitung eines Taxons wider, wie dies heute bei den Gefäßpflanzen und in etwas geringerem Maße bei den Moosen Standard ist. Vermeintliche Häufungen von Fundorten gehen nicht nur in alten Zeiten auf die Tätigkeit einzelner Personen zurück. Dies lässt sich besonders am Verbreitungsbild einiger *Batrachospermum*-Arten erkennen, das eng mit der Tätigkeit des Verfassers in bestimmten, eng umgrenzten Gebieten im Schwarzwald und auf der Schwäbischen Alb korreliert ist (Abb. 8-11). Auch die Häufigkeit zweifelsfrei seltener, durch wenige Zufallsfunde nachgewiesener Arten (*Balbiania investiens*, *Batrachospermum helminthosum*, *Thorea hispida*) ließe sich bei intensiver Bearbeitung und Nachsuche in kleineren Gebieten sicher wesentlich erhöhen, wie dies auch von CHIASSON et al. (2014) nach einer Untersuchung in mehreren Regionen Frankreichs berichtet wird. Als vergleichsweise gut untersucht können nur Teile des Hochschwarzwaldes, der Freiburger Bucht und das Obere Donautal gelten.

Einen gewissen Ausgleich für dieses Ungleichgewicht schafft die seit 2010 durchgeführte Untersuchung des Algenaufwuchses der mittlerweile circa 550 Monitoring-Stellen der WRRL, die von der LUBW an den Fließgewässern des ganzen Landes eingerichtet wurden und alle Wasserkörper abdecken. Im Hinblick auf die Verbreitung einiger Rotalgen-Taxa müssen allerdings einige Abstriche gemacht werden, da die Auswahl der Probestellen weder an den speziellen Standortansprüchen einiger Taxa orientiert ist, noch die Zeit ihrer makroskopisch erkennbaren Entwicklungsphasen abdeckt. Die Zeit der Hauptentwicklung vieler Taxa (*Bangia atropurpurea*, *Batrachospermum* spp., *Lemanea fluviatilis*, *Paralemanea catenata*) ist in der Regel Winter bis Frühsommer. Zu anderen Jahreszeiten sind die makroskopischen Gametophyten bzw. Thalli insbesondere der Gattung *Batrachospermum* oft nicht nachweisbar oder stark reduziert (WEHRLE 1942, VIS et al. 1996, KNAPPE & HUTH 2014). Der aus unabwendbaren praktischen Gründen gewählte Kartierzeitraum des WRRL-Monitorings liegt jedoch zwischen Juli und September. Für weniger durch saisonale Entwicklungszyklen charakterisierte Taxa scheint das Monitoring hingegen ein realistisches Verbreitungsbild widerzugeben. Hier sind *Audouinella* spp., die *Chantransia*-Stadien und *Hildenbrandia rivularis* zu nennen. Ihre durch das Monitoring-Programm zutage getretene, zum Teil unvermutet weite Verbreitung und Häufigkeit hängt sicher auch damit zusammen, dass es sich um euryöke und trophie-indifferente Taxa handelt.

Aber auch wenn potentiell geeignete Rotalgen-Standorte zur richtigen Zeit aufgesucht werden, bleibt noch die Möglichkeit, daß die makroskopisch sichtbaren Gametophyten in vielen Populationen nicht jedes Jahr ausgebildet werden (KNAPPE & HUTH 2014). Dies konnte vom Verfasser vor allem bei *Batrachospermum* spp. an mehreren Wuchsorten beobachtet werden, die in verschiedenen Jahren zur gleichen Zeit aufgesucht wurden. Wenigstens zum Teil scheinen Umweltfaktoren hierbei eine wichtige Rolle zu spielen. So waren, im Gegensatz zu früheren Jahren, bereits Anfang Juni 2017 an mehreren bekannten Wuchsorten mit normalerweise üppigen Beständen von *Batrachospermum* spp. im Schwarzwald und der Baar nach einer Periode niedriger Wasserstände und relativ hoher Wassertemperaturen keine oder kaum noch Gametophyten zu finden.

Eine Einschätzung der Häufigkeit und letztlich des Gefährdungsgrades muss daher die Diskrepanzen zwischen (vermuteter) wahrer Verbreitung und der Zahl und Lage der tatsächlichen Funde mit einbeziehen. Aussagen über den Rückgang oder die Gefährdung einer Art sind nur dann möglich, wenn über deren Vorkommen und Häufigkeit hinreichende Angaben aus früheren Zeiten vorliegen (KUSEL-FETZMANN 1997). Eine Einschätzung des Gefährdungsgrades ist für einen erheblichen Teil der Rotalgen nur unter Vorbehalt möglich, da die historische und rezente Verbreitung und Häufigkeit von Algen weit weniger gut dokumentiert ist als für die meisten Gefäßpflanzen. Trotz der beschränkten Datenlage lässt sich für einige der hier behandelten Rotalgen-Taxa zumindest für den badischen Landesteil hinreichend genau darlegen, ob eine signifikante Tendenz zur Ausbreitung oder zum Rückgang vorliegt. Dies ist v.a. den Angaben von SCHMIDLE (1893), RABANUS (1916) und LAUTERBORN (1910, 1917, 1922, 1942) zu verdanken. Nicht immer decken sich die (in den Angaben zu den einzelnen Taxa enthaltenen) Ergebnisse mit der Einschätzung für andere Bundesländer (WAGNER 2014). Dies hat verschiedene Gründe, die mit einem relativ hohen Anteil hochmontaner Mittelgebirgslagen in Baden-Württemberg zusammen hängen. Beschränkte Verbreitungsgebiete in Baden-Württemberg hatten mit Sicherheit auch früher *Lemanea fluviatilis* im Schwarzwald und im Odenwald, *Paralemanea catenata* im niederen Schwarzwald und der angrenzenden Rheinebene, *Bangia atropurpurea* und *Thorea hispida* in Rhein und unterem Neckar. Zumindest die erstgenannten beiden Arten sind dort auch heute häufig und weit verbreitet und sind daher, im Gegensatz zu anderen Bundesländern (PAUL & DOEGE 2010, HELMECKE & KNAPPE 2011, WAGNER 2014), in ihrem Bestand nicht oder kaum gefährdet (Tab. 1). Kein Fall für die Rote Liste ist in Baden-Württemberg die in den nördlichen Bundesländern oft mit der Gefährdungstufe 3 bedachte *Hildenbrandia rivularis* (WAGNER 2014). Anders sieht vermutlich der Fall bei mehreren *Batrachospermum*-Arten (*B. arcuatum*, *B. atrum*, *B. boryanum*, *B. confusum*, *B. turfosum*, *B. vogesiacum*) aus. Hier ist allerdings zu berücksichtigen, dass diese Arten wohl auch schon im 19. Jahrhundert selten waren oder ihr Vorkommen nie sicher bestätigt werden konnte (Tab. 1). Eine geringere Gefährdungstufe ist bei *Batrachospermum anatinum* und vor allem bei der relativ häufigen *Batrachospermum gelatinosum* angemessen. Ge-

Tabelle 1: Bestandessituation, Gefährdung bzw. Vorschlag für eine Einstufung nach den Kriterien der Roten Listen, erste bekannte Erwähnung und historische Belege für Baden-Württemberg, Gesamtzahl aller bisher bekannten Fundorte und der bisherigen Fundorte nach 2010 der 18 makroskopisch sichtbaren, für Baden-Württemberg jemals erwähnten Rotalgen-Taxa. Aktuelle Bestandsituation (akt B): ex – ausgestorben, es – extrem selten, ss – sehr selten, s – selten, mh – mäßig häufig, h – häufig, sh – sehr häufig, ? – unbekannt, Gefährdung (G): 0 – ausgestorben oder verschollen, 1 – vom Aussterben bedroht, 2 – stark gefährdet, 3 – gefährdet, R – extrem selten, V – Vorwarnliste, D – Daten unzureichend, \* – ungefährdet). k.A – keine Angabe. NKM S – Naturkundemuseum Stuttgart, NKM Ka – Naturkundemuseum Karlsruhe. Weitere Angaben im Text bei den jeweiligen Taxa.

Taxon	akt B	G	erste Erwähnung/Belege	Ges.-Zahl Fundorte	Fundorte nach 2010
<i>Chantransia - Stadien</i>	sh	*	nicht untersucht	k.A.	229
<i>Audouinella chalybaea</i> et <i>A. pygmaea</i>	h	*	1 Beleg von SCHMIDLE (1893) im NKM Ka; KIRCHNER (1880) nennt einen Fund ( <i>Chantransia pygmaea</i> ) in der Bühler bei Untersontheim	k.A.	136
<i>Audouinella hermannii</i>	h	*	nach WEHRLE (1948) im Gewerbekanal in Freiburg, gesammelt von CRAMER und WORTMANN 1855	k.A.	85
<i>Balbiania investiens</i>	es	1	Erstfund 2014 durch den Autor in der Gutach uh. Titisee	1	1
<i>Bangia atropurpurea</i>	mh	*	Angaben von KIRCHNER (1880) nach Funden von v. ZELLER und STEUDEL (1855) für 2 Stellen in Württemberg; nach LAUTERBORN (1910) im Rhein	27	15
<i>Batrachospermum anatinum</i>	s	3	erste Angabe von WEHRLE (1942) für die Gauchach; nach FISCHER (1956) mehrere Fundorte am Nordrand der Schwäbischen Alb; keine Belege im NKM S und im NKM Ka.	34	14
<i>Batrachospermum arcuatum</i>	?	D	nach WEHRLE (1942) in der Gauchach; Angabe unsicher	1 (unsicher)	0
<i>Batrachospermum atrum</i>	ex	0	KIRCHNER (1880) nennt einen Fund von v. MARTENS in Stuttgart, zuletzt von BACKHAUS & KRAUSE (1974) erwähnt; keine Belege im NKM S und im NKM Ka	5	0
<i>Batrachospermum boryanum</i>	?	D	KIRCHNER (1880), nach einem Fund von EULENSTEIN in Schussenried; ohne Beleg und auch nach 2010 nicht sicher nachgewiesen, daher als unsichere Angabe gewertet	2 (unsicher)	1 (unsicher)
<i>Batrachospermum confusum</i>	s	2	KIRCHNER (1880) nennt für Württemberg Funde von EULENSTEIN in Schussenried und v. ZELLER in Ravensburg; keine älteren Belege im NKM S und im NKM Ka	12	10
<i>Batrachospermum gelatinosum</i>	mh	V	ältester datierter Beleg ( <i>B. moniliforme</i> Roth) von KÖSTLIN, gesammelt 1829 in Sulz am Neckar (NKM S); zahlreiche Belege aus mehreren Landesteilen im NKM Ka und NKM S zwischen 1836 und 1892	90	48
<i>Batrachospermum helminthosum</i>	es	R	von BACKHAUS (1968a) an 2 Stellen in der Brigach gefunden, 2016 ein Fund in der Elz	3	1
<i>Batrachospermum turfosum</i>	es	1	älteste Belege von BRAUN (1848) und THIRY (1859) aus Feld- und Titisee, im NKM KA	13	4
<i>Batrachospermum vogesiacum</i>	es	D	1 Angabe von FISCHER (1956) für die Rotmurg	1	0
<i>Hildenbrandia rivularis</i>	sh	*	nach WEHRLE (1948) in Heidelberg, gesammelt 1857 von AHLES; KIRCHNER (1880) nennt für Württemberg 3 Fundorte im nordöstlichen Württemberg	313	260
<i>Lemanea fluviatilis</i>	h	*	nach WEHRLE (1948) 1853 von WARTMANN gesammelt in der Dreisam und von THIRY 1859 im Gewerbekanal in Freiburg; ein Beleg von 1886 aus der Oos bei Beuren-Geroldstein im NKM KA	98	95

Taxon	akt B	G	erste Erwähnung/Belege	Ges.-Zahl Fundorte nach 2010	Fundorte
<i>Lemanea rigida</i>	?	?	von WEHRLE (1942) für zwei Stellen im südwestlichen Schwarzwald angegeben; Nachsuche erfolglos	2	0
<i>Paralemanea catenata</i>	mh	*	3 Angaben in RABANUS (1916) für <i>Lemanea torulosa</i> (Roth) AGARDH im Rhein und 2 Zuflüssen beziehen sich sehr wahrscheinlich auf <i>P. catenata</i>	61	58
<i>Thorea hispida</i>	es	2	2 Belege von 1869 in NKM Ka, vermutlich aus dem Rhein bei Mannheim; nach ASKENASY & FÖRSTER (1892) im Rhein	6	2

rade bei letztgenannter Art ist zu bedenken, dass viele ihrer Populationen nicht in jedem Jahr zu finden sind und dass sie zumindest in fast allen von Grundwasser beeinflussten Gewässern des intensiv abgesuchten Oberen Donautals vorkam. Kaum repräsentiert sind Vorkommen in stehenden Gewässern, obwohl gerade Rotalgen an die schlechten Lichtbedingungen in größeren Wassertiefen besonders gut angepasst sind (VAN DEN HOEK et al. 1993). Altbekannt sind *Batrachospermum*-Vorkommen in einigen natürlichen Seen des Hochschwarzwaldes, besonders in Feldsee, Titisee und Blindensee (ZAHN 1888, SCHLENKER 1908, GOLUBIC 1967, RegioWasser e.v. 2009) und im Bodensee (LAUTERBORN 1942), die bisher leider nur zum kleinen Teil überprüft werden konnten. Praktisch keine Angaben gibt es über Rotalgen-Vorkommen in den unzähligen Baggerseen der Oberrheinebene, deren durch Grundwasserzutritt bedingte, vergleichsweise niedrige Wassertemperaturen der Entwicklung besonders der *Batrachospermen* förderlich sein müssten. Nach Angaben von N. LEIST (mdl. Mitt.) wurden bei mehreren Tauchgängen bisher keine *Batrachospermen* und kaum *Hildenbrandia rivularis* entdeckt, was zumindest zum Teil auf das überwiegend feinkörnige und leicht bewegliche Sediment dieser Baggerseen zurückzuführen sein dürfte.

#### Dank

An erster Stelle möchte ich mich bei Frau Dr. JOHANNA KNAPPE, Marburg, für die Einführung in die oft nicht einfache Bestimmung der Rotalgen und natürlich auch für die stets bereitwillige und schnelle Bestimmung und Revision zahlreicher *Batrachospermum*- und *Lemanea*-Funde bedanken. Mitteilungen und Information über Fundorte erhielt ich freundlicherweise von Dr. HORST TREMP, Dr. ADAM HÖLZER und ULI MILLER. Besonders erwähnen möchte ich den bisher einzigen rezenten Fund von *Batrachospermum helminthosum* durch ANDREA HECKENBERGER während mehrerer gemeinsamer Exkur-

sionen und die Betauchung einer Molasse-Steilwand im Überlinger See durch Prof. NORBERT LEIST und die Tauchergruppe der limnologischen AG. Bedanken möchte ich mich ebenfalls bei der LUBW, insbesondere bei Frau FRIEDRICH und Herrn HOPPE für die Überlassung von Daten zum Vorkommen von Rotalgen in Fließgewässern aus den Monitoring-Ergebnissen der Wasserrahmenrichtlinie 2010 bis 2016, bei den Herren Dr. MARKUS SCHOLLER vom Naturkundemuseum Karlsruhe und Dr. ARNO WÖRZ vom Naturkundemuseum Stuttgart für ihre Unterstützung bei der Sichtung der Algen-Herbarien und ebenso bei den beiden Gutachtern für wertvolle Hinweise, sowie bei Dr. ANTJE GUTOWSKI und CHRIS CARTER, die ausgezeichnete Mikrofotos von zwei Taxa zur Verfügung gestellt haben, ebenso bei Dr. LYDIA KING und JACKY KING für die Korrektur des englischen abstracts. Nicht zuletzt bedanken möchte ich mich bei der Erich-Oberdorfer-Stiftung, die einen erheblichen Zuschuss zur Deckung der Reisekosten gewährte.

#### Literatur

- ASKENASY, E. & FÖRSTER, F. (1892): Beiträge zur badischen Algenflora. – Mitteilungen des badischen botanischen Vereins **101**: 1-6.
- BACKHAUS, D. (1968a): Ökologische Untersuchungen an den Aufwuchsalgen der obersten Donau und ihrer Quellflüsse. II. Die räumliche und zeitliche Verteilung der Algen. – Archiv für Hydrobiologie, Supplement **34**, 1/2: 24-73.
- BACKHAUS, D. (1968b): Ökologische Untersuchungen an den Aufwuchsalgen der obersten Donau und ihrer Quellflüsse. IV. Systematisch-autökologischer Teil. – Archiv für Hydrobiologie, Supplement **34**: 251-320.
- BACKHAUS, D. (2006): Litorale Aufwuchsalgen im Hoch- und Oberrhein. – Carolinaea **64**: 5-68.
- BACKHAUS, D. & KRAUSE, W. (1974): Beiträge zur Algenflora des Taubergießengebietes. – In: Taubergießengebiet, eine Rheinauenlandschaft. – Natur- und Landschaftsschutzgebiete in Baden-Württemberg **7**: 177-179; Ludwigsburg.
- BERGFELD, R. & WILMANN, O. (1967): *Batrachospermum atrum* (HUDS.) HARV., eine für Südwestdeutschland neue Rotalge. – Mitteilungen des badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz, N.F. **9/3**: 477.

- BOLPAGNI, R., AMADIO, C., JOHNSTON, E. T. & RACCHETTI, E. (2015): New physical and chemical perspectives on the ecology of *Thorea hispida* (Thoreaceae). – *Journal of Limnology* **74**: 294-301.
- BUDDE, H. (1928): Die Algenflora des Sauerländischen Gebirgsbaches. – *Archiv für Hydrobiologie* **19**: 433-520.
- CARMONA, J., PERONA, E., SANCHEZ-DIAZ, E. & LOZA, V. (2011): Morphological and ecological characterization of Batrachospermales (Rhodophyta) in the Jarama Basin, Iberian Peninsula. – *Limnetica* **30**: 117-128.
- CESCHIN, S., RICCI, S., ABATI, S., BISCEGLIE, S., MINCIARDI, M. R. & ZUCCARELLO, V. (2013): Distribution and ecology of red algae in Italian rivers. – *Fundamental and Applied Limnology* **183**: 223-237.
- ELORANTA, P. & KWANDRANS, J. (2004): Indicator value of freshwater red algae in running waters for water quality assessment. – *Oceanological and Hydrobiological Studies* **33**: 47-54.
- ELORANTA, P., KWANDRANS, J. & KUSEL-FETZMANN, E. (2011): Rhodophyceae and Phaeophyceae. – In: SCHAGERL, M. (ed.): Süßwasserflora von Mitteleuropa **7**. – 155 pp; Heidelberg (Spectrum Akademischer Verlag).
- FISCHER, E. (1956): Beitrag zur Kenntnis unserer heimischen Rotalgen. – *Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde Württemberg* **111**: 526-543.
- FRITZ, R., KOHLER, A. & TREMP, H. (1997): Submerse Makrophyten der südbadischen Oberrheinauen. Verbreitung, Ökologie, Bioindikation. – Abschlussbericht des Forschungsvorhabens U 22-95.04 (Minist. Umwelt Verkehr Baden-Württ.), 131 S.
- GEITLER, L. (1932): Cyanophyceae. – In: Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Bd. 14. Leipzig 1932.
- GOLUBIC, S. (1967): Die litorale Algenvegetation des Titisees. – *Archiv für Hydrobiologie* **33**: 172-205.
- GRAHAM, J. M. & GRAHAM, L. E. (1987): Growth and reproduction of *Bangia atropurpurea* (ROTH) C. AG. (Rhodophyta) from the Laurentian Great Lakes. – *Aquatic Botany* **28**: 317-331.
- GREGOR T., KIEL, E. & TIMMERMANN, E. (2003): Wiederfunde von *Batrachospermum turfosum* BORY in Niedersachsen. – *Lauterbornia* **46**: 185-189.
- GUTOWSKI, A. & FOERSTER, J. (2009): Benthische Algen ohne Kieselalgen und Armleuchteralgen. Bestimmungshilfe. 474 S. LANUV Arbeitsblatt 9.
- HELMECKE, K. & KNAPPE, J. (2011): Rote Liste der Süßwasser-Rotalgen (Rhodophyceae) Thüringens. – In: Rote Listen der gefährdeten Tier- und Pflanzenarten, Pflanzengesellschaften und Biotope Thüringens. – *Naturschutzreport Heft* **26**: 412-416.
- HERWANGER, H. (2014): Oberschwäbische Botaniker aus fünf Jahrhunderten. Ein biographisch-bibliographisches Lexikon. – *Berichte der Gesellschaft für Naturkunde in Württemberg* **170**; *Berichte der Botanischen Arbeitsgemeinschaft Südwestdeutschland, Beiheft* **4**: 643 S.
- HOHLA, M. & LENZENWEGER, P. (2012): Ein Schattendasein – die auffällige Krusten-Rotalge (*Hildenbrandia rivularis*) in Oberösterreich. – *Botanik Oberösterreich* **34**: 3-12.
- HORNUNG, H. (1950): Biologischer Nachweis der Verunreinigung der Echaz durch Abwässer. – Veröffentlichungen der württembergischen Landesstellen für Naturschutz und Landschaftspflege **20**: 272-280.
- KIRCHNER, O. (1880): Beiträge zur Algenflora von Württemberg. – *Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde Württemberg* **36**: 155-203.
- KIRCHNER, O. (1888): Nachträge zur Algenflora von Württemberg. – *Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde Württemberg* **44**: 143-166.
- KLOTTER, H.-E. (1954): Die Algen in den Seen des südlichen Schwarzwaldes. I. – *Archiv für Hydrobiologie, Supplement* **20**: 442-485.
- KNAPPE, J. (2007): *Balbiania investiens* – eine algologische Kostbarkeit in Hessen. – *Hessische Floristische Briefe* **56**: 15-16.
- KNAPPE, J., GEISSLER, U., GUTOWSKI, A. & FRIEDRICH, G. (1996): Rote Liste der limnischen Braunalgen (Fuco-phyceae) und Rotalgen (Rhodophyceae) Deutschlands. – In: LUDWIG, G. & SCHNITTLER, M. (eds): Rote Liste gefährdeter Pflanzen Deutschlands. – *Schriftenreihe Vegetationskunde* **28**: 609-623.
- KNAPPE, J. & WOLFF, P. (2005): *Batrachospermum vogesiacum* F. W. SCHULTZ ex SKUJA (Rhodophyceae) – eine in Deutschland wenig bekannte Rotalgen-Art. – *Mitteilungen der Pollichia* **91**: 97-106.
- KNAPPE, J. & HUTH, K. (2014): Rotalgen des Süßwassers in Deutschland und in angrenzenden Gebieten. *Bibliotheca Phycologica* Bd. **118**: 142 S.; Stuttgart (Cramer).
- KÖNIG, A. (1994): Integriertes Rheinprogramm UVS Elz-Meißenheim – Wasserpflanzenkartierung (Südteil). für BfL Mühlhlinghaus. 131 S.
- KITAYAMA, T. (2014): Phenology and Morphology of the Two Freshwater Red Algae (Rhodophyta) in the Imperial Palace, Tokyo. – *Memoirs of the National Science Museum, Tokyo* **49**: 89-96.
- KRAUSE, W. (1976): Veränderungen im Artenbestand makroskopischer Süßwasser-algen in Abhängigkeit vom Ausbau des Oberrheins. – *Schriftenreihe für Vegetationskunde* **10**: 227-237.
- KRAUSE, W. & HÜGIN, G. & Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie (1987): Ökologische Auswirkungen von Altarmverbundsystemen am Beispiel des Altrheinausbaus. – *Natur und Landschaft* **62**: 9.
- KUČERA, P. & MARVAN, P. (2004): Taxonomy and distribution of *Lemanea* and *Paralemanea* (Lemaneaceae, Rhodophyta) in the Czech Republic. – *Preslia* **76**: 163-174.
- KUČERA, P., GRULICH, V., FRANKOVA, M. & BURES, P. (2008): Distribution of freshwater red algal family Lemaneaceae (Rhodophyta) in the Czech Republic: an update. – *Fottea* **8**: 125-128.
- KUSEL-FETZMANN, E. L. (1997): Algen: Zur Gefährdung der österreichischen Süßwasser-algen. – *Grüne Reihe des Lebensministeriums* **10**: 267-275

- LAUTERBORN, R. (1910): Die Vegetation des Oberrheins. – Verhandlungen des Naturhistorischen Medizinischen Vereins Heidelberg, N.F. Bd. X: 450-502.
- LAUTERBORN, R. (1917): Die geographische und biologische Gliederung des Rheinstroms, 2. Teil (Oberrhein). – Verhandlungen des Naturhistorischen Medizinischen Vereins Heidelberg 5. Abhandlung: 70 S.
- LAUTERBORN, R. (1922): Die Kalksinterbildungen an den unterseeischen Felswänden des Bodensees und ihre Biologie. – Mitteilungen des badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz 8: 209-215.
- LAUTERBORN, R. (1942): Beiträge zur Flora des Oberrheins und des Bodensees. – Mitteilungen des badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz 4: 313-321.
- LUDWIG, G., HAUPT, H., GRUTTKE, H. & BINOT-HAFKE, M. (2006): Methodische Anleitung zur Erstellung Roter Listen gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze. – BfN-Skripten, Bonn-Bad Godesberg, 191: 97 S.
- MATTERN, H. (2013): Algenfunde in Württemberg - Teil 3 – Chrysophyta (Goldalgen), Rhodophyta (Rotalgen), Phaeophyceae (Braunalgen). – Jahreshefte der Gesellschaft für Naturkunde in Württemberg 169: 201-228.
- NECCHI, O. Jr. & OLIVEIRA, M. C. (2011): Phylogenetic affinities of “chantransia” stages in members of the Batrachospermales and Thorealess (Rhodophyta). – Journal of Phycology 47: 680-686.
- PASCHER, A. & SCHILLER, J. (1925): Rhodophyta. – In: PASCHER A., SCHILLER, J. & MIGULA, W.: Heterokontae, Phaeophyta, Rhodophyta, Charophyta. – Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz Bd. 11: 135-206; Fischer, Jena.
- PAUL, G. & DOEGE, A. (2010): Rot- und Braunalgen. Rote Liste und Artenliste Sachsens. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. 31 S.
- RABANUS, A. (1916): Beiträge zur Kenntnis der Periodizität und der geographischen Verbreitung der Algen Badens. – Berichte der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg 21: 1-158.
- RegioWasser e.v., JÖRG LANGE (Hrsg.) (2009): 50 Jahre Rheinforschung. Lebensgang und Schaffen eines deutschen Naturforschers. ROBERT LAUTERBORN (1869 – 1952). – 816 S.; Lavori Verlag
- ROTT, E., HOFMANN, G., PALL, K., PFISTER, P. & PIPP, E. (1997): Indikationslisten für Aufwuchsalgen in Fließgewässern in Österreich. Teil 1: Saprobielle Indikation. – Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.
- ROTT, E., VAN DAM, H., PFISTER, P., PIPP, E., PALL, K., BINDER, N. & ORTLER, K. (1999): Indikationslisten für Aufwuchsalgen. Teil 2: Trophieindikation, geochemische Reaktion, toxikologische und taxonomische Anmerkungen. – Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.
- CHIASSON, W. B., SALOMAKI E. D. & VIS, M. L. (2014): New Collections of Freshwater Red Algae (Batrachospermales, Rhodophyta) from Historically Important Areas in France. – Cryptogamie, Algologie 35: 303-316.
- SCHAUMBURG, J., SCHRANZ, C., STELZER, D., VOGEL, A. & GUTOWSKI, A. (2012): Verfahrensanleitung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos. – Arbeitsmaterialien des Bayerischen Landesamtes für Umwelt. Stand Januar 2012. 192 S.
- SCHLENKER, G. (1908): Das Schwenninger Zwischenmoor und zwei Schwarzwald-Hochmoore in Bezug auf ihre Entstehung, Pflanzen und Tierwelt. – Mitteilungen der Geologischen Abteilung des Königlich-Württembergischen Statistischen Landesamtes 5: 279 S.; Stuttgart.
- SCHMIDLE, W. (1893): Beiträge zur Algenflora des Schwarzwaldes und der Rheinebene. – Berichte der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg 7: 68-112.
- SCHÜTZ, W. (1991): Abschlußbericht zum Raumordnungsverfahren Wyhl – Weisweil. Untersuchungen zur Gewässer- und Röhrichtvegetation. – Im Auftrag der LfU Baden-Württemberg. 96 S. (unveröff.).
- SCHWABE, A. (1987): Fluß- und bachbegleitende Pflanzengesellschaften und Vegetationskomplexe im Schwarzwald. – Dissertationes Botanicae 102: 368 S. + Karten- u. Tabellen-Anhang; Berlin-Stuttgart (Cramer).
- TÄUSCHER, L. (2004): Rote Liste der Algen des Landes Sachsen-Anhalt. – In: Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (ed.): Rote Listen Sachsen-Anhalt. – Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt 39: 34-42.
- VAN DEN HOEK, C., JAHNS, H. M. & MANN, D. G. (1993): Algen. 3. Aufl. Stuttgart (Thieme-Verlag).
- VANDERPOORTEN, A. & KLEIN, J. P. (2000): Aquatic bryophyte assemblages along a gradient of regulation in the river Rhine. – Hydrobiologia 410: 11-16.
- VIS, M. L., SHEATH, R. G. & COLE, K. M. (1996): Distribution and systematics of *Batrachospermum* (Batrachospermales, Rhodophyta) in North America. 8a. Section *Batrachospermum*: *Batrachospermum gelatinosum*. – European Journal of Phycology 31: 31-40.
- WAGNER, H.-G. (2014): Limnische Rotalgen in Berlin und Brandenburg – Kenntnisstand und Defizite). – Nationalpark-Jahrbuch Unteres Odertal 11: 35-41.
- WEHRLE, E. (1942): Algen in Gebirgsbächen am Südostrand des Schwarzwaldes. Ökologische und floristische Untersuchungen im Wutach-Gauchach-Naturschutzgebiet. – Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland 7: 128-286.
- WEHRLE, E. (1948): Badische Algen, hauptsächlich aus den Jahren 1854-1859. – Ergebnisse einer Neudurchsicht der Jack/Leiner/Stizenbergerschen Exsikkatensammlung. – Mitteilungen des badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz 5: 7-15.
- WEISSBECKER, M. (1991): Rotalgen in Fließgewässern des Odenwaldes. 25. Hess. Floristentag – Tagungsbeiträge. – Schriftenreihe Umweltamt der Stadt Darmstadt 13: 13-20.
- WEST, G. S. & FRITSCH, F. E. (1927): A Treatise on the British Freshwater Algae. – Cambridge (Cambridge University Press).

- WILMANN, O. (1968): Nachtrag zu: *Batrachospermum atrum* (HUDS.) HARV., eine für Süddeutschland neue Rotalge. – Mitteilungen des badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz, N.F. **9/4**: S. 810.
- WOLFF, P. (1999): Vegetation und Ökologie der nährstoffarmen Fließgewässer der Pfalz. – Pollichia-Buch Nr. **37**: 125 S.
- WOLFF, P. & KNAPPE, J. (2014): Die Süßwasser-Rotalgen (Rhodophyta, Rhodophyceae) im Saarland und Grenzgebieten. – Abhandlungen der Delattinia **40**: 137-160.
- ZAHN, H. (1888): Sommer um den Feldberg. – Mitteilungen des Botanischen Vereins für den Kreis Freiburg und das Land Baden **45**: 395-402.
- ZELAZNA-WIECZOREK, J. & ZIUKIEWICZ, M. (2008): *Hildenbrandia rivularis* (Rhodophyta) in Central Poland. – Acta Societatis Botanicorum Poloniae **77**: 41-47.
- ZIMMERMANN, W. (1951): Eine für Württemberg neue Rotalge (*Batrachospermum atrum* HARVEY). – Veröffentlichungen der württembergischen Landesstellen für Naturschutz und Landschaftspflege Ludwigsburg und Tübingen **20**: 247-258.

#### Internet

- Anonymus (2017): Rote Liste gefährdeter Pflanzen und Tiere des Saarlandes. Rote Liste: Rotalgen; <https://www.saarland.de/46193.htm>
- GUIRY, M. D. in GUIRY, M. D. & GUIRY, G. M. (2017): AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>.
- KELLY, M. G., KROKOWSKI, J. & HARDING, J. P. C. (2015): RAPPER: A new method for rapid assessment of macroalgae as a complement to diatom-based assessments of ecological status. – Science of the Total Environment **568**: 536-545. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.12.068>



# Die Lappland-Weide (*Salix lapponum* L.) am Feldberg (Schwarzwald) – mit einem Beitrag zur Unterscheidung von *Salix helvetica* VILL. und *S. lapponum* L. und der Erstbeschreibung der Hybride *Salix appendiculata* x *lapponum*

WALTER PLIENINGER & PETER LUTZ

## Kurzfassung

Ein unbestimmter, 1971 von FRANZ SCHUHWERK (München) am Feldberg (Südschwarzwald) gesammelter Beleg im Herbar des Staatlichen Museums für Naturkunde in Stuttgart (STU) erwies sich als *Salix lapponum*. Bei der Nachsuche konnte die Art 1997 in einem Exemplar wiedergefunden werden. In dieser Arbeit werden Unterschiede, Ähnlichkeiten und mögliche verwandtschaftliche Beziehungen zu anderen *Salix*-Arten für *Salix lapponum* und die oberflächlich ähnliche *Salix helvetica* beschrieben und diskutiert. Zusammen mit der Art wurden am Fundort auch Hybriden mit *Salix caprea* und *Salix appendiculata* gefunden, letztere (*Salix appendiculata* x *lapponum*) wird hier unter dem Binom *Salix* x *declivium* PLIENINGER als neu für die Wissenschaft beschrieben. Die standörtlichen und pflanzensoziologischen Verhältnisse (letztere durch mehrere Vegetationsaufnahmen belegt) am Fundort werden beschrieben und diskutiert. Schließlich wird der floristische Status des ungewöhnlichen Vorkommens (derzeit einziges bekanntes Vorkommen in der Bundesrepublik Deutschland) von den Autoren diskutiert.

## Abstract

**The Lapland willow (*Salix lapponum* L.) at the Feldberg (Black forest) – with information on distinguishing characters of *Salix helvetica* Vill. and *S. lapponum* L. and the first description of the hybrid *Salix appendiculata* x *lapponum***

After the discovery and determination of a specimen of *Salix lapponum* collected in 1971 by F. SCHUHWERK on Feldberg mountain (Southern Black Forest) in the herbarium of the Natural History Museum Stuttgart (STU), the site was visited by both authors in 1997; a single plant of the species was found again. In this paper differences, similarities and possible relationships to other *Salix* species are discussed for *Salix lapponum* and the superficially similar *Salix helvetica*. Along with the pure species hybrids with *Salix caprea* and *Salix appendiculata* were found at the site, the latter (*Salix appendiculata* x *lapponum*) being new to science and described under the binomial *Salix* x *declivium* PLIENINGER. Environmental and phytosociological conditions of the site are described and discussed. Furthermore,

the question of the floristic status for this unusual occurrence, currently the only one known in Germany is discussed by the authors.

## Autoren

WALTER PLIENINGER, Schwaigerner Straße 14, D-74226 Nordheim, Tel.: +49 7133/9 29 85 55;  
E-Mail: walter\_plieninger@web.de  
PETER LUTZ, Hannah-Arendt-Weg 2, D- 79111 Freiburg, Tel.: +49 761/4 56 56 08 und 3 80 53 15;  
E-Mail: pr.lutz@gmx.de

## 1 Entdeckungsgeschichte

Im Winter 1996/97 wurde vom Erstautor im Herbar des Staatlichen Museums für Naturkunde in Stuttgart (STU) das Material zur Gattung *Salix* durchgeschaut. Dabei fiel das Hauptaugenmerk vor allem auf die Mappen mit noch unbestimmtem Material („*Salix* spec.“). Neben leicht bestimmbar Material befanden sich darin auch einige besondere Belege. Am interessantesten erschien ein Beleg mit dem Schematext: „8114/1(?) Feldberg, Zastlerkar Höhe 1300 m, 3.7.1971, leg. F. SCHUHWERK.“

Bei genauer Betrachtung des Belegs entstand sofort der Verdacht, es könnte sich um *Salix lapponum* handeln. ARNO WÖRZ (Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart), der von dem Verdacht informiert wurde, empfahl, sich mit dem Sammler in Verbindung zu setzen. Dabei stellte sich Folgendes heraus: FRANZ SCHUHWERK (1997 Wissenschaftler an der Botanischen Staatssammlung München, inzwischen verstorben) hatte die Weide tatsächlich auf dem Feldberg gefunden, konnte sie aber nicht bestimmen und schickte sie deshalb ans Naturkundemuseum nach Karlsruhe. Von dort gelangte sie nach Stuttgart und in die „*Salix* species“-Mappe. Obwohl der Fund schon lange zurücklag, konnte FRANZ SCHUHWERK

eine hervorragende Fundortskizze aus dem Gedächtnis erstellen.

Mit Hilfe der Fundortskizze gelang am 31.8.1997 der „Wiederfund“ der 1971 entdeckten Pflanze(n). Außerdem fand GEROLD HÜGIN etwa 0,5 km weiter westlich eine weitere Population von „*lapponum*-artigen“ Weiden. Durch Exkursionen konnte ein (vorläufiges) Bild der Verbreitung, Häufigkeit und taxonomischen Zuordnung von „*lapponum*-artigen“ Weiden am Feldberg gewonnen werden. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass in dem unübersichtlichen, schwer zugänglichen Terrain noch weitere Einzelpflanzen oder gar Populationen vorkommen. Alle bisherigen Funde liegen in dem nach Norden exponierten Zastlerkar oberhalb von 1.350 m ü.NN.

Der Vergleich der bisher gefundenen Exemplare untereinander und mit Belegexemplaren von *Salix lapponum*, *S. helvetica* und Hybriden dieser Arten aus den Herbarien in Stuttgart (STU), Karlsruhe (KR), Greifswald (GFW) und Wien (W) sowie die Revision von Belegen durch R. D. MEIKLE (England) und Frau I. BELAEVA (Russland) ergab folgendes Bild: Neben *Salix lapponum* kommen auch Hybriden dieser Art mit *S. appendiculata* und *S. caprea* vor. Während die Hybride mit *S. caprea* aufgrund der großflächigen Überschneidung der Areale beider Arten gelegentlich auftritt und auch schon länger bekannt ist (vgl. z.B. WIMMER 1866: 193), war die Hybride von *S. lapponum* mit der erstgenannten Art bisher nicht bekannt, da angenommen worden war, dass sich die Areale der beiden Arten nicht über-

schneiden (vgl. TISON & FOUCAULT 2014: 1036). Diese erstmals beobachtete Hybride wird unten beschrieben.

## 2 *Salix helvetica* oder *Salix lapponum*?

Bei den Recherchen zu *Salix lapponum* wurde auch von verschiedenen Seiten vermutet, es könnte sich um *Salix helvetica* handeln, oder diese beiden Arten wären so ähnlich, dass eine Trennung kaum möglich sei. Tatsache ist, dass die beiden Arten seit der Beschreibung der Sectio Villosae durch den schwedischen Weidenforscher N. J. ANDERSSON (1868: XVI, 2: p. 275) in der Literatur fast durchweg in diese Sektion gestellt wurden, meistens unter Betonung ihrer großen Ähnlichkeit. Dennoch lassen sie sich an ausreichendem Herbarmaterial immer ohne Probleme unterscheiden. Hinzu kommt, dass ausgerechnet die gemeinsamen Merkmale auch bei mehreren Arten aus anderen Sektionen auftreten, während die trennenden Merkmale entweder (bei *Salix lapponum*) in eine bestimmte Richtung weisen, oder (bei *Salix helvetica*) diffus in mehrere Richtungen.

In Tabelle 1 sind die gemeinsamen und die trennenden Merkmale von *Salix helvetica* und *S. lapponum* dargestellt. Durch ein „→“ wird auf Arten verwiesen, die das entsprechende Merkmal ebenfalls identisch oder sehr ähnlich aufweisen, in Klammern wird deren Sektionszugehörigkeit nach der Zusammenstellung bei HÖRANDL (1992: 145 ff.) oder, falls Arten dort nicht vorhanden, bei BÜCHLER (1996) genannt.

Tabelle 1. Merkmalsübersicht *Salix helvetica*/*Salix lapponum*.

Merkmale	<i>Salix helvetica</i>	<i>Salix lapponum</i>
<b>Vegetative Merkmale</b>		
Lentizellen (an 2-jährigen Zweigen unter den Blattbasen)	± linsenförmig, kaum > 1 mm hoch	rundlich bis breit länglich, 1,5-2 mm hoch → <i>S. viminalis</i> (Vimen) sehr ähnlich
Knospen	Blüten- und Blattknospen ähnlich, äußerlich höchstens an der Größe zu unterscheiden. Verkehrt-eiförmig bis fast halbkugelig, vorne breit abgerundet, mit abstehenden, geraden Haaren, diese länger bleibend als die Behaarung der Zweige → weitere alpine Arten (z.B. <i>S. appendiculata</i> und <i>S. lanata</i> ) mit ähnlichen Knospen	Blüten- und Blattknospen deutlich ver- schieden, äußerlich auch an Form und Farbe zu unterscheiden: Blütenknospen > 8 mm lang, eiförmig, bis eilänglich, gelbbraun oder rötlichbraun, auch adaxial deutlich gewölbt, rasch verkahlend Blattknospen 5-6 mm lang, schmal länglich, allmählich stumpf zugespitzt, z.T. deutlich geschnäbelt, schwärzlich, nur abaxial gewölbt (adaxial ± flach), locker spinnwebig behaart → <i>S. viminalis</i> (Sectio Vimen), Form ähn- lich, Behaarung und Färbung abweichend

Merkmale	<i>Salix helvetica</i>	<i>Salix lapponum</i>
Frühblätter	unterseits mit langen (mehrere mm) seidigen, stark glänzenden Haaren → <i>S. glauca</i> s.l. (Sectio Glaucae)	unterseits mit kürzeren, nur schwach glänzenden Haaren
Blattstellung unterstes Frühblatt (vgl. BÜCHLER 1996: 35 ff.)	ca. 90° → <i>S. viminalis</i> (Sectio Vimen), <i>S. daphnoides</i> (Sectio Daphnella), <i>S. purpurea</i> (Sectio Helix), <i>S. repens</i> (Sectio Incubaceae), außerdem <i>S. exigua</i> und <i>S. interior</i> (Sectio Longifoliae) aus Nordamerika (alle Angaben nach BÜCHLER loc. cit.)	ca. 90° → wie bei <i>S. helvetica</i>
Behaarung Sommerblätter	Meist nur gekrümmte, verwobene, einen dichten Wollfilz bildende Haare vorhanden, selten Behaarung der Frühblätter (s.o.) auch an Sommerblättern ausgebildet → <i>S. eleagnos</i> (Sectio Canae), <i>S. salviifolia</i> (Sectio Capreae); in Nordamerika treten nach BUSER (1940: 596 f.) auch Arten auf, die die (Behaarungs?) Merkmale der Sektionen Capreae, Canae und Villosae kombinieren	Behaarung gemischt: gerade, nur etwas wellige (aber nicht glänzende!) Haare hauptsächlich auf den Nerven, dicht verwobene, filzbildende Haare zwischen den Nerven → nur letztere ähnlich wie bei <i>S. helvetica</i>
Blattrand	Meist (diese selten auch fehlend!) mit schwarzen Drüsenzähnen am ansonsten ganzrandigen, flachen Blattrand (→) ähnlich <i>S. eleagnos</i> (Sectio Canae)	Nie mit Drüsenzähnen am ganzrandigen Blattrand, dieser deutlich nach unten umgerollt → <i>S. viminalis</i> (Sectio Vimen)
Färbung Blattoberseite	Schwach bis stark glänzend, beim Trocknen sich meist hell- bis schwarzbraun verfärbend	Immer matt, beim Trocknen ohne Verfärbung, höchstens Frühblätter gelblich werdend
Nervatur	Oberseits fast plan bis gleichmäßig (Nerven 1. bis 3. Ordnung) schwach eingesenkt, unterseits gleichmäßig schwach erhaben	Oberseits nur die Nerven 1. Ordnung (meist deutlich) eingesenkt, unterseits nur diese deutlich erhaben
<b>Generative Merkmale (Blüten)</b>		
Nektarium	ca. 0,6 mm lang und bis 0,3 mm breit → zahlreiche <i>Salix</i> -Arten mit ähnlich geformten Nektarien	mindestens 1 mm lang und höchstens 0,2 mm breit, lineal → <i>S. viminalis</i> (Sectio Vimen), <i>S. daphnoides</i> (Sectio Daphnella) <i>S. arbuscula</i> (und weitere Arten der Sectio Arbuscella)
Fruchtknoten	kurz gestielt (bis etwa 0,5 mm), stumpf eiförmig, Behaarung dicht webfilzig	sitzend bis sehr kurz (< 0,2 mm) gestielt, spitz eiförmig, Behaarung lockerer als bei <i>S. helvetica</i> → Form und fehlender Stiel wie bei <i>S. viminalis</i> (Sectio Vimen)
Griffel und Narben	Griffel eher kurz bis lang (0,5 -1,5 mm), meist zumindest nahe der Spitze, nicht selten auch bis fast zur Basis geteilt, Narben von mittlerer Länge (bis ca. 0,5 mm), beide dunkel (rot) braun bis schwarz gefärbt → Teilung Griffel und Färbung Griffel und Narben wie bei <i>S. glauca</i> (Sectio Glaucae)	Griffel immer lang (> 1 mm), nicht geteilt, Narben lang (0,7-1 mm), fadenförmig, gelblich oder hellrötlich → <i>S. viminalis</i> (Sectio Vimen)
Antheren	eiförmig, gelblich-rötlich	länglich, vor der Anthese rötlich, dann gelb, nach der Anthese bleigrau bis schwärzlich

Auffällig ist die Übereinstimmung von *Salix lapponum* mit *Salix viminalis* in vielen Einzelmerkmalen. In deren Verwandtschaft wurde sie bereits von WIMMER (1866: 38 ff.) gestellt, die Verwandtschaft mit *Salix helvetica* ist nach der Morphologie zu urteilen nicht sehr eng. Noch auffälliger werden die Unterschiede dieses vermeintlichen „Artenpaares“, wenn man sie in Relation zu den tatsächlich vikariierenden arktisch-alpinen Artenpaaren *S. arbuscula*-*S. foetida*, *S. myrsinites*-*S. breviserrata*, *S. glauca*-*S. glaucosericea* und *S. phylicifolia*-*S. hegetschweileri* setzt. Diese Arten sind tatsächlich so ähnlich, dass sie z.B. noch von BUSER (1940) nicht getrennt wurden. Hier sind auch die Areale (Skandinavien/Alpen) so aufgebaut, dass eine Trennung der Sippen nach der Eiszeit und die darauffolgende Ausbildung meist geringfügiger und eher schwankender Differentialmerkmale durch Gendrift plausibel erscheint.

Ganz anders sind die Verhältnisse bei *Salix helvetica* und *S. lapponum*. Erstere besitzt nach FLODERUS (1943) drei disjunkte, weit entfernte Teilareale mit jeweils eigenen Unterarten (subsp. *helvetica* in den Alpen, subsp. *marrubifolia* in den Karpaten und subsp. *krylovii* in Zentralasien). Dieses könnte man durchaus als Indizien für ein vergleichsweise hohes phylogenetisches Alter werten. Das gilt wahrscheinlich auch, wenn man diese Sippen als Arten einstuft, da sie wohl untereinander enger verwandt sind als mit *Salix lapponum* und bei dieser Einstufung als *Salix helvetica*-Aggregat zusammengefaßt werden können. Letztere hat dagegen ein geschlossenes boreales Areal von Skandinavien bis Sibirien und außerdem mehrere vorgeschobene, disjunkte Areale (Schottland, Französisches Zentralmassiv, Pyrenäen\*, Sudeten, Bulgarien). Eine Trennung in Unterarten oder Kleinarten ist hier offensichtlich nicht möglich, einzelne abweichende Typen haben offensichtlich keine eigenständige Verbreitung erlangt, insgesamt sprechen die chorologischen Verhältnisse für ein relativ geringes phylogenetisches Alter. Bei einer polytopen Entstehung aus *Salix helvetica* wäre es schon sehr verwunderlich, dass sich z.B. die *S. lapponum* des Französischen Zentralmassivs genauso deutlich von *S. helvetica* unterscheidet wie die skandinavischen Pflanzen. Die umgekehrte Annahme (die Unterarten von *Salix helvetica* sind polytop aus *S. lapponum* entstanden) könnte zwar eventuell die Ausbildung dreier Unterarten oder Kleinarten von *S. helvetica* in drei Teilarealen erklären, aber wiederum kaum die Tatsache, dass die *S. lapponum* des Franzö-

sischen Zentralmassivs sich so deutlich von der *S. helvetica* der Alpen unterscheidet. Besonders interessant sind die Verhältnisse im Areal von *Salix helvetica* subsp. *marrubifolia*. Vom Verfasser gesehene Belege ähneln auf den ersten Blick (Blattform und -farbe, Behaarung) täuschend *S. lapponum*, beim näheren Hinsehen zeigen sie aber alle wesentlichen *helvetica*-Merkmale! Da nach FLODERUS (1943) sich in diesem Gebiet die Areale von *Salix helvetica* und *S. lapponum* überschneiden und offensichtlich auch Hybriden auftreten, könnte es sich bei der eigentümlichen Merkmalskombination um eine Folge dieser Einkreuzungen handeln, möglicherweise handelt es sich aber auch um Konvergenzerscheinungen, zu denen noch der Effekt gelegentlicher Hybridisierung hinzukommt.

### 3 Fundortverzeichnis von *Salix lapponum* und ihrer Hybriden auf dem Feldberg

Die bisher gefundenen Individuen von *Salix lapponum* und ihrer Hybriden mit *S. appendiculata* und *S. caprea* wachsen an zwei Stellen an der Nordseite des Feldbergs. Beide liegen auf TK 8114 im Viertelquadranten 11. In Klammern sind die Sammelnummern des Erstautors (Pl...) genannt.

A.: Ostteil „Osterrain“

- 1) unterer Karboden
- 1a) *S. lapponum* weiblich, kleineres Polykormon (Pl 3308, s. Abb. 1)
- 1b) *S. appendiculata* x *lapponum*, männlich, großes Polykormon (Pl 3309, s. Abb. 2)
- 2) Hang wenig oberhalb 1
- 2a) *S. appendiculata* x *lapponum*, jüngeres Ex., Geschlecht? (Pl 3310)
- 3) oberhalb 2, schwach geneigte Verebnung
- 3a) *S. caprea* x *lapponum*, mehrere jüngere Ex., mindestens 2 bereits blühfähig, weiblich (?), ca. 5 noch nicht blühende Ex. (Pl 3586 und 3587)

B.) Westteil „Osterrain“

- 1) *S. appendiculata* x *lapponum*, ca. 10 Ex. mittleren Alters, soweit blühend durchweg weiblich (Pl 3911)

### 4 Beschreibung der Hybride

#### *Salix appendiculata* x *lapponum*

*Salix* x *declivium* PLIENINGER (*Salix appendiculata* x *lapponum*)



Abbildung 1. Zweig von *Salix lapponum*, weibliches Polykormon, Fundortverzeichnis A1a (Juli 2016). – Alle Fotos: P. Lutz.



Abbildung 2. Zweig von *Salix appendiculata* x *lapponum*, männliches Polykormon, Fundortverzeichnis A1b (Juli 2016).

Habitat: In declivibus septentrionalibus montis „Feldberg“ non procul Friburgium Brisgoviae in Silva nigra australis.

Wuchsort: An nordexponierten Abhängen des „Feldbergs“, nicht weit von Freiburg im Breisgau im südlichen Schwarzwald.

### Diagnosıs

Differt a *Salix lapponum* lenticellis lenticularibus vel suborbicularibus inconspicuis diametro non ultra 1 mm, gemmis ramulisque glabrescentibus, indumento foliorum minus dense, nervorum rete subtus evidenter prominente, nectariis brevioribus et latoribus, germinibus pedicellatis et stylis stigmatibusque brevioribus. Differt a *Salix appendiculata* foliis minoribus, indumento subvillosa, nervorum reti subtus minus prominenti, iulis masculinıs maioribus, antheris apicem versus plumbagineis vel atratis, pedicellis germinarum multo brevioribus et stylis stigmatibusque longioribus. *Salix aurita* x *lapponum* differt foliis minoribus, supra +- rugulosis, stylis stigmatibusque brevioribus. *Salix caprea* x *lapponum* differt ra-

mulis strictioribus et longioribus, foliis plerumque in medio vel infra medio latissimis, ad basin +- rotundatis, colore frondis saturate viridis, gemmis ovatis acutis, lateralibus carinatis.

### Diagnose

Unterscheidet sich von *Salix lapponum* durch linsenförmige oder fast rundliche, unauffällige Lenticellen mit einem Durchmesser von maximal 1 mm, verkahlende Knospen und Zweige, eine weniger dichte Blattbehaarung, eine unterseits deutlicher hervortretende Nervatur, ein kürzeres und breiteres Nektarium, gestielte Fruchtknoten und kürzere Griffel und Narben. Unterscheidet sich von *Salix appendiculata* durch kleinere Blätter, eine schwach filzige Behaarung, eine unterseits weniger hervortretende Nervatur, größere männliche Blütenkätzchen, Antheren, die zur Spitze hin bleigrau oder schwarz sind, viel kürzere Fruchtknotenstiele und längere Griffel und Narben. *Salix aurita* x *lapponum* unterscheidet sich durch kleinere oberseits +- runzlige Blätter und kürzere Griffel und Narben. *Salix caprea* x

*lapponum* unterscheidet sich durch straffere und längere Äste, an der Basis abgerundete Blätter, deren größte Breite in oder unter der Mitte liegt und die oberseits sattgrün sind, außerdem durch eiförmige, spitze, an den Seiten gekielte Knospen.

Typus: STU, leg. WALTER PLIENINGER, 28.8.1999, isotypus in herbario W. PLIENINGERI (sub No. 3911).

### 5 Vorkommen und Standort

Die Fundorte von *Salix lapponum* und der Hybride befinden sich in den höchsten Lagen des Feldbergs. Sie liegen alle im Zastlerkar, in einer nach Norden exponierten, steilen Karmulde; es wird wegen der Steilheit des Geländes auch „Zastler Loch“ genannt (Teilbereiche tragen auch den Gewannnamen „Osterrain“). Es handelt sich um ein in den Eiszeiten entstandenes Treppenkar (LIEHL 1982), das als sehr naturnah gilt und eines der Kerngebiete des Naturschutzgebiets

„Feldberg“ darstellt. Die unmittelbar am Feldberggipfel (1.493 m ü. NN) ansetzende Mulde fällt nach Norden hin in mehreren abgeflachten Stufen, die sich als unvollständig ausgebildete Karböden interpretieren lassen, bis zur Zastler Hütte (1.256 m ü. NN) ab. Den geologischen Untergrund bilden verschiedene, sauer verwitternde und vergleichsweise basenarme Gneise, auf denen wenig bewegter Moränenschutt liegt.

Die oberen Karböden auf ca. 1.400 m Höhe, in deren Bereich sich die Vorkommen von *S. lapponum* befinden, sind zumeist sehr feuchte Standorte, da der durchschnittliche Jahresniederschlag im Gipfelbereich etwa 1.900 mm beträgt. Zusätzlich strömt den sumpfigen Verebnungen aus zahlreichen Quellen und Rinnsalen beständig Wasser zu. Die Standorte in der nach Norden hin offenen Karmulde sind geprägt von langer Schneebedeckung und einer kurzen Vegetationszeit von nur wenigen Monaten (Mai/Juni bis September/Okttober), von hohen Nie-



Abbildung 3. Bestand der Lappland-Weide im Zastlerkar – rechts in Vordergrund *Salix appendiculata* x *lapponum*, links dahinter *Salix lapponum*; im Vordergrund links offene Niedermoor-Vegetation (Juli 2016).

derschlagen, niedrigen Tagestemperaturen und nächtlicher Auskühlung. Insgesamt herrscht im Zastlerkar ein ausgesprochen feucht-kühles Lokalklima.

Bis 1938 wurde das Zastlerkar beweidet (ZIMMERMANN 1991). Seitdem sind die Flächen ungenutzt. In den fast 80 Jahren hat sich eine „parkartige“ Landschaft entwickelt. Sie besteht aus Fichtengruppen, die auf felsigen Erhöhungen und Rippen wachsen. Zwischen den Gehölzen breitet sich ein Mosaik feldbergtypischer Vegetation aus, das von ZIMMERMANN (1991) erfasst wurde. Die Verebnungen zwischen den Baumgruppen sind wegen des hohen Wasserdargebots vermoort und tragen den für die Hochlagen des Feldbergs kennzeichnenden Alpenhelm-Braunseggensumpf (*Bartsio-Caricetum fuscae*); waserführende Rinnen werden von Hochstaudenfluren eingenommen.

Die Bestände von *Salix lapponum* wachsen im Zastler Loch auf Niedermoorstandorten an offenen, vegetationsarmen Stellen (Abb. 3). Der größte Bestand und die Vegetation der nahen Umgebung wurden anhand von pflanzensoziologischen Aufnahmen nach BRAUN-BLANQUET dokumentiert (A1a und b im Fundortverzeichnis, Tab. 2). Das recht dicht zusammenschließende Gehölz hat eine etwa elliptische Form mit einer Größe von 10 m x 15 m. Die polykormischen Weidenbüsche sind von Beständen des Alpenhelm-Braunseggensumpfs und Hochstaudenfluren umgeben. Aufnahmen aus dem Umfeld

der Weidengebüsche zeigen die typische Artenzusammensetzung der Niedermoorvegetation mit etlichen feldbergtypischen Glazialpflanzen (Aufn. 1 und 2 in Tab. 2). Anhand von Aufnahmen aus dem Randbereich des Gebüschs (Aufn. 3 und 4) wird deutlich, dass *S. lapponum* mit den niederliegend-aufsteigenden Trieben in der Lage ist, in die Niedermoorvegetation vorzudringen. Diese Tendenz ist allerdings gering, weil sich der beobachtete Bestand in den vergangenen ca. zwanzig Jahren nicht merklich ausgedehnt hat. Im leicht beschatteten Randbereich des Weidengebüchs halten sich die Niedermoorarten recht gut. Wenn sich das Blätterdach des bis ca. 1,8 m hoch aufwachsenden Weidengebüchs schließt, fallen die lichtbedürftigen, niederwüchsigen Arten, die für den Alpenhelm-Braunseggensumpf und die subalpinen Borstgrasrasen kennzeichnend sind, weitgehend aus (Aufn. 5-10). Im dichten Gebüsch halten sich die Hochstauden und bilden eine locker stehende Krautschicht. Sie sind im Halbschatten im Vergleich zu den angrenzenden Flächen deutlich schlechter entwickelt, bleiben vorwiegend vegetativ und blühen deutlich weniger als außerhalb des *Salix lapponum*-Gebüschs. Weitere Gehölzarten spielen kaum eine Rolle.

In den verschiedenen europäischen Floren, die *Salix lapponum* erwähnen, gibt es Hinweise zum Standort der Art. Sie berichten aus verschiedenen europäischen Gebirgen von einer ähnlichen ökologischen Einnischung der Art an sehr

Tabelle 2. Vegetationsaufnahmen mit *Salix lapponum* und Hybride im Zastlerkar.

Aufnahme	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aufnahmenummer	05-II	1-16	98-3b	05-I	98-2	98-1	05-III	05-IV	05-V	98-3a
Datum	15.09. 2005	04.08. 2016	07.09. 1998	15.09. 2005	07.09. 1998	07.09. 1998	15.09. 2005	15.09. 2005	15.09. 2005	07.09. 1998
Fläche (m <sup>2</sup> )	12	15	12	10	15	15	20	20	25	9
Artenzahl	22	21	23	23	10	11	14	9	10	19
Lage zum <i>Salix</i> -Bestand	außen	außen	Rand	Rand	innen	innen	innen	innen	innen	innen
<i>Salix lapponum</i> bzw. Hybride <i>Salix appendiculata</i> x <i>lapponum</i>	.	.	2b	3	4	5	4	4	5	5
<i>Carex nigra</i>	3.3	2b.3	2a.1	2a.1	.	.	1.1	.	.	.
<i>Potentilla erecta</i>	2a.2	2a.3	2a.2	2b.3	.	.	1.1	.	.	1.1
<i>Bartsia alpina</i>	2m.1	2m.1	+1	1.1	.	.	.	.	.	.
<i>Trichophorum cespitosum</i>	+1	1.3	1.3	1.3	.	.	.	.	.	.



feuchten bis moorigen Stellen. WIMMER (1866: 39) meldet die Art in Nordeuropa von quelligen Orten, Sümpfen und „subalpinen Hangquellmooren“, die den Verhältnissen im Zastlerkar am Feldberg recht gut entsprechen. Ausdrücklich berichtet WIMMER auch über ein Vorkommen von *S. lapponum* an den Tafelsteinen im Altvatergebirge (Ostsudeten, im nordöstlichen Tschechien), das HAMPEL (1999) bestätigte. Für das Teilareal in den Sudeten führt KOČI (2007: 118 f.) u.a. „wet places around springs“ und „depressions with heavy snow accumulation“ als Standorte des *Salicetum lapponum* ZLATNÍK 1928 auf. RECHINGER in HEGI (1981, Bd. III, 1: 115) gibt ebenfalls Moore, sumpfige und quellige Stellen als Standorte an, LAUTENSCHLAGER-FLEURY (1994: 156) erwähnen die Art von „feuchtem Gelände und Gewässerrändern vorwiegend auf Urgestein.“ MEIKLE (1984: 148) hingegen verortet *S. lapponum* in Schottland eher an felsigen Stellen im Gebirge, ohne jedoch nähere Angaben zum Wasserhaushalt zu machen. Für Skandinavien gibt HEDREN (2000: 171) allgemein feuchte Standorte und eine Indifferenz zur Bodenreaktion („wet places; indifferent to soil reaction“), dann aber auch spezieller u.a. neben „bogs“ und „fens“, „swampy forest“ (was in etwa dem Standort am Feldberg entspricht) und „forest margins“ an.

## 6 Status der Vorkommen

Der Status der Vorkommen ist schwer zu beurteilen. Einerseits spricht die gründliche Erforschung der Feldbergflora durch frühere Botaniker-Generationen gegen ein alleinheimisches Vorkommen und eher für eine Ansalbung. Da die beiden größten Sträucher (A1a und A1b) schon 1971 von FRANZ SCHUHWERK als „große Polykormone“ aufgefunden wurden, müsste die Ansalbung wahrscheinlich vor 1950 stattgefunden haben. Die Hybride *S. appendiculata* x *lapponum* müsste dann aus dem angesalbten weiblichen Exemplar von *S. lapponum* und einem männlichen Exemplar von *S. appendiculata* (in der näheren Umgebung mangels geeigneter Standorte fehlend) vor Ort entstanden sein, da sich die Areale beider Arten wahrscheinlich (s.o.) nicht überlappen. Andererseits erscheint die Motivation des (potentiellen) Ansalbers unklar. Ein Fund wurde nie publiziert, eine dauerhafte „Bereicherung“ der (sowieso schon sehr reichhaltigen) Flora des Feldbergs hätte die Pflanzung mindestens eines weiblichen und eines männlichen Exemplars erfordert. HÜGIN (2005) bezweifelt grundsätzlich

das Indigenat der Art am Feldberg und sieht vor allem in der kleinen, sich kaum ausbreitenden Population einen Hinweis auf eine (menschliche) Neuansiedlung.

Eine rezente Ansammler durch Fernflug von Samen aus dem französischen Teilareal erscheint statistisch gesehen ziemlich unwahrscheinlich, ist aber natürlich nicht völlig auszuschließen. Obwohl sich sicher Widerspruch anderer Kenner regen wird, könnte nach Meinung der Autoren ein Überdauern seit dem Ende der Eiszeit durchaus möglich sein. Ähnliche Arealbilder weisen beispielsweise *Cicerbita plumieri* und *Epilobium duriaei* auf, jedoch treten diese Arten auch in den Vogesen auf (vgl. HÜGIN (2005): 150 f.).

Das Zastlerkar an der Nordseite des Feldbergs besitzt ein unübersichtliches und naturnahes Vegetationsmosaik, eine systematische Durchforschung jeder freien Fläche hat vielleicht noch nicht stattgefunden. Die jüngste vegetationskundliche Bearbeitung des Gebietes fand durch ZIMMERMANN (1991) statt. Es ist verwunderlich, dass die mehr oder weniger auffälligen, bis ca. 1,8 m hohen Büsche dabei übersehen wurden. Die Erfahrung zeigt aber, dass man häufig nur das erkennt, was man auch erwartet.

FRANZ SCHUHWERK (in litt.) konnte beim Fund der Pflanze keinerlei Anzeichen einer Störung in der näheren Umgebung feststellen, was die Autoren durch eigene Beobachtungen bestätigen. Eine spontane Ansiedlung von *Salix*-Hybriden (Population B1, s.o.) in einer Entfernung von 0,5 km von der Mutterpflanze erscheint nach den Erfahrungen des Erstautors (vgl. dazu auch BUSER (1940: 618 f.)) äußerst unwahrscheinlich. Auch dies spricht für weitere, unentdeckte oder inzwischen erloschene Vorkommen von *Salix lapponum* am Feldberg.

Ein weiterer, bei Weiden oft vernachlässigter Aspekt ist die Frage der Verjüngung. Nach alten Bildern und Berichten zu urteilen, war die Vegetation auf dem Feldberg und wahrscheinlich auch an den für *Salix lapponum* geeigneten nassen Standorten deutlich lückiger. Das heute sehr naturnah erscheinende Zastlerkar war bis in die 1930er Jahre zumindest sporadisch beweidet (ZIMMERMANN (1991)). Vor allem die stärker feuchtigkeitsbedürftigen Weiden benötigen aber für ihre Verjüngung vegetationsarme Flächen. Es erscheint deshalb nicht ausgeschlossen, dass unter besseren Bedingungen früher eine kleine Population von *Salix lapponum* (aus beiden Geschlechtern) an verschiedenen, geeigneten Stellen am Feldberg existierte, die durch die

Verschlechterung der Verjüngungsmöglichkeiten allmählich ausstarb bzw. „weghybridisiert“ wurde. Ähnliche Fälle sind von anderen reliktschen *Salix*-Arten (u.a. *Salix myrtilloides* am einzigen Fundort in der Schweiz) bekannt (LAUTENSCHLAGER-FLEURY 1994). Eine sichere Bewertung der Statusfrage wäre wahrscheinlich nur durch Funde von fossilen Großresten (Blätter oder Zweige mit Knospen) in den Hochlagenmooren des Feldbergs (z.B. im Baldenweger Moor) möglich. So muss der Status der Art am Feldberg – autochthon oder von interessierter Seite eingebracht – noch ungeklärt bleiben.

### Dank

Unser besonderer Dank gilt posthum FRANZ SCHUHWERK, dessen aufmerksames „Finderauge“ das Vorkommen von *Salix lapponum* auf dem Feldberg zuerst entdeckt hat. Zudem möchten wir GEROLD HÜGIN und ARNO BOGENRIEDER (beide: Freiburg) für Exkursionsbegleitungen und interessante Diskussionen danken. Nicht zuletzt gilt der Dank Herrn R. D. MEIKLE (Großbritannien) und Frau I. BELAEVA (Russland) für die Revision von Belegexemplaren vom Feldberg, außerdem ANDREAS KLEINSTEUBER (Karlsruhe) und MICHAL HRONEŠ (Tschechische Republik) für weitere wertvolle Hinweise.

### Literatur

- ANDERSSON N. J. (1867): Monographia Salicum hucusque cognitarum. – Kongl. Svenska Vetenskapsakad. Handl. **6**(1): 1-180.
- BÜCHLER, W. (1996): Phyllotaxis and morphology of proximal leaves on vegetative axillary shoots of *Salix* and their systematic implications. – *Botanica Helvetica* **106**(1): 31-44.
- BUSER, R. (1940): Kritische Beiträge zur Kenntnis der schweizerischen Weiden (verfasst 1883, herausgegeben 1940 von WALO KOCH). – *Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft* **50**: 567-788.
- FLODERUS, B. (1943): *Salix helvetica* VILLARS and its subspecies and hybrids. – *Svensk Botanisk Tidskrift*. **37**(1): 73-80.
- HAMPEL, R. (1999): Die Tafelsteine vom Altvater. – *Altvater, Zeitschrift des MSSGV* **118**: 33-35.
- HEDRÉN, M. (2000): *Salix lapponum*. – In: JONSELL, B.; KARLSSON, T. (eds): *Flora Nordica*, Vol. 1. Lycopodiaceae to Polygonaceae: 170 f. – 368 S.; The Bergius Foundation, The Royal Swedish Academy of Sciences, Stockholm.
- HÖRANDL, E. (1992): Die Gattung *Salix* in Österreich (mit Berücksichtigung angrenzender Gebiete). – *Abhandlungen der zoologisch-botanischen Gesellschaft in Österreich* **27**: 170 S.
- HÜGIN, G. (2005): Die Hochlagenflora (Farn- und Samenpflanzen) des Schwarzwalds und der Vogesen – Kritische Anmerkungen zur Reliktfrage und zum Indigenat von Glazialpflanzen – *Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft* **75**: 109-168.
- Kočí, M. (2007): ADD02 Salicetum lapponum ZLATNÍK 1928. – In: CHYTRÝ, M. (ed.): *Vegetace České republiky. 1. Travinná keříčkova vegetace* [Vegetation of the Czech Republic, 1. Grassland and Heathland Vegetation]: 118-119; Praha (Academia).
- LAUTENSCHLAGER-FLEURY, D. & E. (1994): Die Weiden von Mittel- und Nordeuropa. – 171 S.; Basel, Boston, Berlin (Birkhäuser).
- LIEHL, E. (1982): Landschaftsgeschichte des Feldberggebiets – In: LfU Karlsruhe (ed.): *Der Feldberg im Schwarzwald. – Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs* **12**: 13-147.
- MEIKLE, R.D. (1984): *Willows and Poplars of Great Britain and Ireland*. BSBI Handbook No. 4. – 198 S.; London (Botanical Society of the British Isles).
- NEUMANN, A. (1981): Die mitteleuropäischen *Salix*-Arten. – 152 S.; Wien (Forstliche Bundesversuchsanstalt, Kommission: Österreichischer Agrar-Verlag).
- OBERDORFER, E. (2001): *Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiete*. – 1051 S.; Stuttgart (Ulmer).
- WIMMER, F. (1866): *Salices Europaeae*. – 287 + XCII S. Breslau (Vratislavia).
- RECHINGER, K.-H. (1981): *Salix* L. – In: HEGI (Begr.) Hrsg. WAGENITZ, G.: *Illustrierte Flora von Mitteleuropa*, Bd. III,1, (3. Aufl.): 44-135, Berlin und Hamburg (Paul Parey).
- TISON, J.-M. & DE FOUCAULT, B. (Eds) (2014): *Flora Gallica. Flore de France*. – 1165 S. Mèze (Biotope Éditions).
- ZIMMERMANN, C. (1991): Gutachten über die Vegetation und Flora der Gebiete St. Wilhelmer Weide, ehemalige Zastler Weide und ehemalige Lenzkircher Weide im Naturschutzgebiet Feldberg. – 54 S., Freiburg (unveröff. Gutachten für die Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege).

# Ein Beitrag zur Taxonomie von drei Psychidae-Arten aus der Unterfamilie Epichnopteriginae aus der entomologischen Sammlung des Staatlichen Museums für Naturkunde Karlsruhe (Lepidoptera, Psychidae)

WILFRIED R. ARNSCHEID

## Kurzfassung

Der Lectotypus von *Canephora sieboldii* REUTTI, 1853, wird festgelegt. Es wird darüber hinaus gezeigt, dass der Holotypus von *Psychidea balcanica* WEHRLI, 1933, vom Autor selbst festgelegt wurde und dass somit die Lectotypusfestlegung durch MEIER, 1966, ungültig ist. Das von SIEDER 1971 als Holotypus des unbeschriebenen Taxons *Reisseronia achaja* etikettierte Exemplar ist *Heliopsychidea graecella* (MILLIÈRE, 1866).

## Abstract

**Contribution to the taxonomy of the three Psychidae species of the subfamily Epichnopteriginae housed in the State Museum of Natural History Karlsruhe**

The lectotype of *Canephora sieboldii* REUTTI, 1853, is fixed. It is also shown that the holotype of *Psychidea balcanica* WEHRLI, 1933, has been fixed by the author himself and, hence, the subsequent designation by MEIER, 1966, is invalid. The specimen labeled by SIEDER 1971 as holotype of the undescribed taxon *Reisseronia achaja* is *Heliopsychidea graecella* (MILLIÈRE, 1866).

## Autor

WILFRIED R. ARNSCHEID, Im Ostholz 58, D-44879 Bochum; E-Mail: reisseronia@gmx.de

## Einleitung

Die Familie Psychidae umfasst in Europa mehr als 250 Arten von meist kleinen und unscheinbar gefärbten Schmetterlingen, die wegen der speziellen Lebensweise ihrer Raupen, die in selbstgebauten und zumeist artspezifischen Gehäusen, den so genannten „Säcken“ leben, volkstümlich als „Sackträger“ oder im englischen Sprachraum als „case bearer“ oder „bag worm moths“ bezeichnet werden.

Während der Arbeiten an einem Buchprojekt über die europäischen Psychidae (ARNSCHEID & WEIDLICH 2017) im Rahmen der Reihe „Microlepidoptera of Europe“ wurde u.a. auch die große

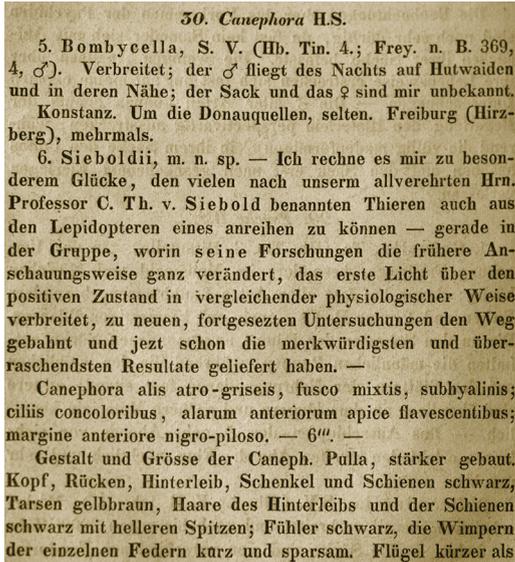
Psychidae-Spezialsammlung LEO SIEDERS (1887-1980 in Klagenfurt, Österreich) – (vergleiche ARNSCHEID 1993), die sich seit den 60er Jahren des vergangenen Jahrhunderts im Staatlichen Museum für Naturkunde Karlsruhe befindet, durchgesehen. In Absprache mit dem Kurator der Lepidopterologie, Dr. R. TRUSCH, ergab sich das Vorhaben, gemeinsam mit M. FALKENBERG bei dieser Gelegenheit die komplette Sammlung SIEDER sowohl taxonomisch als auch konservatorisch aufzuarbeiten, sie zum einen auf den neuesten Stand der Systematik zu bringen und zeitgleich auf dieser Grundlage eine Hauptsammlung „Psychidae“ durch das Zusammenführen aller übrigen Psychidae-Bestände aus den anderen großen und kleinen Schmetterlingssammlungen des Naturkundemuseums zu erstellen. Diese Arbeiten begannen im Jahr 2014 und werden voraussichtlich 2018 zum Abschluss gebracht.

Bei den Vorarbeiten zum erwähnten Buch ergab sich die Notwendigkeit, die Unterfamilie Epichnopteriginae und hier insbesondere die Gattungen *Epichnopterix* und *Bijugis* einer längst überfälligen ersten taxonomischen Revision zu unterziehen, welche eine Reihe von nomenklatorischen und systematischen Veränderungen zur Folge hatte (ARNSCHEID & WEIDLICH 2017). Bezogen auf die Sammlungen des Staatlichen Museums für Naturkunde in Karlsruhe werden diese im Folgenden für drei Arten der Unterfamilie Epichnopteriginae zusammengefasst:

### *Epichnopterix sieboldii* (REUTTI, 1853)

Bei *Epichnopterix sieboldii* handelt es sich um eine der wenigen ursprünglich aus dem heutigen Baden-Württemberg beschriebenen Schmetterlingsarten, die ihr Entdecker CARL REUTTI aus Lahr (Baden) dem bayerischen Arzt und Naturforscher PHILIPP FRANZ VON SIEBOLD unter dem

Namen „*Canephora sieboldii*“ gewidmet hat (Abb. 1). Als Typuslokalitäten gibt REUTTI „Hinterzarten“ und „Frankfurt am Main“ an. Nach SOB-CZYK (2011) ist der Verbleib des Typenmaterials ebenso unbekannt wie die Anzahl des bei der Urbeschreibung vorliegenden Materials.



gewöhnlich bei Pulla, mehr gerundet, Rippen besonders auf der Unterseite stark und sehr deutlich, dunkler als der Grund; Farbe schwarzgrau, an der Wurzel schwarzhaarig, saumwärts bräunlich gemischt; die Haarschuppen bedecken die Fläche nur dünn. Franzen mit dunkler Saumlinie, wie der Grund, nur an der Vorderflügelspitze gelblich. Der Vorderrand der Vorderflügel ist besonders von der Basis an franzenartig stark schwarzbehaart. Die ganze Fläche der Flügel ausser der schwarzhaarigen Basis, oben und unten, sammt den Franzen hat einen gelbbraunlichen, hellen Schein. — Weib und Sack sind unbekannt.

Ein Exemplar fing ich im Juli 1849 auf dem Torfmoore zu Hinterzarten (2700'). Herrich-Schäffer erhielt sie auch von Schmid aus Frankfurt a. M.

Abbildung 1. Erstbeschreibung von *Canephora sieboldii* REUTTI, 1853 auf den Seiten 48-49 in „Beiträge zur Rheinischen Naturgeschichte 3: I-VIII, 1-216“, Faksimile des Werks aus der Bibliothek des SMNK. – Foto: R. TRUSCH.

Diese *Epichnopteryx*-Art ist in Baden-Württemberg weit verbreitet. Schwerpunkte der Verbreitung sind der Kaiserstuhl sowie die flussnahen Bereiche der Markgräfler Rheinebene. Ausgesprochen wenige Hinweise gibt es aus dem Schwarzwald. Hier verlief die Nachsuche seit den Siebzigerjahren des vorigen Jahrhunderts

vollständig negativ. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass diese Art dort ausgestorben ist (HERRMANN 1994).

Das historische Psychidenmaterial der Sammlung REUTTI, die die Wirren zweier Weltkriege offensichtlich gut überstanden hat, wurde inzwischen ebenfalls in die Hauptsammlung des Staatlichen Museums für Naturkunde Karlsruhe (SMNK) integriert. Weiteres Originalmaterial REUTTI wurde auch in anderen Schmetterlingssammlungen des Naturkundemuseums gefunden und in der Hauptsammlung zusammengeführt. Dabei fand sich nun ein einzelnes männliches Exemplar, gesammelt in Hinterzarten im Schwarzwald, welches nach Auswertung der Datenlage (alle weiteren Exemplare in der Sammlung REUTTI wurden laut ihren Etiketten nach 1853 gefangen und kommen daher nicht in Frage) nur das Erstgenannte aus der Urbeschreibung sein kann. REUTTI (1853: 49) schreibt ausdrücklich „Ein [sic! Hervorhebung nicht im Original] Exemplar fing ... ich auf dem Torfmoore zu Hinterzarten ... HERRICH-SCHÄFFER erhielt sie auch ... aus Frankfurt a.M.“

Im Gegensatz zu allen anderen Faltern von *E. sieboldii* in der REUTTI-Sammlung ist dieses besagte Exemplar nicht nur mit dem üblichen „Farbcode“ (HAUSENBLAS 2009) gekennzeichnet (hier: gelb für nördlicher Schwarzwald) sondern trägt ein weiteres Etikett mit der eindeutig CARL REUTTI zuzuordnenden Handschrift „Hinterzarten“ (Abb. 2). Über den Verbleib des zweiten Falters aus „Frankfurt a.M.“ kann vorläufig nichts gesagt werden. Er könnte sich in der Sammlung HERRICH-SCHÄFFERS befunden haben und, falls es noch existierte nach dessen Tod im Jahre 1874, über O. HOFMANN und Lord WALSINGHAM mit Teilen seiner Microlepidopteren-Sammlung an das British Museum (Natural History) gelangt sein (HORN et al. 1990).

Der in der Museumssammlung in Karlsruhe vorliegende Falter aus Hinterzarten muss als einer der beiden lange verschollenen Syntypen angesehen werden. Er wird deshalb mit einem zusätzlichen roten Etikett versehen mit der Aufschrift „Lectotypus, *Canephora sieboldii* REUTTI, 1853, det. ARNSCHIED“. Der Lectotypus befindet sich seit Februar 2017 in der Hauptsammlung „Psychidae“ des SMNK. Auf die taxonomisch völlig unhaltbare und daher ungültige Festlegung eines Neotypus (dieser befindet sich im Naturhistorischen Museum Wien) durch SIEDER & LOEBEL (1954) hat bereits SOB-CZYK (2011) hingewiesen.



Abbildung 2. Lectotypus von *Epichnopteryx sieboldii* (REUTTI, 1853) aus der Hauptsammlung des SMNK. – Fotos: R. TRUSCH.

### ***Psychidea balcanica* WEHRLI, 1933**

Die Urbeschreibung lautet:

„Von **balcanica** *subsp. nov.* (= *vestalis* Rbl. nec. Stgr.) (14 k [♂ Type]) liegen mir 2 gute Exemplare von Witosch bei Sofia vor aus der Coll. TRAUTMANN (als *vestalis*). Ihre Flügel sind viel breiter, kürzer, im Apex gerundeter als bei *subvestalis* und *nudella*, weißer als bei letzterer, Costa und Saum dunkelgrau, ebenso wie die Fühler, deren Kammzähne kürzer sind als bei *nudella*; Längenverhältnis 6-7 : 9-10, *subvestalis* 6,5-7. Spannung 12-13 mm, *nudella* 14-15 mm. Flugzeit frühmorgens 3. und 4. Juli, also später als *nudella*. Bulgarien, Albanien.“

Bereits MEIER (1966) hat eine Revision der Gattung *Psychidea* versucht. Bei dieser Gelegenheit untersuchte er auch die in der Urbeschreibung WEHRLIS erwähnten zwei Männchen aus „Witosch“ (das heutige Vitosha Gebirge bei Sofia) in Bulgarien, von denen sich eines in der Hauptsammlung Psychidae des Natur-

kundemuseums Karlsruhe (ex coll. LEO SIEDER) sowie ein weiteres im Forschungsinstitut und Museum Alexander König (ZFMK) in Bonn befindet. Das Exemplar aus dem ZFMK legte MEIER (1966: 216) als Lectotypus fest. Er kann dabei eigentlich nicht übersehen haben, dass bereits WEHRLI das andere Exemplar ausdrücklich als Holotypus vorgesehen hatte und dementsprechend mit einem Etikett und dem rotgeschriebenen Wort „Type“ versehen hatte. Wieso er trotzdem so wie beschrieben handelte, entzieht sich unserer Kenntnis. Es hat sich jedoch in der Vergangenheit bei Recherchen ähnlicher Art (vgl. ARNSCHEID, 1988, ARNSCHEID 1993) gezeigt, dass das sehr ungleiche Forscherpaar MEIER und SIEDER in einem unausgesprochenen Konkurrenzkampf zueinander stand. Obwohl beide ausgezeichnete Psychidenkenner waren und bei der entomologischen Feldarbeit eng zusammen arbeiteten, haben sie jedoch nie eine gemeinsame Publikation

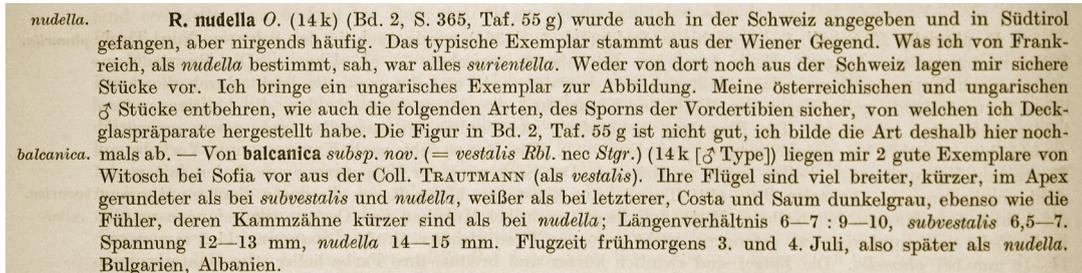


Abbildung 3. „Faksimile der Erstbeschreibung aus WEHRLI, 1933, Psychidae. In: Seitz, A.: Die Großschmetterlinge der Erde, Band 2, Seite 220. – Faksimile des Werks aus der Bibliothek des SMNK. – Foto: R. TRUSCH.

verfasst. Stattdessen hat MEIER des Öfteren wesentliche Detailinformationen für sich behalten (pers. Mitteilung SIEDERS an den Verfasser 1975, siehe auch ARNSCHEID, 1993).

SIEDER hatte das besagte Typusexemplar via Dr. HÖNE vom ZFMK als Ausgleich für seine umfangreichen Bemühungen um die Bearbeitung der dortigen Psychidae bekommen. Er hatte für das Museum häufig schwierige Bestimmungsarbeit geleistet und deswegen gelegentlich auch überzähliges seltenes Originalmaterial für seine Sammlung erhalten (Archiv SIEDER, jetzt SMNK). Das erwähnte Tier hat MEIER zwar in seiner Veröffentlichung erwähnt, seinen Typusstatus aber schlichtweg ignoriert. Stattdessen hat er das andere, an das Bonner Museum zurück zu gebende Exemplar, als Lectotypus gekennzeichnet. Konsequenterweise hat er das Exemplar in der Sammlung SIEDERS nicht zum Paralectotypus erklärt, wie es eigentlich üblich und nach den Inter-

nationalen Regeln der Zoologischen Nomenklatur richtig gewesen wäre.

#### *Reisseronia achaja* in litt.

Unter dem nicht publizierten „in litteris“-Namen *Reisseronia achaja* befindet sich in der Sammlung des SMNK ein männliches Exemplar einer kleinen Psychiden-Art, welches mit einem orangefarbenen Etikett: „*Reisseronia achaja* SIED. Holotypus ♂, det. SIEDER 1971“ in der Handschrift SIEDERS versehen ist.

Eine nähere Untersuchung dieses einzelnen Exemplars ergab, dass es sich hierbei um ein Männchen von *Heliopsychidea graecella* (MILLIÈRE, 1866) handelt. Das betreffende Exemplar ist allerdings extrem dünn beschuppt und wirkt etwas spitzflügeliger, wobei nicht mehr nachvollzogen werden kann, ob es sich um einen Präparations- oder Transportdefekt oder aber um eine bereits zu Lebzeiten vorhandene morphologische



Abbildung 4. *Heliopsychidea graecella* (MILLIÈRE, 1866). a) männlicher Falter („Holotypus“ von „*Reisseronia achaja*“ in litt.), b) männliches Genital (Präp.Nr. 3326, Arnscheid, in SMNK), c) männlicher Falter, d) männliches Genital (Präp.Nr. 3327, Arnscheid, in SMNK). Die Untersuchung des männlichen Genitals zeigt eindeutig die Zugehörigkeit zu *Heliopsychidea graecella* (MILLIÈRE, 1866). Beide Falter aus Griechenland, Peloponnes, Chelmos Gebirge, in coll. SMNK. – Fotos: W. ARNSCHEID.

Variation handelt. SIEDER hatte seinerzeit vermutet, dass es sich bei diesem Falter um eine für die Wissenschaft neue Art handeln müsse und diesen deshalb bereits entsprechend gekennzeichnet. Allerdings unterblieb glücklicherweise, vermutlich mangels weiteren Materials, eine Beschreibung und Veröffentlichung dieses Taxons. Der Vergleich mit dem umfangreichen Material in der Sammlung des SMNK sowie eine erst jetzt durchgeführte Genitaluntersuchung belegen unzweifelhaft, dass dieses eine Tier keinesfalls zur Gattung *Reisseronia* gehört und erst recht keine noch unbekannte Spezies darstellt, sondern *Heliopteryx graecella* (MILLIÈRE, 1866) ist. Diese Art ist in den Gebirgen Griechenlands weit verbreitet und es liegen in diversen Sammlungen Exemplare vor, die Übergänge zu dem hier diskutierten abberativen Falter zeigen.

#### Literatur

- ARNSCHEID, W. R. (1988): Ein Beitrag zur Systematik der europäischen Arten der Gattungen *Postsolenobia* MEIER, *Brevantennia* SIEDER und *Siederia* MEIER (Lepidoptera, Psychidae, Taleporiinae). – Nachrichten des Entomologischen Vereins Apollo, N.F. **8**: 113-144.
- ARNSCHEID, W. R. (1993): LEO SIEDER (1887-1980): Leben und Werk des bedeutenden Psychiden-Forschers. – *Atalanta* **24**: 301-311.
- ARNSCHEID, W. R. & WEIDLICH, M. (2017): Psychidae. – In: NUSS, M., KARSHOLT, O., MUTANEN, M. & CORLEY, M. (eds.): *Microlepidoptera of Europe*, **8**: 1-39; Brill (Boston & Leiden).
- HÄTTENSCHWILER, P. (1982): Eine neue *Reisseronia* aus dem Peloponnes (Psychidae). – *Nota lepidopterologica* **5**(1): 25-29.
- HAUSENBLAS, D. (2009): Lebensstationen von CARL REUTTI und das Farbcodesystem seiner Sammlung im SMNK. – Mitteilungen des Entomologischen Vereins Stuttgart **44**: 101-106.
- MEIER, H. (1966): Revision der Gattung *Psychidea* RAMBUR (nec *Leucanacanthia* WEHRLI) (Lep., Psychidae) (7. Beitrag zur Kenntnis der Psychiden). – Deutsche Entomologische Zeitschrift N.F. **13**: 203-230.
- HOFMANN, O. (1874): Necrolog. – Stettiner Entomologische Zeitung **35**: 277-284.
- HORN, W., KAHLE, I., FRIESE, G. & GAEDICKE, R. (1990): *Collectiones entomologicae*. Ein Kompendium über den Verbleib entomologischer Sammlungen der Welt bis 1960. – Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der Deutschen Demokratischen Republik, Berlin, Band 1 (A-K): 1-220.
- REUTTI, C. (1853): Uebersicht der Lepidopteren-Fauna des Grossherzogthum's Baden. – Beiträge zur Rheinischen Naturgeschichte **3**: I-VIII+1-216.
- SIEDER, L. & LOEBEL, F. (1954): Wissenswertes über die Gattung *Epichnopterix* Hb. (Lep. Psychidae). – Zeitschrift der Wiener Entomologischen Gesellschaft **39**: 310-327.
- WEHRLI, E. (1933): Psychidae. – In SEITZ, A.: *Die Großschmetterlinge der Erde* **2**: 211-226. Suppl.



# Die Tagfalter und Widderchen der Streuwiesen im württembergischen Allgäu – Arten, Verbreitung, Gefährdung und Schutz

THOMAS BAMANN

## Kurzfassung

Die Streuwiesen des württembergischen Allgäus weisen eine artenreiche Tagfalter- und Widderchenfauna auf. Im Zeitraum von 2013-2017 konnten insgesamt 70 Arten auf 219 Flächen nachgewiesen werden. Hiervon reproduzieren 53 Arten regelmäßig in den Streuwiesen oder in deren Randbereichen. 25 Arten sind in der aktuellen Roten Liste Baden-Württembergs mindestens als gefährdet eingestuft. Darunter befinden sich mit Heilziest-Dickkopffalter (*Carcharodus flocciferus*), Goldenem Scheckenfalter (*Euphydryas aurinia*), Westlichem Scheckenfalter (*Melitaea parthenoides*), Lungenezian-Ameisenbläuling (*Maculinea alcon*) und Blaukernaue (*Minois dryas*) hochgefährdete Arten, für die die württembergischen Streuwiesen teilweise die einzigen Lebensräume in Baden-Württemberg darstellen. Nutzungsaufgabe mit anschließender Verschilfung und Gehölzsukzession, Nährstoffeinträge, mangelnde Grabenpflege und die Fixierung später Mahdtermine sind die Hauptgefährdungsfaktoren für diese und zahlreiche weitere Insektenarten der Streuwiesen. Um die artenreiche Tagfalter- und Widderchenfauna auch zukünftig zu erhalten, sollte versucht werden, das aktuell vorhandene Habitatnetz aus streugennutzten Niedermooren durch Wiederaufnahme der Mahd auf brachgefallenen Flächen engmaschiger zu gestalten. In den Habitaten selbst sollten regelmäßig frühe Mahdzeitpunkte zur Schilfrückdrängung und zum Nährstoffentzug etabliert werden. Gräben sollten vermehrt geräumt werden, um einer zunehmenden Vernässung der Flächen vorzubeugen. In der Peripherie der Niedermoore sollten möglichst breite Extensivierungsbereiche mit deutlich reduzierter Düngung durchgesetzt werden, um Nährstoffeinträge zu minimieren.

## Abstract

The fen meadows of south-eastern Baden-Württemberg possess a species-rich diurnal butterfly and burnet moth fauna. During the period from 2013-2017 overall 70 species could be detected in 219 patches. Hereof 53 reproduce regularly in fen meadows or their margins. 25 species are listed as at least threatened on the current Red List of endangered butterflies in Baden-Württemberg, under it highly endangered species as Tufted Marbled Skipper (*Carcharodus flocciferus*), Marsh Fritillary (*Euphydryas aurinia*), Meadow Fritillary (*Melitaea parthenoides*), Alcon Blue (*Maculinea alcon*) and Dryad (*Minois dryas*). For a part of these species fen meadows represent the only occupied

habitat in Baden-Württemberg. Abandonment of use accompanied with blocking with silt and succession of wood, nutrient input, lacking maintenance of ditches, and fixation on late mowing dates are the prime factors that endanger these and numerous other insect species. In order to conserve the species-rich diurnal butterfly and burnet moth fauna a close meshed network of fen meadows should be achieved by resuming mowing on fallow patches. Early mowing dates should be established to repel silt and succession. Ditches should be cleaned regularly in order to avoid water logging. In the periphery of the fens agriculture should be executed more extensive with strongly reduced fertilization to minimize nutrient contamination.

## Autor

Dr. THOMAS BAMANN, Altenhaustraße 2, D-71111 Waldenbuch; Tel.: +49 174/439 43 86; E-Mail: t.bamann@web.de,

## Einleitung

Streugennutzte Niedermoore waren außerordentlich artenreiche Lebensräume und sind dies in ihren durch Naturschutzpflege erhaltenen Relikten teils bis heute (Abb. 1). Neben einer einst artenreichen Avifauna ist vor allem die Gruppe der Insekten mit zahlreichen, heute vielfach hochgefährdeten Arten vertreten. Die extensive Nutzung in Form einer einschürigen Streumahd im Spätsommer, die geringe Nährstoffverfügbarkeit und Produktivität sowie die äußerst diverse Flora ermöglichen diesen Artenreichtum. Im württembergischen Allgäu hat sich ein kleiner Anteil der ursprünglich großflächig streugennutzten Niedermoore erhalten. Ihr Fortbestand ist durch den Abschluss von Pflegeverträgen mit entsprechenden Auflagen vorerst weitgehend gesichert. Im Zeitraum von 2013 bis 2017 wurden insgesamt 219 der etwa 300 im württembergischen Allgäu noch vorhandenen Streuwiesen begangen und alle Nachweise vorkommender Tagfalter- und Widderchenarten notiert. Hieraus entstand eine Übersicht über das vorhandene Arteninventar sowie über Häufigkeit, Habitatansprüche und Gefährdung einzelner Arten.



Abbildung 1. Das NSG Hermannsberger Weiher ist ein gutes Beispiel für ein abwechslungs- und artenreiches streugennutztes Niedermoor. Die Habitate reichen von mageren, trockenen Kuppen mit Borstgrasrasen bis hin zu sehr nassen kalkreichen Niedermooeren. Hier sind mit Heilziest-Dickkopffalter (*Carcharodus flocciferus*), Goldenem Schreckenfaller (*Euphydryas aurinia*) und Lungenenzian-Ameisenbläuling (*Maculinea alcon*) noch einige der hochgefährdeten Tagfalterarten vertreten. – Alle Fotos: T. BAMANN.

### Methodik

Der Untersuchungsraum beschränkte sich auf die Landkreise Ravensburg und Bodenseekreis. Naturräumlich werden hierbei im Voralpinen Hügel- und Moorland die Naturräume 3. Ordnung „Bodenseebecken“, „Oberschwäbisches Hügelland“, „Westallgäuer Hügelland“ und „Adelegg“ sowie bereichsweise die „Riß-Aitrach-Platten“ der Donau-Iller-Lech-Platte abgedeckt. Die Lage der Streuwiesen wurde auf Basis der §30-Biotopkartierung unter Abgleich mit aktuellen Luftbildern identifiziert. Kleinobjekte unter 0,2 ha Größe konnten aus Zeitgründen nicht berücksichtigt werden. Der Fokus lag auf noch gepflegten Streuwiesen, die nicht zu stark verschilft oder mit Gehölzen bestanden sind. Auf diese Weise konnten etwa 300 Untersuchungsflächen identifiziert werden. Ein Großteil dieser Flächen wurde im Zeitraum von 2013 bis 2017 aufgesucht. Viele Patches konnten nur ein- oder zweimal kontrolliert werden (z.B. nur Früh- oder Hochsommeraspekt), sodass keine vollständigen Erfassungsdaten zur Besiedlung vorliegen. Einige Lebensräume, die im Rahmen des Artenschutzprogramms des Landes Baden-

Württemberg (ASP) bearbeitet wurden, konnten dagegen mehrmals aufgesucht werden. Hierbei handelt es sich häufig um die wertvollsten und artenreichsten Gebiete. Nachgewiesene Arten wurden mit Angabe ihrer Abundanz (Zählwerte bei seltenen Arten, Schätzwerte bei häufigen Arten) notiert. So entstand über die Jahre ein recht genaues Bild, welche Arten auf den Probeflächen wie stetig anzutreffen sind. Der Fokus lag hierbei auf den eigentlichen „Streuwiesenarten“, also solchen, die sich tatsächlich im Niedermoor reproduzieren und nicht nur aus umgebenden Habitaten (z.B. Wälder, Hoch- und Zwischenmoore) zugewandert sind. Die Erfassungen erfolgten ausschließlich tagsüber und wurden mithilfe von Sichtnachweisen, wenn notwendig unterstützt durch Kescherfänge, durchgeführt. Da es sich um Begleiterfassungen im Rahmen der Umsetzung des ASP handelte, konnten mit Ausnahme für die ASP-Arten (*Euphydryas aurinia*: Gespinstsuche; *Maculinea alcon*, *Carcharodus flocciferus*: Ei-Suche) keine weiteren Erfassungsmethoden, wie z.B. die gezielte Suche nach Präimaginalstadien, angewandt werden. Die meisten Erhebungen fanden im Früh- und

Hochsommer (Juni bis August) statt, sodass der Erfassungsgrad in diesem Zeitraum adulter und tagsüber gut nachweisbarer Arten – darunter fast alle naturschutzrelevanten Streuwiesenarten – relativ gut sein dürfte.

### Ergebnisse

Insgesamt konnten in den Streuwiesen des württembergischen Allgäus 70 Arten aus den Gruppen der Tagfalter und Widderchen nachgewiesen werden (Tab. 1). Das entspricht einem Anteil von etwa 46 % am in Baden-Württemberg heimischen Artenrepertoire.

17 Arten sind reine Nahrungsgäste. 53 Arten können als regelmäßig reproduzierend in den Streuwiesen oder in deren Saum- und Randbereichen eingestuft werden. Hiervon reproduziert die eine Hälfte (26 Arten) direkt in den gemähten Niedermooren, die andere Hälfte (27 Arten) nutzt die Randbereiche wie z.B. ungemähte Saumbereiche, Hochstaudenfluren, Fahrwegränder oder in zweischürige Feuchtwiesen übergehende Flächen zur Reproduktion.

Unter den 70 nachgewiesenen Arten befinden sich 25 (36 %), die in der aktuellen Roten Liste Baden-Württembergs (EBERT et al. 2005) mindestens als gefährdet eingestuft werden. Von den 52 im Niedermoor reproduzierenden Arten werden 22 (42 %) auf der Roten Liste geführt. Von den 26 direkt in den gemähten Streuwiesen reproduzierenden Arten stehen sogar 16 (62 %) auf der Roten Liste.

Klassische Vertreter gemähter Streuwiesen sind (in absteigender Häufigkeit bis zu einem Wert von 5 % Stetigkeit) Baldrian-Scheckenfalter (*Melitaea diamina*) (Abb. 2), Braunfleckiger Perlmutterfalter (*Boloria selene*), Goldener Scheckenfalter (*Euphydryas aurinia*), Lungenezian-Ameisenbläuling (*Maculinea alcon*), Sumpfhornklee-Widderchen (*Zygaena trifolii*), Schachbrettfalter (*Melanargia galathea*), Kleiner Würfel-Dickkopffalter (*Pyrgus malvae*), Distelfalter (*Vanessa cardui*), Sechsfleck-Widderchen (*Zygaena filipendulae*), Wachtelweizen-Scheckenfalter (*Melitaea athalia*), Grünader-Weißling (*Pieris napi*), Blaukernaue (*Minois dryas*), Großes Ochsenauge (*Maniola jurtina*), Schwalbenschwanz (*Papilio machaon*), Argus-Bläuling (*Plebejus argus*), Kleines Fünffleck-Widderchen (*Zygaena viciae*), Großer Perlmutterfalter (*Argynnis aglaja*), Feuriger Perlmutterfalter (*Argynnis adippe*) und Heilziest-Dickkopffalter (*Carcharodus flocciferus*).

In kleinflächigen, häufig linearen Randbereichen reproduzieren (in absteigender Häufigkeit)

Schornsteinfeger (*Aphantopus hyperantus*), Rostfarbiger Dickkopffalter (*Ochlodes sylvanus*), Gelbwürfeliges Dickkopffalter (*Carterocephalus palaemon*), Schwarzkolbiger Braun-Dickkopffalter (*Thymelicus lineola*), Leguminosen-Weißlinge (*Leptidea sinapis/juvernica*), Braunkolbiger Braun-Dickkopffalter (*Thymelicus sylvestris*), Aurorafalter (*Anthocharis cardamines*), Klee-Widderchen (*Zygaena lonicerae*) und Braunaue (*Lasiommata maera*).

Größere, meist junge und nährstoffreichere, aber nicht hypertrophe Brachebereiche benötigen dagegen Mädesüß-Perlmutterfalter (*Brenthis ino*), Randring-Perlmutterfalter (*Boloria eunomia*) und Storchschnabel-Bläuling (*Aricia eumedon*).

Trockenere Randbereiche und häufig mit mineralischem Material angereicherte Wege und deren Ränder sind die Reproduktionshabitate von Hauhechel-Bläuling (*Polyommatus icarus*), Kleinem Wiesenvögelchen (*Coenonympha pamphilus*), Kleinem Feuerfalter (*Lycaena phlaeas*) und Rundaugen-Mohrenfalter (*Erebia medusa*).

In nur sporadisch oder nicht mehr genutzten Randbereichen mit bereits einsetzender Gehölzsukzession entwickeln sich Zitronenfalter (*Gonepteryx rhamni*), Baumweißling (*Aporia crataegi*) und Faulbaum-Bläuling (*Celastrina argiolus*).

Übergangsbereiche zu Feuchtwiesen oder an die Streuwiesen angrenzende Extensivierungstreifen sind Entwicklungshabitate von Kurzschwänzigem Bläuling (*Cupido argiades*), Rotklee-Bläuling (*Polyommatus semiargus*), Ampfer-Grünwidderchen (*Adscita sticticus*), Weißklee-Gelbling (*Colias hyale*), Wander-Gelbling (*Colias croceus*), Braunem Feuerfalter (*Lycaena tityrus*) und Lilagold-Feuerfalter (*Lycaena hippothoe*).

### Stetigkeiten

Die am häufigsten nachgewiesene Art ist der in Baden-Württemberg in Feuchtlebensräumen weit verbreitete Schornsteinfeger (*Aphantopus hyperantus*). Er konnte in 52 % aller untersuchten Habitate nachgewiesen werden (Tab. 1). Der reale Wert dürfte noch höher liegen, da nur ein Teil der Habitate zur Flugzeit im Juni/Juli begangen wurde. Ähnlich häufig (44 %) wurde der Zitronenfalter nachgewiesen. An dritter Stelle (41 %) folgt der Rostfarbige Dickkopffalter (*Ochlodes sylvanus*). Weitere häufig nachgewiesene, ungefährdete und in Streuwiesen zumindest randlich reproduzierende Arten sind beispielsweise Mädesüß-Perlmutterfalter (*Brenthis ino*) (33 %),

Hauhechel-Bläuling (*Polyommatus icarus*) (28 %), Schachbrettfalter (*Melanargia galathea*) (23 %), Kleiner Würfel-Dickkopffalter (*Pyrgus malvae*) (22 %) oder Sechsfleck-Widderchen (*Zygaena filipendulae*) (21 %).

Unter den auf der Roten Liste stehenden Arten konnten vom Baldrian-Scheckenfalter (*Melitaea diamina*) (40 %), Braunfleckigen Perlmutterfalter (*Boloria selene*) (38 %), Goldenen Scheckenfalter (*Euphydryas aurinia*) (36 %), Lungenenzian-Ameisenbläuling (*Maculinea alcon*) (28 %) und Sumpfhornklee-Widderchen (*Zygaena trifolii*) (27 %) zahlreiche Nachweise erbacht werden (Tab. 1). Auf *E. aurinia* und *M. alcon* lag der Fokus im Rahmen der Umsetzung des Artenschutzprogramms, weshalb sie im Vergleich zu häufigeren Arten überrepräsentiert sind. Regelmäßig nachgewiesene gefährdete Arten sind Wachtelweizen-Scheckenfalter (*Melitaea athalia*) (18 %), Blaukernaue (*Minois dryas*) (16 %), Ampfer-Grünwidderchen (*Adscita sticticus*) (10 %) und Feuriger Perlmutterfalter (*Argynnis adippe*) (7 %). Nur wenige Nachweise konnten dagegen von Heilziest-Dickkopffalter (*Carcharodus flocciferus*) (5 %), Westlichem Scheckenfalter (*Melitaea parthenoides*) (4 %), Hellem und Dunklem Wiesenknopf-Ameisenbläuling (*Maculinea teleus*, *M. nausithous*) erbracht werden (jeweils 2 %), obwohl nach diesen Arten gezielt gesucht wurde. Sie sind im württembergischen Allgäu sehr selten und teilweise hochgefährdet.



Abbildung 2. Der Baldrian-Scheckenfalter (*Melitaea diamina*) ist die häufigste gefährdete Art der Streuwiesen im württembergischen Allgäu. Er ist in mindestens 40 % der untersuchten Habitats vertreten und vergleichsweise anspruchslos, was die Ausprägung des Niedermoores angeht. Die Larven ernähren sich von den namensgebenden Baldrian-Arten, in den Streuwiesen häufig Kleiner Baldrian (*Valeriana dioica*).

Sonderfälle stellen Arten wie Komma-Dickkopffalter (*Hesperia comma*) (1 %), Lilagold-Feuerfalter (*Lycaena hippothoe*) (1 %) und Braunaue (*Lasiommata maera*) (1 %) dar, die im Untersuchungsgebiet in neuerer Zeit selten sind und nur ganz bestimmte Habitats oder naturräumliche Regionen besiedeln. Ebenfalls nur sehr selten nachgewiesen sind anspruchsvolle Brachebewohner wie Rändring-Perlmutterfalter (*Boloria eunomia*) (4 %) und Storchschnabel-Bläuling (*Aricia eumedon*) (3 %). Während der Hochmoor-Bläuling (*Plebejus optilete*) nur Nahrungsgast im Niedermoor ist, reproduzieren Hochmoor-Perlmutterfalter (*Boloria aquilonaris*) (3 %) regelmäßig und Hochmoor-Gelbling (*Colias palaeno*) (4 %) gelegentlich in gemähten Zwischen- bis Hochmooren.

### Besprechung einzelner Arten

#### Heilziest-Dickkopffalter (*Carcharodus flocciferus*)

**Habitatsprüche:** Wechsellrockene Streuwiesen mit schütterer, niedrigwüchsiger Vegetation und Offenbodenstellen, häufig im Bereich von Grabenrändern, mineralischen Kuppen oder Böschungen (EBERT & RENNWALD 1991b, ALBRECHT et al. 1999, ALBRECHT & KRAUS 2013).

**Wirtspflanzen:** In den Niedermooren Mitteleuropas ausschließlich an Heilziest (*Betonica officinalis*) (Abb. 3).



Abbildung 3. Mit zwei Eiern des Heilziest-Dickkopffalters (*Carcharodus flocciferus*) jeweils an der Basis der Mittelrippe belegte Pflanze des Heilziests (*Betonica officinalis*) im württembergischen Allgäu. Die Ei-Suche stellt noch die effektivste Methode zum Nachweis der Art dar, ist jedoch ebenfalls sehr zeitaufwändig, da die Individuen- und Ei-Dichte in heutiger Zeit sehr gering ist.

Tabelle 1. Tagfalter- und Widderchenarten der Streuwiesen im württembergischen Allgäu mit Angabe ihrer Fundortanzahl, ihrer Stetigkeit, ihrem Reproduktionsstatus und ihrer Gefährdung in 219 untersuchten streugemähten Niedermooren.

Gefährdung BW (Baden-Württemberg), OS (Oberschwaben): 0 = ausgestorben/verschollen, 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, V = Vorwarnliste, U = Kenntnislücke, ! = besondere Verantwortung; ZAK (Zielartenkonzept): LA = Landesart Gruppe A, LB = Landesart Gruppe B, N = Naturraumart, - = nicht gelistet; Status: R = im eigentlichen Niedermoor reproduzierend, rR = in Randbereichen reproduzierend, NG = Nahrungsgast, keine Reproduktion im Niedermoor.

\* = Streugewutzte Niedermoore stellen das Haupthabitat der Art in Baden-Württemberg dar.

deutscher Artnamen	wissenschaftlicher Artnamen	Fundorte/ Stetigkeit [%]	Status	Gefährdung BW/OS/ZAK
Schornsteinfeger	<i>Aphantopus hyperantus</i>	113/52	rR	-/-/-
Zitronenfalter	<i>Gonepteryx rhamni</i>	96/44	rR	-/-/-
Rostfarbiger Dickkopffalter	<i>Ochlodes sylvanus</i>	90/41	rR	-/-/-
Baldrian-Scheckenfalter*	<i>Melitaea diamina</i>	88/40	R	3/3/N
Braunfleckiger Perlmutterfalter*	<i>Boloria selene</i>	84/38	R	3/V/N
Goldener Scheckenfalter*	<i>Euphydryas aurinia</i>	79/36	R	1/2/LA
Mädesüß-Perlmutterfalter	<i>Brenthis ino</i>	73/33	rR	V/-/-
Tagpfauenauge	<i>Inachis io</i>	63/29	NG	-/-/-
Lungenenzian-Ameisenbläuling*	<i>Maculinea alcon</i>	62/28	R	2/2/LB
Hauhechel-Bläuling	<i>Polyommatus icarus</i>	61/28	rR	-/-/-
Sumpfhornklee-Widderchen*	<i>Zygaena trifolii</i>	60/27	R	3/3/N
Kleiner Fuchs	<i>Aglais urticae</i>	59/27	NG	-/-/-
Kleiner Kohlweißling	<i>Pieris rapae</i>	57/26	NG	-/-/-
Schachbrettfalter	<i>Melanargia galathea</i>	51/23	R	-/-/-
Kleiner Würfel-Dickkopffalter	<i>Pyrgus malvae</i>	48/22	R	V/V/-
Distelfalter	<i>Vanessa cardui</i>	47/21	R	-/-/-
Landkärtchen	<i>Araschnia levana</i>	45/21	NG	-/-/-
Sechsfleck-Widderchen	<i>Zygaena filipendulae</i>	45/21	R	-/-/-
Kaisermantel	<i>Argynnis paphia</i>	43/20	rR	-/-/-
Wachtelweizen-Scheckenfalter	<i>Melitaea athalia</i>	39/18	R	3/3/N
Grünader-Weißling	<i>Pieris napi</i>	36/16	R	-/-/-
Blaukernauge*	<i>Minois dryas</i>	35/16	R	2/2/LB
Rotklee-Bläuling	<i>Polyommatus semiargus</i>	35/16	rR	V/3/-
Admiral	<i>Vanessa atalanta</i>	32/15	NG	-/-/-
Großes Ochsenauge	<i>Maniola jurtina</i>	29/13	R	-/-/-
Schwalbenschwanz	<i>Papilio machaon</i>	27/12	R	-/V/-
Kleines Wiesenvögelchen	<i>Coenonympha pamphilus</i>	27/12	rR	-/-/-
Kurzschwänziger Bläuling	<i>Cupido argiades</i>	25/11	rR	V/0/N
Baumweißling	<i>Aporia crataegi</i>	24/11	rR	V/V/-
Argus-Bläuling	<i>Plebejus argus</i>	21/10	R	V/-/N
Ampfer-Grünwidderchen	<i>Adscita statices</i>	21/10	rR	3/3/N
Weißklee-Gelbling	<i>Colias hyale</i>	21/10	rR	V/V/-

deutscher Artname	wissenschaftlicher Artname	Fundorte/ Stetigkeit [%]	Status	Gefährdung BW/OS/ZAK
Kleines Fünffleck-Widderchen	<i>Zygaena viciae</i>	17/8	R	V/V/-
Großer Perlmutterfalter	<i>Argynnis aglaja</i>	16/7	R	V/V/-
Feuriger Perlmutterfalter	<i>Argynnis adippe</i>	16/7	R	3/3/N
Großer Kohlweißling	<i>Pieris brassicae</i>	15/7	NG	-/-/-
C-Falter	<i>Polygonia c-album</i>	15/7	NG	-/-/-
Gelbwürliger Dickkopffalter	<i>Carterocephalus palaemon</i>	14/6	rR	V/V/-
Heilziest-Dickkopffalter*	<i>Carcharodus flocciferus</i>	12/5	R	1/1/LA
Faulbaum-Bläuling	<i>Celastrina argiolus</i>	12/5	rR	-/-/-
Wandergelbling	<i>Colias croceus</i>	11/5	rR	-/-/-
Waldbrettspiel	<i>Pararge aegeria</i>	11/5	NG	-/-/-
Schwarzkolbiger Braun-Dickkopffalter	<i>Thymelicus lineola</i>	11/5	rR	-/-/-
Heide-Grünwidderchen	<i>Rhagades pruni</i>	9/4	R	3/3/N
Leguminosen-Weißlinge (Artenpaar)	<i>Leptidea sinapis/juvernica</i>	9/4	rR	V/V/-
Hochmoor-Gelbling	<i>Colias palaeno</i>	9/4	rR	2/2/LB
Westlicher Scheckenfalter	<i>Melitaea parthenoides</i>	8/4	R	2/2/LB
Randring-Perlmutterfalter	<i>Boloria eunomia</i>	8/4	rR	3/3/LB
Grüner Zipfelfalter	<i>Callophrys rubi</i>	7/3	NG	V/-/-
Hochmoor-Perlmutterfalter	<i>Boloria aquilonaris</i>	7/3	R	2/2/LB
Malven-Dickkopffalter	<i>Carcharodus alceae</i>	6/3	NG	3/U/N
Storchschnabel-Bläuling	<i>Aricia eumedon</i>	6/3	rR	3/2/N
Brauner Feuerfalter	<i>Lycaena tityrus</i>	5/2	rR	V/3/-
Dunkler Wiesenknopf-Ameisenbläuling	<i>Maculinea nausithous</i>	5/2	R	3/3/LB
Braunkolbiger Braun-Dickkopffalter	<i>Thymelicus sylvestris</i>	5/2	rR	-/-/-
Aurorafalter	<i>Anthocharis cardamines</i>	5/2	rR	-/-/-
Heller Wiesenknopf-Ameisenbläuling	<i>Maculinea teleius</i>	4/2	R	1/1/LA
Kleiner Schillerfalter	<i>Apatura ilia</i>	4/2	NG	3/3/N
Kleiner Eisvogel	<i>Limenitis camilla</i>	4/2	NG	-/-/-
Kleiner Perlmutterfalter	<i>Issoria lathonia</i>	4/2	NG	V/3/-
Komma-Dickkopffalter	<i>Hesperia comma</i>	3/1	R	3/2/N
Kleiner Feuerfalter	<i>Lycaena phlaeas</i>	3/1	rR	V/V/-
Großer Schillerfalter	<i>Apatura iris</i>	3/1	NG	V/V/-
Rundaugen-Mohrenfalter	<i>Erebia medusa</i>	2/1	rR	V/3/-
Hochmoor-Bläuling	<i>Plebejus optilete</i>	2/1	NG	2/2/LB
Lilagold-Feuerfalter	<i>Lycaena hippothoe</i>	1/1	R	3/2/LB
Braunauge	<i>Lasiommata maera</i>	1/1	rR	3/3/N
Blauer Eichen-Zipfelfalter	<i>Neozephyrus quercus</i>	1/1	NG	-/-/-
Klee-Widderchen	<i>Zygaena lonicerae</i>	1/1	rR	V/3/N
Trauermantel	<i>Nymphalis antiopa</i>	1/1	NG	3/3/-

### Besiedelte Habitate im württembergischen Allgäu

Ausschließlich streugenutzte, in der Regel ab September gemähte Niedermoore mit niedrigwüchsiger Vegetationsstruktur. An den Fundorten ist der Heilziest meist häufig bis dominant vorhanden. Die Larvalhabitate sind geprägt von schütterer Vegetation, einer zumindest temporären Trockenheit und häufig kleinflächigen Offenbodenstellen. Sie befinden sich außerdem regelmäßig an Sonderstandorten wie mineralischen Kuppen, südexponierten Böschungen oder stark entwässerten Grabenrändern.

### Verbreitung im württembergischen Allgäu

Der Heilziest-Dickkopffalter ist die am stärksten gefährdete Tagfalterart der württembergischen Streuwiesen. In der Nordschweiz bereits ausgestorben (vgl. KISSLING & REY 2016), sind aktuell noch zwölf Fundorte aus dem württembergischen Allgäu und damit aus dem gesamten Bun-

desland bekannt. Nur an dreien dieser Fundorte können regelmäßig und mit hoher Wahrscheinlichkeit Individuen der Art beobachtet werden. Die bestehenden Vorkommen sind möglicherweise bereits räumlich voneinander getrennt und haben sich in kleinere Populationsgruppen in der Umgebung von Neukirch sowie südwestlich von Wangen aufgelöst (Abb. 4). Regelmäßige Nachweise aus weiteren, anscheinend isoliert liegenden Gebieten lassen darauf hoffen, dass die Art doch noch etwas weiter verbreitet ist und bisher aufgrund ihrer schwierigen Nachweisbarkeit an einigen Stellen übersehen wurde.

Im Vergleich zu den Untersuchungen für das Zielartenkonzept des Landkreises Ravensburg (BAUER 2010) kann aktuell nur noch etwas mehr als die Hälfte der damals belegten 21 Vorkommen bestätigt werden. Auch im Bodenseekreis konnte, abgesehen von der Populationsgruppe bei Neukirch, keiner der alten Nachweise wiederbestätigt werden. Der Rückgang hat sich so-

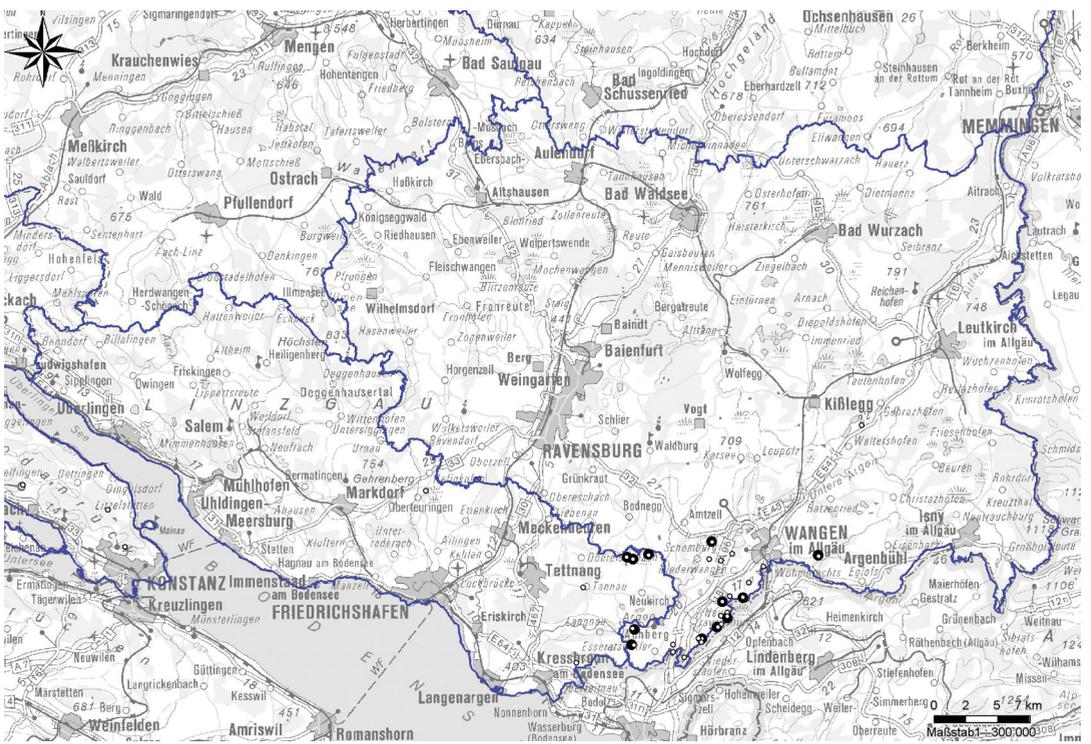


Abbildung 4. Nachweise des Heilziest-Dickkopffalters (*Carcharodus flocciferus*) in den Landkreisen Ravensburg und Bodenseekreis. Schwarze Punkte stellen aktuelle Nachweise im Zeitraum 2013-2017 dar, die kleineren weißen Punkte ältere Nachweise vornehmlich aus dem Zielartenkonzept des Landkreises Ravensburg (BAUER 2010) und aus der Landesdatenbank Schmetterlinge des Naturkundemuseums Karlsruhe.

mit weitgehend ungebremsst fortgesetzt. Im angrenzenden Bayern existieren weitere, evtl. mit den baden-württembergischen Vorkommen in Verbindung stehende Populationen, z.B. im Unterreitnauer Moos in der Umgebung von Lindau (ALBRECHT & KRAUS 2013). Für die mittlerweile auch in der angrenzenden Nordschweiz erloschene Art besteht insgesamt eine sehr hohe Gefährdung mit der Gefahr des Aussterbens in Baden-Württemberg.

### Goldener Scheckenfalter (*Euphydryas aurinia*)

**Habitatsprüche:** Schwachproduktives, extensiv genutztes Grünland des trockenen, mesophilen, wie auch feuchten Standortbereichs. Charakteristisch sind ein lückiger Obergrashorizont, Nährstoffarmut und kräftige Wirtspflanzen (ANTHES et al. 2003, ANTHES & NUNNER 2006). In Baden-Württemberg werden diese Ansprüche noch am Kaiserstuhl (Halbtrockenrasen), am Rande des nördlichen Schwarzwaldes (magere Feuchtwiesen) und in Oberschwaben (Streuwiesen) erfüllt (LUBW 2014).

**Wirtspflanzen:** Feuchtlebensräume: Teufelsabiss (*Succisa pratensis*), Schwalbenwurz-Enzian (*Gentiana asclepiadea*); mesophile und Trockenlebensräume: Tauben-Skabiose (*Scabiosa*

*columbaria*), Acker-Witwenblume (*Knautia arvensis*), Kreuz-Enzian (*Gentiana cruciata*), selten weitere Wirtspflanzen (z.B. NUNNER et al. 2013).

### Besiedelte Habitate im württembergischen Allgäu

Besiedelt werden wechsellückige bis feuchte, meist kalkreiche Streuwiesen, die nährstoffarm und niedrigwüchsig sind, aber gleichzeitig kräftige Pflanzen des Teufelsabiss' (*Succisa pratensis*) aufweisen (Abb. 5). Häufig sind dies trockenere, zur Magerwiese tendierende Streuwiesen, aber auch typische Pfeifengras-Streuwiesen und aufgrund ihrer Exposition und ihres welligen Profils bevorzugt die Mehlsprimel-Kopfbinsenriede der streugemähten Hangquellmoore.

### Verbreitung im württembergischen Allgäu

Vom Goldenen Scheckenfalter konnten im Laufe der vergangenen fünf Jahre 79 Vorkommen erfasst werden. Viele dieser Populationen sind klein oder nicht permanent nachweisbar. Mehr noch als viele andere Arten ist der Goldene Scheckenfalter auf einen intakten Verbund seiner Vorkommen im Sinne des Metapopulationskonzeptes angewiesen (z.B. HANSKI 1998, HULA et al. 2004). Isolierte Populationen erliegen meist schnell dem hohen Parasitoidendruck oder un-



Abbildung 5. Charakteristisches Raupengespinst des Goldenen Scheckenfalters (*Euphydryas aurinia*) im württembergischen Allgäu. Die Suche nach den im Juli und August sehr auffälligen Gespinnten ist weitaus effektiver als die Erfassung der Imagines. Bei genauem Hinsehen sind die in diesem Fall aktiven Raupen zu erkennen.

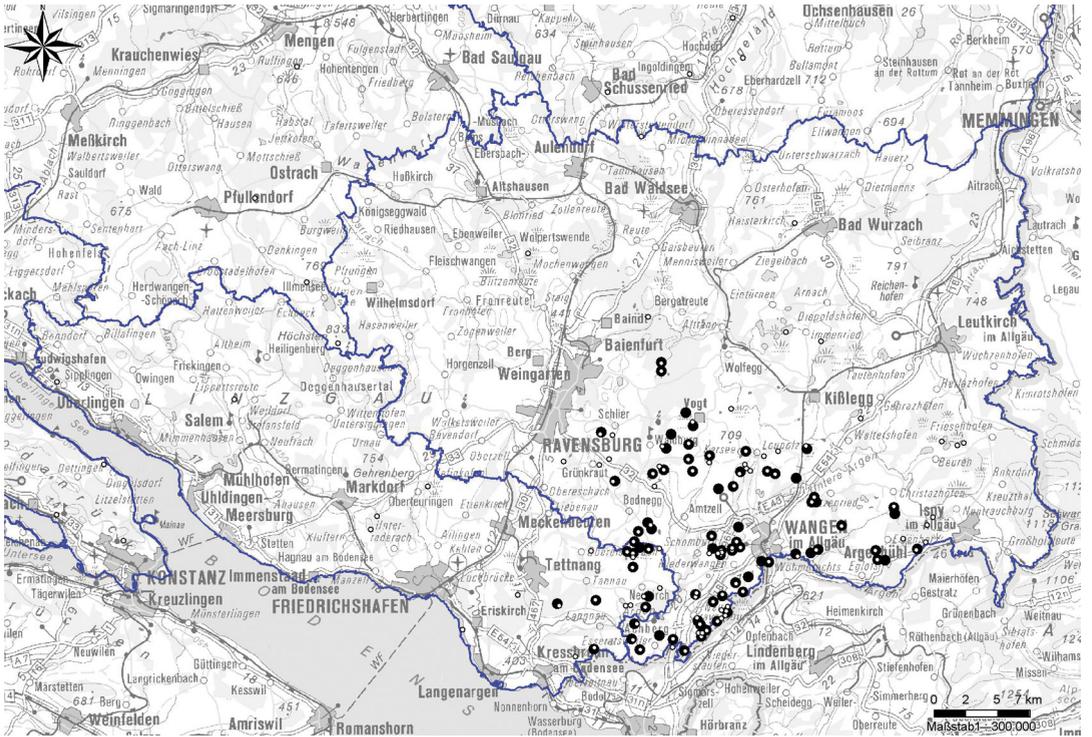


Abbildung 6. Nachweise des Goldenen Scheckenfalters (*Euphydryas aurinia*) in den Landkreisen Ravensburg und Bodenseekreis. Schwarze Punkte stellen aktuelle Nachweise im Zeitraum 2013-2017 dar, die kleineren weißen Punkte ältere Nachweise vornehmlich aus dem Zielartenkonzept des Landkreises Ravensburg (BAUER 2010) und aus der Landesdatenbank Schmetterlinge des Naturkundemuseums Karlsruhe.

günstigen Witterungsbedingungen (KLAPWIJK & LEWIS 2014). Die Populationszentren liegen südwestlich von Wangen, bei Neukirch und südlich von Vogt. Weitere Vorkommen an der Peripherie sind mittlerweile stark isoliert, diejenigen im NSG Taufach-Fetzachmoos nördlich von Isny aktuell erloschen. Nach Osten hin (Umgebung Argenbühl/Bodenmöser) hat sich die Art möglicherweise erst in jüngerer Zeit wieder etwas ausgebreitet, jedoch noch nicht ihre ursprüngliche Verbreitung wieder erreicht (Abb. 6).

Im Vergleich zu den Untersuchungen im Rahmen des Zielartenkonzepts (BAUER 2010) haben die Vorkommen um etwa das Doppelte zugenommen (1999/2000: 41 Vorkommen). Es handelt sich hierbei wahrscheinlich zum einen um eine reale Zunahme, da sich die Art wohl aufgrund klimatischer Gunstphasen wieder etwas ausbreiten konnte, zum anderen sicherlich aber auch um Erfassungsdefizite in früherer Zeit, da *E. aurinia* im Zeitraum von 2013-2017 mit höchster Intensi-

tät kartiert wurde. Die Prognose für diese Art ist einigermaßen günstig, wenn sich das noch engmaschige Netz aus strukturell geeigneten Streuwiesen erhalten und regional durch vermehrte Nährstoffzug erweitern lässt (vgl. BAMANN & DITTRICH 2017).

### Westlicher Scheckenfalter (*Melitaea parthenoides*)

**Habitatansprüche:** Ähnlicher Anspruchstyp wie *E. aurinia*. Besiedelt wird ebenfalls nährstoffarmes, extensiv genutztes Grünland, wobei die Bindung an Trockenlebensräume etwas stärker ausgeprägt ist als beim Goldenen Scheckenfalter (SETTELE et al. 2005, NUNNER & KRAUS 2013). In Baden-Württemberg sind dies Halbtrockenrasen (Kaiserstuhl, Hegau), Salbei-Glatthaferwiesen (Alb-Wutach-Gebiet, Hegau, früher Bodenseeböcken) und wechsellückene Streuwiesen (württembergisches Allgäu) (EBERT & RENNWALD 1991a) (Abb. 7).



Abbildung 7. Das NSG Rothasweiher-Degermoos stellt eines der bestbesiedelten Habitate des Westlichen Scheckenfalters (*Melitaea parthenoides*) im württembergischen Allgäu dar. Magere, mineralische Kuppen mit wechsellückigen Streuwiesen im Übergang zu Borstgrasrasen stellen den Hauptlebensraum dar. Neben dem Westlichen Scheckenfalter sind im Heilziest-Dickkopffalter (*Carchardus flocciferus*), Goldenem Scheckenfalter (*Euphydryas aurinia*), Warzenbeißer (*Decticus verrucivorus*) und Heidegrashüpfer (*Stenobothrus lineatus*) weitere gefährdete Arten vertreten.

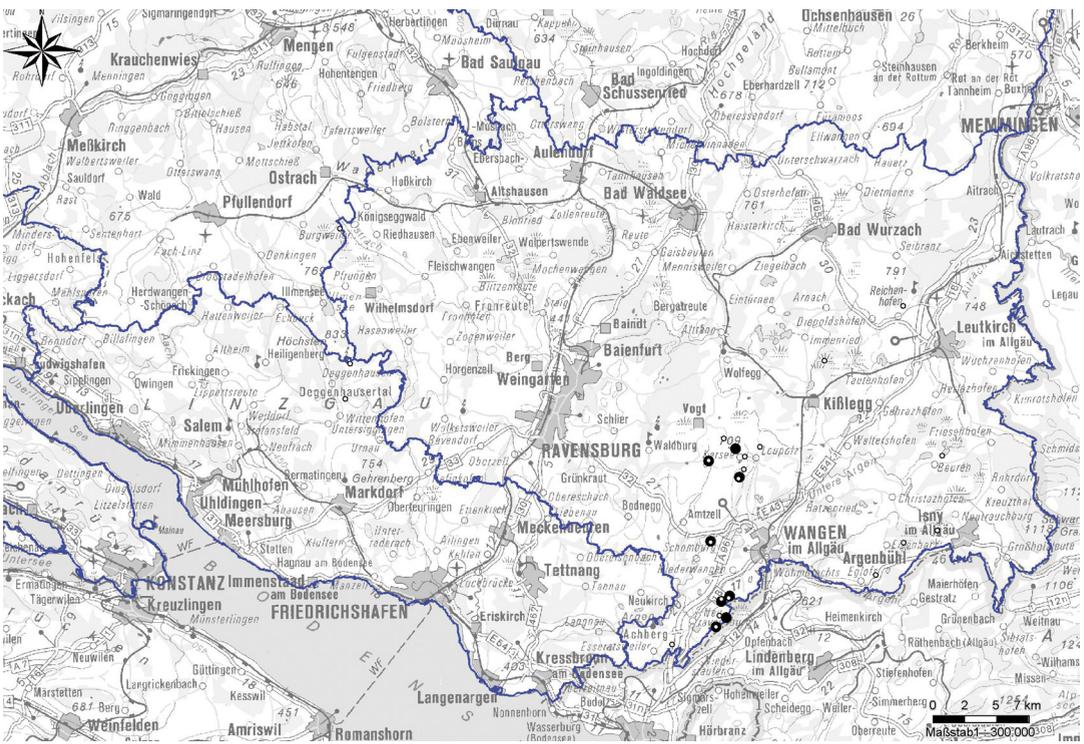


Abbildung 8. Nachweise des Westlichen Scheckenfalters (*Melitaea parthenoides*) in den Landkreisen Ravensburg und Bodenseekreis. Schwarze Punkte stellen aktuelle Nachweise im Zeitraum 2013-2017 dar, die kleineren weißen Punkte ältere Nachweise vornehmlich aus dem Zielartenkonzept des Landkreises Ravensburg (BAUER 2010) und aus der Landesdatenbank Schmetterlinge des Naturkundemuseums Karlsruhe.

**Wirtspflanzen:** Wegerich-Arten, im Niedermoorbereich offenbar ausschließlich an Spitzwegerich (*Plantago lanceolata*) (EBERT & RENNWALD 1991a, NUNNER & KRAUS 2013).

### Besiedelte Habitate im württembergischen Allgäu

Im württembergischen Allgäu werden ausschließlich wechsellückige Streuwiesen und Hangquellmoore mit Übergängen zu Halbtrocken- oder Borstgrasrasen besiedelt. Entscheidend für die larvale Entwicklung sind in lückiger Vegetation und vollsonnig wachsende Wirtspflanzen. Die starke Einnischung der Art ist wahrscheinlich durch das kühle Regionalklima und die für eine erfolgreiche Entwicklung der Art häufig zu feuchten Streuwiesen-Ausprägungen bedingt.

### Verbreitung im württembergischen Allgäu

Nur sehr wenige aktuelle Nachweise mit einer Metapopulationsgruppe südwestlich von Wangen (NSG Rothasweiher-Degermoos) und weiteren miteinander verknüpften Vorkommen in der Umgebung von Karsee/Leupolz (Abb. 8). Dazwischen liegend zumindest ein dauerhaft besiedeltes Einzelvorkommen westlich von Wangen. Ehemalige Nachweise östlich von Wangen (z.B. NSG Bodenmöser) und im Bodenseegebiet (Deggenhausertal) konnten seither nicht wieder bestätigt werden. Die Vorkommen des bayerischen und württembergischen Alpenvorlandes markieren den Areal-Ostrand der atlantomediterran verbreiteten Art.



Abbildung 9. Das Blaukernaug (*Minois dryas*) ist ein im württembergischen Allgäu aufgrund seiner Größe nicht zu verwechselnder Charakterfalter nährstoffarmer Streuwiesen. Die Ursachen, die seine Verbreitung im Alpenvorland einschränken, sind noch nicht verstanden.

### Blaukernaug (*Minois dryas*) (Abb. 9)

**Habitatsprüche:** Verschiedenbiotop-Bewohner, der sowohl Halbtrockenrasen (Oberrheinebene, Kaiserstuhl) als auch Niedermoore (Oberschwaben) sowie lichte Wälder (z.B. Mittelwälder im bayerischen Steigerwald) besiedelt (EBERT & RENNWALD 1991b). Charakteristisch sind eher langgrasige Strukturen und großflächige Habitate (SACHTELEBEN & RIES 1997, SACHTELEBEN & WINTERHOLLER 2013).

**Wirtspflanzen:** Verschiedene Gräser, z.B. Aufrechte Trespe (*Bromus erectus*) (Trockenstandorte), Hirse-Segge (*Carex panicea*) oder Blaues Pfeifengras (*Molinia caerulea*) (Feuchtstandorte) (EBERT & RENNWALD 1991b, SACHTELEBEN & WINTERHOLLER 2013).

### Besiedelte Habitate im württembergischen Allgäu

Besiedelt werden nährstoffarme, häufig großflächige Pfeifengras-Streuwiesen, daneben aber auch Hangquellmoore mit Mehlprimel-Kopfbinsenrieden.

### Verbreitung im württembergischen Allgäu

Das Blaukernaug konnte bisher an 35 Standorten im württembergischen Allgäu bestätigt werden (Abb. 10). Damit ist im Vergleich zu früher ein leichter Rückgang festzustellen, der sich vor allem in der bodenseenahen Region, aber auch im näheren Umfeld von Wangen manifestiert. Warum die Art aktuell in einigen Bereichen des württembergischen Allgäus fehlt, in denen sie früher nachgewiesen wurde (z.B. in den großflächigen Streuwiesen im NSG Hermannsberger Weiher oder im Langmoosweiher südlich Neukirch), ist nicht geklärt. Überraschende Einzelnachweise gelangen im für diese Art sehr guten Flugjahr 2016 abseits des Verbreitungszentrums südlich von Vogt an der baden-württembergisch-bayerischen Landesgrenze bei Neuravensburg, in den Bodenmösern bei Isny und südlich von Bodnegg. Auch in Bayern können regelmäßig Einzelfalter in Gebieten beobachtet werden, in denen die Art normalerweise nicht anzutreffen ist (A. NUNNER, mündl.). Im Bodenseekreis existiert im NSG Birkenweiher ein vitales, jedoch wohl großräumig isoliertes Vorkommen.

Im Vergleich zu den Untersuchungen im Rahmen des Zielartenkonzepts (BAUER 2010) hat die Anzahl der Fundorte leicht abgenommen (1999/2000: 47 Vorkommen). Möglicherweise liegen aus randlich liegenden Gebieten (z.B. Blitzenreuter Seenplatte, Umgebung Leutkirch)

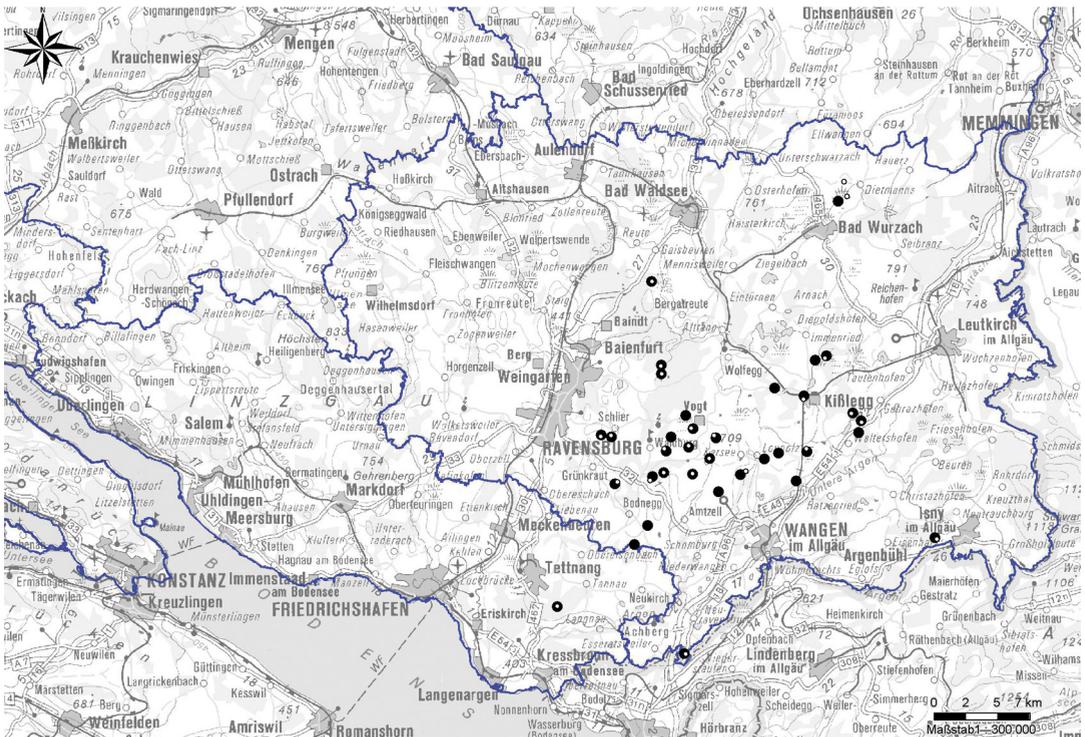


Abbildung 10. Nachweise des Blaukernauges (*Minois dryas*) in den Landkreisen Ravensburg und Bodenseekreis. Schwarze Punkte stellen aktuelle Nachweise im Zeitraum 2013-2017 dar, die kleineren weißen Punkte ältere Nachweise vornehmlich aus dem Zielartenkonzept des Landkreises Ravensburg (BAUER 2010) und aus der Landesdatenbank Schmetterlinge des Naturkundemuseums Karlsruhe.

noch Erfassungsdefizite in neuerer Zeit vor, allerdings ist eine Bestandsabnahme trotzdem sehr wahrscheinlich.

### Lungenenzian-Ameisenbläuling (*Maculinea alcon*)

**Habitatansprüche:** Soweit *M. alcon* als eigene Art aufgefasst und damit vom Kreuzenzian-Ameisenbläuling (*Maculinea rebeli*) getrennt wird (vgl. ELLER et al. 2007), setzen sich die besiedelten Habitate ausschließlich aus spät gemähten Nieder- und Zwischenmoorstandorten zusammen (MARKTANNER 1985, EBERT & RENNWALD 1991b). Der in EBERT & RENNWALD (1991b) erwähnte Fundort mit Kreuzenzian-Vorkommen auf alluvialem Talkies im Bodenseebecken konnte bisher nicht überprüft werden.

**Wirtspflanzen:** Lungenenzian (*Gentiana pneumonanthe*) und Schwalbenwurz-Enzian (*Gentiana asclepiadea*) (BRÄU & DOLEK 2013). Aufgrund der Seltenheit des Lungenenzians im württem-



Abbildung 11. Der Lungenenzian-Ameisenbläuling (*Maculinea alcon*) ist am besten durch Ei-Suche nachweisbar. Die weißen, ca. 2 mm großen Eier fallen an den in diesem Fall noch grünen, sonst blauen Blütenständen der beiden Enzian-Arten schnell auf. Auf diese Weise können auch individuenarme oder nur sporadisch besiedelte Trittsteinpopulationen detektiert werden.

bergischen Allgäu erfolgen hier ca. 95 % der Eiablagen an Schwalbenwurz-Enzian (vgl. MARK-TANNER 1985) (Abb. 11).

### Besiedelte Habitate im württembergischen Allgäu

Besiedelt werden relativ nährstoffarme bis mäßig nährstoffreiche, maximal leicht verschliffte Streuwiesen mit guten Beständen kräftiger und frei wachsender Exemplare o.g. Enzianarten (vgl. BRÄU & DOLEK 2013, KÜER & FARTMANN 2005). Stark beschattete oder eingewachsene sowie extrem kümmerliche Enziane werden normalerweise nicht belegt. Einige nicht besiedelte Habitate mit guten Enzianbeständen legen nahe, dass noch weitere Faktoren (Wirtsameisen, Klima, Konkurrenz mit Enzian-Langhornfalter [*Nemophora violellus*]) eine wichtige Rolle für eine erfolgreiche Reproduktion der Art spielen könnten (MOUQUET et al. 2005, BRÄU et al. 2006, BRÄU & DOLEK 2013).

### Verbreitung im württembergischen Allgäu

Vom Lungenenzian-Ameisenbläuling konnten von 2013-2017 62 Vorkommen nachgewiesen werden (Abb. 12). Regional (z.B. Umgebung Wangen) ist die Art allerdings deutlich im Rückgang. Viele Populationen sind sehr klein und von individuenarmen Wirtspflanzenbeständen abhängig. Ähnlich wie die Falter selbst unterliegen auch die beiden Wirtspflanzen starken Häufigkeitsschwankungen. So konnte in den Jahren 2015 und 2016 auf zahlreichen Flächen eine starke Abnahme des Schwalbenwurz-Enzians beobachtet werden. Die Ursachen hierfür sind nicht eindeutig, könnten aber mit ungünstigen klimatischen Witterungsbedingungen (anhaltende Trockenphasen im Hochsommer 2015, Nässeperiode im Frühsommer 2016) zusammenhängen. Im Vergleich zu den Untersuchungen für das Zielartenkonzept des Landkreises Ravensburg (BAUER 2010) ist die Anzahl der Vorkommen in etwa gleich geblieben. Damals wurden 51 Po-

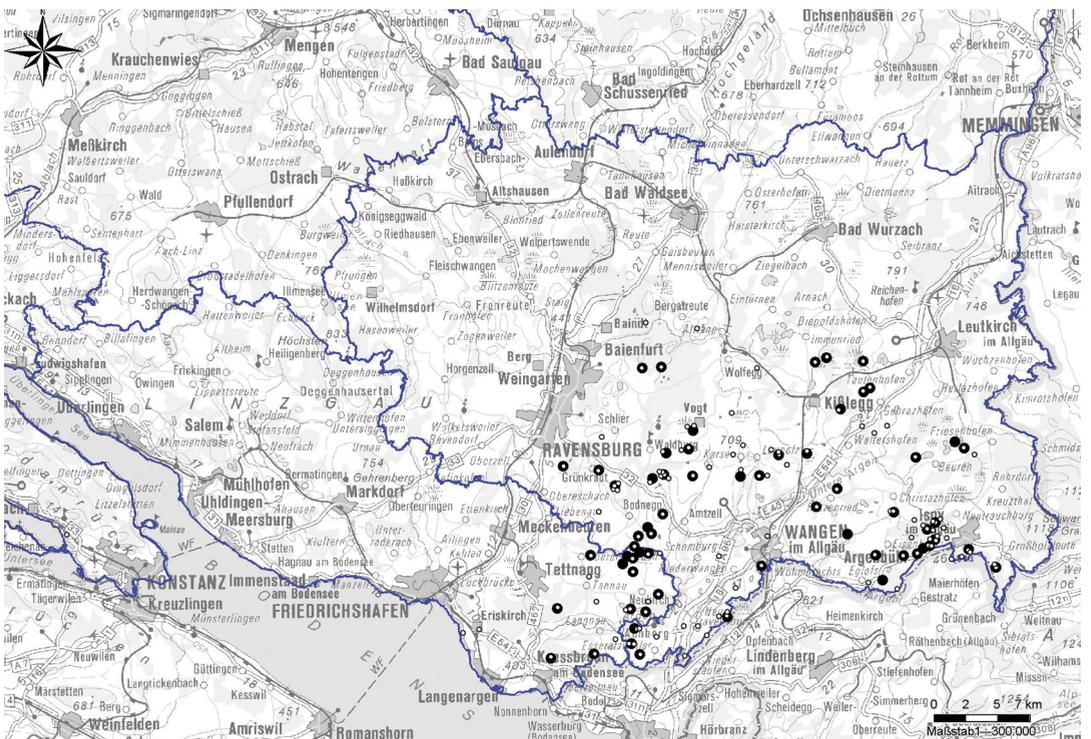


Abbildung 12. Nachweise des Lungenenzian-Ameisenbläulings (*Maculinea alcon*) in den Landkreisen Ravensburg und Bodenseekreis. Schwarze Punkte stellen aktuelle Nachweise im Zeitraum 2013-2017 dar, die kleineren weißen Punkte ältere Nachweise vornehmlich aus dem Zielartenkonzept des Landkreises Ravensburg (BAUER 2010) und aus der Landesdatenbank Schmetterlinge des Naturkundemuseums Karlsruhe.

pulationen von *M. alcon* erfasst. Einige damals noch existente Vorkommen sind allerdings seitdem nachweislich erloschen. Es ist nicht davon auszugehen, dass in den vergangenen Jahren vermehrt Neubesiedlungen erfolgten. Wahrscheinlicher ist, dass damals noch nicht bekannte Vorkommen neu entdeckt wurden. Die Anzahl vorhandener Populationen dürfte seit Beginn der 2000er-Jahre eher leicht abgenommen haben.

## Diskussion

### Vergleich mit früheren Bestandserhebungen

Ein Vergleich mit früheren Erfassungen ist aufgrund unterschiedlicher Intensität der Erhebungen und unterschiedlichen Darstellungsmaßstäben schwierig. Außerdem können hier nur die „Niedermoorarten“ im engeren Sinne bewertet werden, da außerhalb dieser Lebensräume nur sporadische Erfassungen erfolgten. Trotzdem lassen sich bei einigen Arten deutliche Bestandsab- oder -zunahmen feststellen, die im Folgenden kurz diskutiert werden.

### Arten mit eindeutigen Bestandsrückgängen

Beim Vergleich mit den Verbreitungskarten aus den Grundlagenwerken (EBERT & RENNWALD 1991a,b) fällt sofort auf, dass drei der ehemals vier vorkommenden Wiesenvögelchen-Arten, nämlich *Coenonympha tullia*, *C. hero* und *C. glycerion* (fast) komplett erloschen sind. Von *C. glycerion* ist noch ein Nachweis aus 2013 im Bereich der Bodenmöser belegt (Nachweis von R. SCHICK aus 2013, Quelle: www.schmetterlinge-bw.de), *C. hero* ist um 2012 (Wurzacher Ried), *C. tullia* bereits seit den 1990er-Jahren im württembergischen Allgäu ausgestorben. Alle drei Arten besiedelten früher zahlreiche jener Niedermoores, die im Rahmen der Kartierungen teilweise mehrmals zur Flugzeit der Arten begangen wurden. Ein Überdauern übersehener Relikt-vorkommen ist daher sehr unwahrscheinlich. Die Gründe für diesen Rückgang sind nicht im Detail verstanden, evtl. könnten auch klimatische Mitursachen vermutet werden. Ebenfalls stark zurückgegangen ist der Lilagold-Feuerfalter (*Lycæna hippothoe*), von dem aktuelle Nachweise nur noch aus dem Wurzacher Ried und aus den Bodenmösern vorliegen. Neben den ausführlicher besprochenen Arten *M. parthenoides*, *M. dryas*, *M. alcon*, *C. flocciferus* sind Rückgänge auch beim Großen Perlmutterfalter (*Argynnis aglaja*), beim Randring-Perlmutterfalter (*Boloria eunomia*) und beim Braunen Feuerfalter (*Lycæna tityrus*) zu konstatieren. Der früher flächende-

ckend verbreitete Große Perlmutterfalter kommt im württembergischen Alpenvorland nur noch sporadisch in einigen großflächigen, nährstoff-armen Moorkomplexen vor. Die Art ist auch in anderen Landesteilen stark zurückgegangen, so zum Beispiel in den Kalkmagerrasen der Oberen Gäue (G. HERMANN, mündl.). Ursächlich könnten klimatische Einflüsse, aber auch eine zunehmende Eutrophierung der Landschaft und mangelnde Gehölzpflege sein. Hierdurch werden die benötigten schütterten Strukturen im Larvalhabitat verdrängt bzw. entstehen im Falle einer mangelnden Gehölzpflege nicht neu (vgl. BRÄU 2013). Der früher zwar lückig, aber dennoch großräumig verbreitete Randring-Perlmutterfalter konnte im Rahmen der vorliegenden Kartierungen nur noch sehr selten nachgewiesen werden. Seine benötigten Habitate – mäßig nährstoffreiche, jüngere Brachen mit guten Beständen des Wiesenknöterichs (*Polygonum bistorta*) (vgl. BRÄU & NUNNER 2003, NUNNER & LOOS 2013) – sind im württembergischen Allgäu außerhalb der größeren Moorkomplexe so gut wie nicht mehr vorhanden. Entweder werden die entsprechenden Standorte flächig gemäht, oder sie sind komplett aus der Nutzung gefallen und mittlerweile von Gehölzen oder Nährstoffzeigern dominiert. Beides verhindert eine dauerhafte Besiedlung durch die Art. Auch der mehr an zweischürige Feucht- und Frischwiesen gebundene Braune Feuerfalter konnte nur sehr selten nachgewiesen werden. Es ist zu hoffen, dass die Art auf den im Rahmen der Untersuchungen wenig beachteten extensiven Zweischnittwiesen noch stetiger vorkommt, als es die aktuellen Kartierergebnisse nahelegen. Allerdings ist ein eindeutiger Rückgang auch aus anderen Regionen Baden-Württembergs (Obere Gäue, Albvorland) belegt (G. HERMANN, schriftl.).

### Arten mit eindeutigen Zunahmen

Zwei Tagfalterarten, die in Streuwiesen und deren Randbereichen hin und wieder auftreten, haben sich in den vergangenen Jahren fest im württembergischen Allgäu etabliert. Der Malven-Dickkopffalter (*Carcharodus alceae*) wurde zwar mehrfach in Niedermoor-Komplexen festgestellt, seine Larvalhabitate dürften aber fast ausschließlich außerhalb dieser an Böschungen und Verkehrsnebenflächen mit Malvenvorkommen zu finden sein. Auch vom Kurzschwänzigen Bläuling (*Cupido argades*) konnten vor allem in den klimatisch günstigeren Regionen mehrere Nachweise in Streuwiesen und in angrenzendem zweischürigem Feuchtgrünland erbracht werden.

Beide Arten breiten sich wahrscheinlich (auch) aus klimatischen Gründen seit etwa 10-15 Jahren in Baden-Württemberg stark aus (vgl. FILZ & SCHMITT 2012). Vom Baumweißling (*Aporia crataegi*) liegt außerdem eine größere Anzahl neuer Nachweise aus dem westlichen Teil des Untersuchungsgebiets vor. Die Art hat sich seit Beginn der 2000er-Jahre auf der Hochfläche der mittleren Alb stark ausgebreitet, sodass eine Häufigkeitszunahme im württembergischen Allgäu nahe liegt (G. HERMANN, schriftl.).

### **Bedeutung der oberschwäbischen Streuwiesen für den Artenschutz tagaktiver Schmetterlingsarten**

Für den **Heilziest-Dickkopffalter** und den **Lungenenzian-Ameisenbläuling** stellen die streugewutzten Niedermoore des württembergischen Allgäus den einzigen besiedelten Lebensraum in Baden-Württemberg dar. Für diese Arten ist somit der Erhalt ihrer Habitate von landes-, wie auch bundesweiter Bedeutung.

Folgende Arten besitzen innerhalb Baden-Württembergs ihre wichtigsten Vorkommen in streugewutzten Niedermooren des Allgäus (absteigend nach Gefährdungsgrad):

Goldener Scheckenfalter

Blaukernauge

Sumpfhornklee-Widderchen

Braunfleckiger Perlmutterfalter

Baldrian-Scheckenfalter

Die folgenden gefährdeten Arten besitzen in den oberschwäbischen Niedermooren wichtige Metapopulationen, sind aber in anderen Biotoptypen und/oder Regionen Baden-Württembergs mindestens ebenso oder noch weiter verbreitet:

Hochmoor-Perlmutterfalter

Westlicher Scheckenfalter

Randring-Perlmutterfalter

Ampfer-Grünwidderchen

Wachtelweizen-Scheckenfalter

### **Gefährdung**

Die Hauptgefährdung der Tagfalter- und Widderchenarten im württembergischen Allgäu besteht durch anhaltenden Habitatflächenverlust infolge von Nutzungsaufgabe mit anschließender Verbrachung, Verschiffung und Gehölzsukzession. Daneben sind Nährstoffeinträge infolge hochintensiver Grünlandnutzung (Gülle, Biogas) angrenzender Flächen ein weiterer wesentlicher Gefährdungsfaktor. Sie führen zu Vegetationsveränderungen, die stickstoffliebende Pflanzen (z.B. Mädesüß [*Filipendula ulmaria*] oder Schilf

[*Phragmites australis*]) begünstigen und magere, schütterere Vegetationsbestände, die die Grundlage für eine erfolgreiche Entwicklung zahlreicher Tagfalter- und Widderchenarten darstellen, verdrängen. Weiterhin ist eine schleichende Vernässung zahlreicher Streuwiesen zu beobachten, die bislang durch stark schwankende Wasserstände charakterisiert waren (vgl. QUINGER et al. 1995). Die Ursachen hierfür liegen häufig in einer mangelnden Grabenpflege begründet, die nicht zuletzt auf Vorgaben des Naturschutzes beruht. Die Folgen sind verarmende Vegetationsbestände (Dominanz von Seggen), eine erschwerte Mähbarkeit der Flächen und Habitatverlust für zahlreiche Insektenarten wechselfeuchter oder wechselfrockener Moorstandorte. Zuletzt führt auch das starre Korsett des Vertragsnaturschutzes mit einheitlich späten Mahdzeitpunkten (frühester Schnitzeitpunkt für Streuwiesen ist der 01.09.) dazu, dass die Flächen in sich homogener und nährstoffreicher werden. Historisch durchaus übliche Sommerschnitte (Heumahd) auf trockeneren Standorten bzw. in trockenen Jahren bleiben gänzlich aus (vgl. QUINGER et al. 1995). Gerade solche bewirkten jedoch den stärksten Nährstoffaustrag, der für den Erhalt der oligotraphenten Pflanzengesellschaften der Niedermoore essenziell ist.

### **Schutz und Pflege Aufrechterhaltung und Wiederherstellung von Metapopulationen**

Die aktuelle Praxis der jährlichen Streumahd stellt die Grundsicherung für ein dauerhaftes Vorkommen eines Großteils unserer Niedermoorarten dar. Aufgrund der starken Abhängigkeit fast aller Tagfalter- und Widderchenarten von einer funktionalen Verknüpfung geeigneter Habitate im Sinne des Metapopulationsprinzips (vgl. HANSKI 1998) ist die wichtigste Voraussetzung für ihren Erhalt die Bereitstellung möglichst vieler, im Idealfall engmaschig verknüpfter und regelmäßig streugemähter Flächen. Nur dieses reiche Angebot an Habitaten unterschiedlicher Ausprägungen kann die zahlreichen Verluste und Aussterbeereignisse durch Parasitoide, ungünstige Witterung, Habitatüberflutungen oder ungünstige Pflegeregimes dauerhaft abpuffern. Die aktuell noch vorhandene Anzahl streugewutzter Niedermoore sollte daher keinesfalls weiter reduziert werden. Vielmehr ist in einigen Räumen eine deutliche Flächenerweiterung geeigneter Habitate durch Wiederausweitung der Streumahd auf Brachen und Sukzessionswälder dringend gebo-

ten. Insbesondere in der Peripherie des Allgäuer Streuwiesengürtels (z.B. westlicher Bodenseekreis, Umgebung Leutkirch) sowie regional auch im Zentrum (z.B. Umgebung Amtzell, Umgebung Göttlishofen) weisen einige Gebiete bereits einen relativ hohen Isolationsgrad auf. Hier hätten entsprechende Entwicklungsmaßnahmen höchste Priorität, zumal solche auch im landesweiten Ökokonto förderfähig wären. Die Rückführung verbuschter und/oder verschilfter Streuwiesen ist im Gegensatz zu einmal aufgedüngten und entwässerten Standorten mit hoher Erfolgsaussicht möglich (vgl. BRIEMLE 1991, QUINGER et al. 1995). Nur auf diese Weise kann der bei einigen Arten (z.B. *E. aurinia*, *M. alcon*, *C. flocciferus*) bereits eingetretene Verlust peripherer Populationen, der eine fortlaufende Verkleinerung des aktuellen Verbreitungsareals zur Folge hatte, aufgehalten und ggf. umgekehrt werden.

### Habitatmanagement

Die Tagfalter- und Widderchenarten der Niedermoore des württembergischen Allgäus sind seit zwei Jahrhunderten an eine Streumahd angepasst, die einen maximalen Ertrag und damit eine möglichst intensive Bewirtschaftung zum Ziel hatte. Dies bedeutet, dass die Flächen – sofern es Witterung und Nässe erlaubten – mög-

lichst komplett genutzt wurden – Bracheanteile und ungemähte Säume stellten eher die Ausnahme dar (QUINGER et al. 1995). Viele Flächen wurden durch weitläufige Grabensysteme zumindest so stark entwässert, dass eine Mahd im Spätherbst (ab Oktober) gut möglich war. Die frühere Existenz dieser, nun häufig komplett verlandeten und verwachsenen Grabensysteme ist auch heute noch in vielen Gebieten nachzuvollziehen. Weiterhin wurden viele Flächen im Frühjahr z.B. durch Wanderschäfer vorbeweidet und/oder erfuhrn jahrweise zusätzliche Schnitte im Früh- oder Hochsommer aufgrund von Futtermangel. Dies führte in der Summe zu einem starken Austrag und eklatantem Mangel an Nährstoffen und in der Folge zu sehr aufwuchssarmen, mageren und aufgrund der Entwässerung vergleichsweise trockenen Standorten (KONOLD & HACKEL 1990, QUINGER et al. 1995).

Auf ebensolche Standorte, die in heutiger Zeit akut im Mangel sind, sind die am stärksten gefährdeten Tagfalterarten des württembergischen Allgäus angewiesen (*C. flocciferus*, *M. parthenoides*, *E. aurinia*). Dies wiederum bedeutet, dass es ein wichtiges Ziel des Habitatmanagements sein muss, Streuwiesen gerade dieser Ausprägung gezielt zu fördern. Hierzu ist es notwendig, dass Nährstoffeinträge aus angrenzenden Nutzflächen



Abbildung 13. Auch im Winter machen Begehungen der Niedermoore Sinn. Zu dieser Zeit lassen sich verlandete Gräben oder Gehölzsukzessionen am besten erfassen, da die häufig hochwüchsige Vegetation gemäht wurde und die fehlende Belaubung der Gehölze einen Blick in die Ferne erlaubt.

minimiert werden. Hierfür am besten geeignet sind möglichst breite Extensivierungsstreifen im angrenzenden Grünland, die allerdings aufgrund der vergleichsweise geringen Fördersummen für die Landwirte unattraktiv und nicht rentabel sind, weshalb ihre Flächenausdehnung aktuell leider rückläufig ist (LEV Ravensburg 2016). Ein erhöhter Nährstoffaustrag ist außerdem mithilfe früherer Mahdtermine möglich. Vor allem den häufig eutrophen und verschilften Randbereichen könnten durch eine Mahd Ende Mai/Anfang Juni Nährstoffe effektiv entzogen werden, da sie zu diesem Zeitpunkt sehr energiereich sind (vgl. BRÄU & NUNNER 2003). Ein weiterer Vorteil dieses frühen Mahdzeitpunkts ist, dass die Pflanzenarten der Streuwiesen dadurch die Möglichkeit erhalten, im Spätsommer zur Blüte zu kommen, was bei einer auf den Juli vorgezogenen Mahd unterbleibt. Desweiteren ist in den Refugien der oben genannten, aus Landessicht höchstprioritären Zielarten unbedingt auf eine regelmäßige Grabenpflege zu achten. Die Landwirte sind in heutiger Zeit nicht mehr auf eine Ertragsmaximierung der Streuwiesen angewiesen, sondern profitieren fast ausschließlich von Fördermitteln, die sie über die Landschaftspflegerichtlinie (LPR) für die Durchführung der Streumahd beziehen. Aus diesen Gründen wird das (zeitaufwändige) Räumen der Gräben häufig vernachlässigt. Zudem wird eine weitere Vernässung von Niedermoorstandorten auch häufig aus Natur- und Umweltschutzkreisen gefordert bzw. die Räumung von Gräben sogar häufig als Eingriff angezeigt, was die Motivation der Landwirte zur Durchführung dieser Arbeiten erheblich einschränkt. Eine regelmäßige Grabenräumung fördert aber nicht nur die Arten der angrenzenden Streuwiesen, sondern auch die der Gräben selbst. Teils stark gefährdete Libellenarten, wie Helm-Azurjungfer (*Coenagrion mercuriale*), Kleiner Blaupfeil (*Orthetrum coerulescens*) oder Zweigestreifte Quelljungfer (*Cordulegaster boltonii*), profitieren eindeutig von diesen Maßnahmen (RP Freiburg 2015). Auch sollten Flächenverluste, die sich durch Änderungen des Grundwasserspiegels ergeben (z.B. Aufstau von Weihern, Biberstau), auch in Naturschutzgebieten nicht in allen Fällen hingenommen werden. Vielmehr sollte versucht werden, durch Einstellung eines geeigneten Wasserregimes eine regelmäßige Mahd der Flächen sicherzustellen. Wichtig ist hierbei unter Aspekten des Falterschutzes, dass die Flächen nicht „gerade so“ mähbar gehalten oder nur zur Mahd im Spätsommer abgestaut werden, son-

dern dass wechselfeuchte bis wechsellrockene Standorte entstehen, die die Entwicklung einer spezifischen, heute höchstgradig bedrohten Vegetation und Zoozönose ermöglichen. Über große Zeiträume des Jahres überstaute Flächen verhindern dagegen die Entwicklung der meisten Zielarten.

### Danksagung

Mein Dank gebührt GABRIEL HERMANN (Hildrizhausen) für die Überarbeitung des Manuskripts und zahlreiche wertvolle Hinweise.

### Literatur

- ANTHES, N.; FARTMANN, T. & HERMANN, G. (2003): Wie lässt sich der Rückgang des Goldenen Scheckenfalters (*Euphydryas aurinia*) in Mitteleuropa stoppen? Erkenntnisse aus populationsökologischen Studien in voralpinen Niedermoorgebieten und der Arealentwicklung in Deutschland. – Naturschutz und Landschaftsplanung **35**: 279-287.
- ANTHES, N. & NUNNER, A. (2006): Populationsökologische Grundlagen für das Management des Goldenen Scheckenfalters, *Euphydryas aurinia*, in Mitteleuropa. – In: FARTMANN, T. & HERMANN, G. (Hrsg.) (2006): Larvalökologie von Tagfaltern und Widderchen in Mitteleuropa. – Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde **68**(3/4): 323-352.
- BAMANN, T. & DITTRICH, B. (2017): Management des Goldenen Scheckenfalters – Eine Untersuchung in den Niedermoorgebieten des württembergischen Allgäus. – Naturschutz und Landschaftsplanung **49**(9): 283-290.
- BAUER, S. (2010): Naturschutz im Landkreis Ravensburg – Band 5: Zielarterfassung. – Hrsg. Landratsamt Ravensburg, 369 S.
- BRÄU, M. (2013): Großer Perlmuttfalter – *Argynnis aglaja*. – In: BRÄU, M.; BOLZ, R., KOLBECK, H., NUNNER, A., VOITH, J. & WOLF, W.: Tagfalter in Bayern. – S. 328-330; Stuttgart (Ulmer).
- BRÄU, M. & DOLEK, M. (2013): Enzian-Ameisenbläuling – *Phengaris alcon*. – In: BRÄU, M., BOLZ, R., KOLBECK, H., NUNNER, A., VOITH, J. & WOLF, W.: Tagfalter in Bayern. – S. 266-272; Stuttgart (Ulmer).
- BRÄU, M., GROS, P., NUNNER, A., STETTNER, C. & SETTELE, J. (2006): Der verlustreiche Weg in die Sicherheit eines Wirtsameisen-Nestes – neue Daten zur Entwicklungsbiologie und Mortalität der Präimaginalstadien von *Maculinea alcon* sowie zum Einfluss der Mahd. – Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde **68**: 197-222.
- BRÄU, M. & NUNNER, A. (2003): Tierökologische Anforderungen an das Streuwiesen-Mahdmanagement mit kritischen Anmerkungen zur Effizienz der derzeitigen Pflegepraxis. – Laufener Seminarbeitr. **1/03**: 223-229.
- BRIEMLE, G. (1991): Ergebnisse aus 10-jähriger Pflege einer brachgefallenen Streuwiese des Alpenvorlandes. – Naturschutzforum **5.6**: 87-114.

- EBERT, G., HOFMANN, A., MEINEKE, J.-U., STEINER, A. & TRUSCH, R. (2005): Rote Liste der Schmetterlinge (Macrolepidoptera) Baden-Württembergs (3. Fassung). – In: EBERT, G. (Hrsg.): Die Schmetterlinge Baden-Württembergs **10**: 110-136; Stuttgart (Ulmer).
- EBERT, G. & RENNWALD, E. (Hrsg.) (1991a): Die Schmetterlinge Baden-Württembergs, Tagfalter 1. – 552 S.; Stuttgart (Ulmer).
- EBERT, G. & RENNWALD, E. (Hrsg.) (1991b): Die Schmetterlinge Baden-Württembergs, Tagfalter 2. – 535 S.; Stuttgart (Ulmer).
- ELLER, O., PFEIFER, M. A. & RENNWALD, E. (2007): Kreuzenzian-Ameisenbläuling – *Maculinea rebeli* (HIRSCHKE, 1904). – In: SCHULTE, T., ELLER, O., NIEHUIS, M. & RENNWALD, E.: Die Tagfalter der Pfalz: 335-336; Landau (GNOR, Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz, Beiheft 36).
- FILZ, K. J. & SCHMITT, T. (2012): Untersuchung der Areal-dynamik des Kurzschwänzigen Bläulings (*Cupido argiades*, PALLAS 1771) unter Klimawandelbedingungen mit Artverbreitungsmodellen in Europa (Lepidoptera: Lycaenidae). – Abhandlungen der Delattinia **38**: 215-228.
- HANSKI, I. (1998): Metapopulation dynamics. – Nature **396**: 41-49.
- HULA, V.; KONVICKA, M.; PAVLICKO A. & FRIC, Z. (2004): Marsh Fritillary (*Euphydryas aurinia*) in the Czech Republic: monitoring, metapopulation structure, and conservation of an endangered butterfly. – Entomologica Fennica **15**: 231-241.
- KISSLING, T. & REY, A. (2016): Artenschutzprojekt für den Heilziest-Dickkopffalter *Carcharodus floccifera* in den östlichen Vor- und Nordalpen. – Fachstellen für Natur- und Landschaftsschutz Glarus, Nidwalden, St. Gallen.
- KLAPWIJK, M. J. & LEWIS, O. T. (2014): Spatial ecology of host-parasitoid interactions: a threatend butterfly and ist specialised parasitoid. – Journal of Insect Conservation **14**: 237-246.
- KONOLD, W. & HACKEL, A. (1990): Beitrag zur Geschichte der Streuwiesenkultur im Alpenvorland. – Zeitschrift für Agrargeschichte und Agrarsoziologie **38**(2): 176-191.
- KÜER, G. & FARTMANN, T. (2005): Prominent shoots are preferred. microhabitat preferences of *Maculinea alcon* ([DENIS & SCHIFFERMÜLLER], 1775) in Northern Germany (Lycaenidae). – Nota lepidopterologica **27**: 309-319.
- LEV Ravensburg (2016): Geschäftsbericht 2016 – Landschaftserhaltungsverband Landkreis Ravensburg e. V., 29 S.
- MARKTANNER, T. (1985): Die Bedeutung des Schwalbenwurzenzians als Futterpflanze von *Maculinea alcon* (Lep.: Lycaenidae) im oberschwäbischen Alpenvorland und die Verbreitung der Lycaenidae in diesem Raum. – Entomologische Zeitschrift **95**: 257-272.
- MOUQUET, N., BELROSE, V., THOMAS, J. A., ELMES, G. W., CLARKE, R. T. & HOCHBERG, M. (2005): Conserving community modules: A case Study of the endangered Lycaenid butterfly *Maculinea alcon*. – Ecology **86**: 3160-3173.
- NUNNER, A.; BRÄU, M. & BOLZ, R. (2013): Goldener Scheckenfalter – *Euphydryas aurinia*. – In: BRÄU, M.; BOLZ, R.; KOLBECK, H.; NUNNER, A.; VOITH, J. & WOLF, W.: Tagfalter in Bayern: 398-402; Stuttgart (Ulmer).
- NUNNER, A. & KRAUS, W. (2013): Westlicher Scheckenfalter – *Melitaea parthenoides*. – In: BRÄU, M.; BOLZ, R.; KOLBECK, H.; NUNNER, A.; VOITH, J. & WOLF, W.: Tagfalter in Bayern: 416-418; Stuttgart (Ulmer).
- NUNNER, A. & LOOS, K. (2013): Randring-Perlmuttfalter – *Boloria eunomia*. – In: BRÄU, M.; BOLZ, R.; KOLBECK, H.; NUNNER, A.; VOITH, J. & WOLF, W.: Tagfalter in Bayern: 345-347; Stuttgart (Ulmer).
- QUINGER, B., SCHWAB, U., RINGLER, A., BRÄU, M., STROHWASSER, R. & WEBER, J. (1995): Lebensraumtyp Streuwiesen. Landschaftspflegekonzept Bayern, Band II,9, Laufen, 396 S.
- RP Freiburg (2015): Gräben – Lebensräume seltener Tier- und Pflanzenarten. Infoblatt, 3 S.
- SACHTLEBEN, J. & M. WINTERHOLLER (2013): Blaukernauge – *Minois dryas*. – In: BRÄU, M.; BOLZ, R.; KOLBECK, H.; NUNNER, A.; VOITH, J. & WOLF, W.: Tagfalter in Bayern: 527-529; Stuttgart (Ulmer).
- SACHTLEBEN, J. & RIES, W. (1997): Flächenanforderungen im Naturschutz – Ableitung unter Berücksichtigung von Inzuchteffekten. II. Teil: Bayern als Beispiel. – Naturschutz und Landschaftsplanung **29**: 373-377.
- SETTELE, J., STEINER, R., REINHARDT, R. & FELDMANN, R. (2005): Schmetterlinge – Die Tagfalter Deutschlands. – 256 S.; Stuttgart (Ulmer).

#### Internetquellen

- <https://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/59295/>, Kurzbeschreibung Goldener Scheckenfalter – *Eurodryas aurinia* Rottenburg, 1775. zuletzt aufgerufen am 11.08.2017.
- [www.schmetterlinge-bw.de](http://www.schmetterlinge-bw.de) – Landesdatenbank Schmetterlinge Baden-Württembergs, Stand 31.08.2017.

# Verbreitung und Lebensweise des Purpurweiden-Jungfernkindes *Boudinotiana touranginii* (BERCE, 1870) am südbadischen Oberrhein und seine Abgrenzung zu *B. notha* (HÜBNER, 1803) (Lepidoptera, Geometridae)

RENÉ HERRMANN & ROBERT TRUSCH

## Kurzfassung

Nach der späten Entdeckung von *Boudinotiana touranginii* (BERCE, 1870) im Jahr 2015 in Deutschland wird nun die Verbreitung und Ökologie des so genannten „Purpurweiden-Jungfernkindes“ beschrieben, das in Deutschland nur am badischen Oberrhein vorkommt und eine stenöke Reliktart der dynamischen Stromtalauen ist. Die morphologische Abgrenzung zur Schwesterart *B. notha* (HÜBNER, 1803), die sich im DNA-Barcoding (COI-Sequenzen) nicht separiert, sowie die Gefährdung und der Schutz von *B. touranginii* sind ebenfalls Thema dieser Arbeit.

## Abstract

**Distribution and life history of the *Boudinotiana touranginii* (BERCE, 1870) on the southern Upper Rhine and its differentiation from *B. notha* (HÜBNER, 1803) (Lepidoptera, Geometridae)**

After the recent discovery of *Boudinotiana touranginii* (BERCE, 1870) in 2015 in Germany, the distribution and ecology of the species is described. In Germany it is restricted to the areas along the Upper Rhine river in Baden-Wuerttemberg, where it is a stenoecious relict species of the dynamic river floodplains. The morphological differentiation from the sister species *B. notha* (HÜBNER, 1803), which does not separate in the DNA barcoding (COI sequences), and threats and protection of *B. touranginii* are also the subject of this article.

## Résumé

**Distribution et écologie de *Boudinotiana touranginii* (BERCE, 1870) dans le cours supérieur méridional du Rhin et différenciation d'avec *B. notha* (HÜBNER, 1803) (Lepidoptera, Geometridae)**

A la suite de la découverte en Allemagne de *Boudinotiana touranginii* (BERCE, 1870), «la Bréphine ligérienne», en 2015, sa distribution géographique et son écologie sont discutées. Cette espèce y est uniquement connue du Bade-Wurtemberg, le long du cours du Rhin supérieur. Elle présente le caractère d'une espèce relicte sténoèce, des plaines inondables du lit du fleuve. Une comparaison morphologique d'avec l'espèce sœur *B. notha* (HÜBNER, 1803), est proposée, bien que les deux entités ne soient pas séparées par l'analyse de l'ADN moléculaire (CO1). Une évaluation

des risques et des mesures de protection de *B. touranginii* sont également apportées.

## Autoren

RENÉ HERRMANN, Kapellenweg 38, D-79100 Freiburg  
Dr. ROBERT TRUSCH, Staatliches Museum für Naturkunde  
Karlsruhe, Erbprinzenstraße 13, D-76133 Karlsruhe;  
E-Mail: trusch@smnk.de

## Inhalt

1	Einleitung	107
2	Material	108
2.1	Untersuchte Falter von <i>B. touranginii</i>	109
2.2	Untersuchte Falter von <i>B. notha</i>	109
2.3	Unterscheidung von <i>B. touranginii</i> und <i>B. notha</i>	110
3	Verbreitung in Baden-Württemberg	110
3.1	Kartierung am Oberrhein in den Jahren 2015-2017	111
3.2	Einfluss des Lokalklimas	112
3.3	Hypothese zur Einwanderung der Art nach Baden-Württemberg	113
4	Ökologie	114
4.1	Lebensraum	114
4.2	Phänologie	116
4.3	Verhalten	117
4.4	Neue Erkenntnisse aus Zuchten von <i>B. touranginii</i> und <i>B. notha</i>	119
5	Zur morphologischen Abgrenzung von <i>B. touranginii</i> und <i>B. notha</i>	121
6	Gefährdung und Schutz von <i>B. touranginii</i> am Oberrhein	125
	Dank	126
	Literatur	126

## 1 Einleitung

Das Purpurweiden-Jungfernkind *Boudinotiana touranginii* (BERCE, 1870) (Lepidoptera, Geometridae, Archiearinae) ist eine west- und südwesteuropäisch verbreitete Schmetterlingsart, die biogeografisch dem atlantomediterranen Verbreitungstyp (DE LATTIN 1967) zugeordnet werden kann. Die Art war bereits im 19. Jahrhundert in Frankreich entdeckt worden, ihr Nach-

weis aus Spanien gelang jedoch erst sehr spät (REDONDO & GASTON 2002, 2004). Im Jahr 2015 wurde sie erstmals aus Deutschland gemeldet (Pressemitteilung des Staatlichen Museums für Naturkunde Karlsruhe vom 25. März 2015). Einzelne Exemplare waren jedoch, zunächst unerkannt, schon früher gefunden worden, so 2005 durch J. ASAL (vgl. TRUSCH et al. 2016) sowie im Jahr 2014 durch R. HERRMANN. Im Grundlagenwerk „Die Schmetterlinge Baden-Württembergs“ (Hrsg. G. EBERT 1991-2005) sowie in den Bestimmungs- oder Handbüchern über die Schmetterlinge Deutschlands (z.B. KOCH 1984, 1988, 1991, SEGERER & HAUSMANN 2011, STEINER et al. 2014) ist *B. touranginii* nicht enthalten.

Weil *B. touranginii*, manchmal auch „Französisches Jungfernkind“ genannt, auf Grund seiner verborgenen Lebensweise früher selbst in seinem Urbeschreibungsland Frankreich äußerst selten gefunden wurde und weil es durch seine Behandlung als Varietät des Auen-Jungfernkindes *Boudinotiana notha* (HÜBNER, 1803) im „Staudinger-Katalog“ (STAUDINGER & REBEL 1900) als Art unterdrückt wurde, lag lange Zeit die Aufmerksamkeit der Schmetterlingskundler nicht auf dieser Art.

Man sieht eben nur, was man auch kennt: Erst seit der Veröffentlichung von BÉRARD (2000), welcher als erster die spezifischen Unterschiede zu *B. notha* klar darstellte, wurde *B. touranginii* als eigenständige Art anerkannt und „aus dem Friedhof der Synonymie“ ausgegraben. Zur schnellen Verbreitung dieser Erkenntnis trug das unmittelbar danach erschienene Standardwerk von HAUSMANN (2001) bei, der als erster Autor eines Bestimmungsbuches *B. touranginii* als eigene Art aufführt (l.c.: 89 und 214f.: 3A, als *Archiearis touranginii* BERCE).

Seit der Entdeckung des Purpurweiden-Jungfernkindes in Deutschland wird hierzulande intensiv danach gesucht. Der Nachweis in der benachbarten Schweiz steht noch aus, ebenso wie aktuelle Wiederfunde im Elsass, obgleich gerade diese historischen Funde ausschlaggebend für die intensive Suche auf der deutschen Rheinseite waren. Der Nachweis von *B. touranginii* ist jedoch nach wie vor nicht einfach, da sich die Art durch ihr Verhalten und auch durch ihre relative Seltenheit leicht der Beobachtung entzieht (vgl. TRUSCH et al. 2016: 74-75). Es erfordert viel Zeit und ungeteilte Aufmerksamkeit, damit es gelingt, die Tiere in der Natur aufzuspüren; auch das Glück, sonniges Wetter zur Nachsuche zu haben, ist entscheidend. Leider kann es im Vorfrüh-

ling manchmal mehrere Wochen dauern, bis sich die gewünschte Witterung für eine erfolgversprechende Exkursion einstellt. Am erfolgreichsten verliefen die mehrwöchigen Kartierungsarbeiten von R. HERRMANN, der in den vergangenen drei Jahren über zweihundert Exemplare dieser früher übersehenen tagaktiven Schmetterlingsart beobachten, protokollieren und mit einzelnen Sammlungsbelegen dokumentieren konnte. Die im Folgenden mitgeteilten neuen Erkenntnisse aus der Natur stützen sich im Wesentlichen auf seine Aufzeichnungen und die zugehörige Belegsammlung.

## 2 Material

Für diese Studie wurden die Beobachtungen aus den jährlichen Feldtagebüchern von R. HERRMANN von 2014-2017 ausgewertet. In diesem Zeitraum konnten durch ihn von den Arten der Unterfamilie Archiearienae im Gebiet des südlichen badischen Oberrheins über 240 Exemplare von *B. touranginii*, über 100 von *B. notha* und über 50 des Birken-Jungfernkindes *Archiearis parthenias* (LINNAEUS, 1761) dokumentiert werden. Darüber hinaus stützt sich diese Arbeit auf die Aufzeichnungen des zweiten Autors sowie auf Belegexemplare aus den weiter unten angegebenen Sammlungen.

Wegen der, im Vergleich zu den beiden anderen Jungfernkinder-Arten, geringeren Größe und intensiveren Färbung der Imagines von *B. touranginii* ließ sich mit zunehmender Erfahrung diese Art schon bei der Beobachtung im Flug von *B. notha* und *A. parthenias* unterscheiden (vgl. Kap. 2.3). Dies gilt besonders für jene Beobachtungen, die in einem Sichtfeld von etwa einem bis dreieinhalb Meter um den Beobachter herum erfolgten. Diese Determinationen aus der Ferne wurden, wann immer möglich, durch Kontrollfänge überprüft, wobei sich die Bestimmung stets bestätigte. Weiter entfernt beobachtete Jungfernkinder, bei denen keine sichere Zuordnung möglich war, wurden nicht berücksichtigt.

## Akronyme der Sammlungen und Abkürzungen

- |      |  |
|------|--|
| AT   | = coll. JOACHIM ASAL, Todtnau  |
| MK   | = coll. JÖRG-UWE MEINEKE, Kippenheim                                 |
| HF   | = coll. RENÉ HERRMANN, Freiburg                                      |
| SMNK | = Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe                        |
| GU   | = Genitaluntersuchung  |
| id.  | = ibidem, ebenda, hier in der Bedeutung von „am identischen Fundort“ |



Abbildung 1. Das zweite in Deutschland gefundene Weibchen von *Boudinotiana touranginii* wurde am 17. März 2017 von DANIELA WARZECHA nachmittags an einer Purpurweide (*S. purpurea*) schwirrend entdeckt. Dies ist eine der sehr seltenen Beobachtungen eines aktiven weiblichen Tieres in der Natur. – Studiofoto: R. TRUSCH.

## 2.1 Untersuchte Falter von *B. touranginii*

In den Kapiteln 2.1 bis 2.2 werden die Daten der Fundortetiketten der untersuchten Tiere wie dort angegeben zitiert.

3♂♂ Baden-Württemberg, Südliche Oberrheinebene, Grißheim a. Rhein, 18.3.2005; 2♂♂ Deutschland, Baden-Württemberg, Südliche Oberrheinebene, Grißheim a. Rhein, 28.3.2017 tags/215 m; 2♂♂ Deutschland, Baden-Württemberg, Südliche Oberrheinebene, Bremgarten (Hartheim), tags 13.3.2017/196 m; 5♂♂ Deutschland, Baden-Württemberg, Südliche Oberrheinebene, Steinstadt (Neuenburg), tags 14.3.2017/215 m; alle leg. J. ASAL, alle in coll. AT.

1♂ Baden-Württemberg, südliche Oberrheinebene, Grißheim, 17.3.2015, leg. R. TRUSCH; 1♀ id., 23.3.2015, leg. M. FALKENBERG (GU 696/2016 R. TRUSCH); 2♂♂ id., 23.3.2015 (1♂ davon GU 695/2016 R. TRUSCH); leg. R. TRUSCH; 1♂ DEU/Baden-Württemberg, Südliche Oberrheinebene, O 7° 33'52"; N 47°53'9", 210 m NN, Grißheim-Rheinufer, 27.2.2017, leg. M. FALKENBERG, SMNK E-Lep 328; 1♂ Germania, Baden-Württemberg, Steinstadt, Weichholzaue, 17.3.2016; 2♂♂ id., 18.3.2016; 1♂ id., 20.3.2017; 1♂ id., 22.3.2016; 1♂ id., 3.4.2015, alle leg. R. HERRMANN; 1♀ Deutschland, Baden-Württemberg, südlicher Oberrhein, Hartheim-Bremgarten, 197 m NN, Rheinübergang nach Frank-

reich, 17.3.2017, leg. DANIELA WARZECHA & R. TRUSCH; alle in coll. SMNK.

2♂♂ S-Baden, Lkr. BHS, Grissheimer Rheinaue, Trockenwald/-rasen, Kiesloch (südlicher Fundort), 22.3.2016, leg. J.-U. MEINEKE, C. WIDDER & M. REUSCH, in coll. MK.

1♂ Germania, Baden-Württemberg, Grißheim, Weichholzaue, 9.3.2014; 1♂ id., 14.3.2016; 3♂♂ Germania, Baden-Württemberg, Steinstadt, Weichholzaue, 11.3.2017; 1♂ id., 17.3.2016; 2♂♂ id., 18.3.2016; 1♂ id., 28.3.2015; 1♂ Germania, Baden-Württemberg, Hartheim-Bremgarten, Weichholzaue, 12.3.2017 (dieses Tier überlebte 31 Tage im Kühlschrank bis zum 12.4.2017); 1♂ id., 12.3.2017; 3♂♂ 14.3.2017; 1♂ id., 21.3.2016; 1♂ id., 26.3.2017; 1♂ Germania, Baden-Württemberg, Rheinweiler, Weichholzaue, 10.3.2017; alle leg. R. HERRMANN; alle in coll. HF.

## 2.2. Untersuchte Falter von *B. notha*

Darüber hinaus wurden hier Exemplare von *B. notha* untersucht, die syntop an den badischen Fundorten von *B. touranginii* sowie im Zeitraum des Auftretens der Falter dieser Art gesammelt wurden. Das syntope und gleichzeitige Vorkommen der drei Archiearinae-Arten am badischen Südlichen Oberrhein war bereits von TRUSCH et al. (2016) dokumentiert worden.

1♂ Deutschland, Baden-Württemberg, Markgäfler Rheinebene, Grißheim a. Rh., 18.3.2017 tags/208 m; 5♂♂ Deutschland, Baden-Württemberg, Südliche Oberrheinebene, Grißheim (Neuenburg), 11.3.2017 tags/208 m; alle leg. J. ASAL, alle in coll. AT.

1♂ Germania, Baden-Württemberg, Grißheim, Weichholzaue, 22.2.2016; 1♂ id., 10.3.2016; 3♂♂ id., 27.2.2017; 1♂ id., 10.3.2013; 1♂ id., 10.3.2015; 1♂ id., 22.3.2013; 3 ♂♂ Germania, Baden-Württemberg, Steinstadt, Weichholzaue, 3.3.2017; 1♂ id., 4.3.2013; 1♂ id., 10.3.2017; 1♀ id., 16.3.2017; 3♂♂ id., 16.3.2017; 1♂ id., 17.3.2016; 1♂ id., 18.3.2016; 1♂ id., 3.4.2015; alle leg. R. HERRMANN; alle in coll. HF.

4 ♂♂ Baden, Lkr. BHS, Grissheimer Rheinaue, Kiesloch (südlicher Fundort), 23.2.2016; 6♂♂ id., 27.2.2016; alle leg. J.-U. MEINEKE, alle in coll. MK.

12♂♂ DEU/Baden-Württemberg, Südliche Oberrheinebene, O 7°34'13"; N 47°52'21", 205 m NN, Grißheim-Schutzbrettköpfe, 27.2.2017, leg. M. FALKENBERG, SMNK E-Lep 328; 1♂ Baden-Württemberg, Südliche Oberrheinebene, O 7°34'13"; N 47°52'21", 205 m NN, Grißheim-Schutzbrettköpfe, 17.3.2015; 7♂♂ DEU/Baden-Württemberg, Südliche Oberrheinebene, O 7°34'13"; N 47°52'21", 205 m NN, Grißheim-Schutzbrettköpfe, 3.3.2017; 1♀, 2♂♂ DEU/Baden-Württemberg, Südliche Oberrheinebene, Hartheim a. Rhein, Baggersee Friessee, 15.3.2017; alle leg. R. TRUSCH, SMNK E-Lep 328; alle in coll. SMNK.

### 2.3 Unterscheidung von *B. touranginii* und *B. notha*

Beide Arten lassen sich anhand äußerer Merkmale relativ leicht unterscheiden. Mit einiger Übung gelingt die Determination von *B. touranginii* auf den ersten Blick anhand der geringeren Größe und wegen des intensiveren Farbeindrucks bereits im Flug. Eine Ausnahme bilden sehr kleine Exemplare von *B. notha*.

Beim präparierten Tier ist die geringere Größe von *B. touranginii* im Vergleich zu *B. notha* ebenfalls am auffälligsten. Außerdem ist bei den

Männchen von *B. touranginii* auf der Hinterflügel-Oberseite der nach innen zeigende, halbrunde Randfleck am Hinterrand der Hinterflügel fast immer ein klar begrenztes Halbrund ohne Auszackungen nach innen. Bei *B. notha* ist dieser Fleck oft höher, oder es sind entlang der Adern dunkle, nach innen weisende Auszählungen vorhanden. *B. notha* hat außerdem auf der Oberseite der orangeroten Hinterflügel (fast) immer einen isolierten, kommaförmig aufrecht stehenden Mittelpunkt. Isoliert bedeutet, dass der Punkt in den allermeisten Fällen nicht mit dem Vorderrand des Hinterflügels verbunden, sondern durch einen orangeroten Bereich von ihm getrennt ist. In den Fällen, wo dieses Merkmal bei *B. notha* nicht zutrifft, helfen die anderen Merkmale (Größe, Fühlermerkmale oder im Zweifelsfall die Genitaluntersuchung), um eine Determination zweifelsfrei vorzunehmen.

Darüber hinaus erscheinen uns die folgenden, auch am lebenden Tier mit Hilfe einer guten Lupe (z.B. Einschlaglupe Carl Zeiss Jena, 3 x 6 x 9) im Gelände erkennbaren Fühlermerkmale zur Diagnose geeignet zu sein (vgl. Abb. 2):

- stets helle Färbung der Fühler bei *B. touranginii*
- etwas längere Kammzähne der männlichen Fühler bei *B. notha*

### 3 Verbreitung in Baden-Württemberg

Im Gegensatz zu den erst in jüngerer Zeit in unser Faunengebiet von Süden her neu eingewanderten Schmetterlingsarten wie z.B. dem Karstweißling *Pieris manni* (MAYER, 1851), dem Brombeer-Perlmutterfalter *Brenthis daphne* (BERGSTRÄSSER, 1780) oder die Brombeer- oder Maghreb-Linieneule *Dysgonia algira* (LINNAEUS, 1767) (vgl. HERRMANN et al. 2000, FRITSCH 2005a,



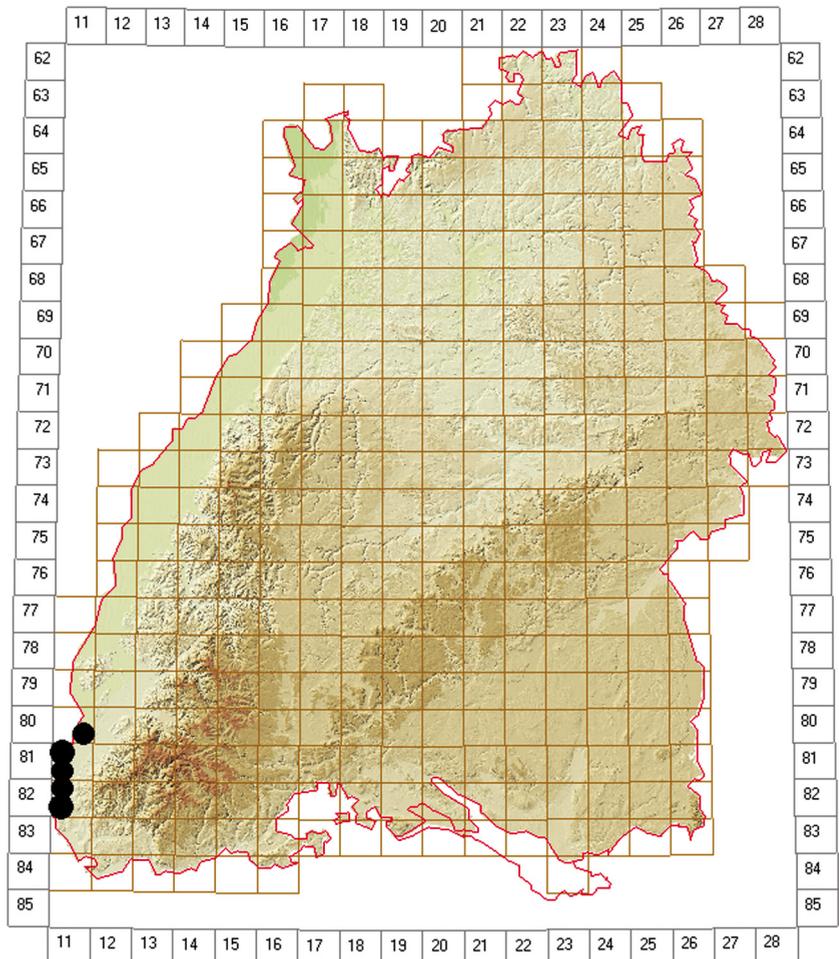
Abbildung 2. Ausschnitt aus je einem Fühler von *B. touranginii* (links) und *B. notha* (rechts). Schon am lebenden Tier ist mittels einer guten Lupe im Gelände erkennbar, dass die Fühler von *B. touranginii* (links) heller sind und kürzere Kammzähne besitzen als jene von *B. notha* (rechts). – Fotos: R. TRUSCH.

b, HERRMANN 2008) handelt es sich bei *B. touranginii* um ein stenökes Relikt der südwest- bis mitteleuropäischen Stromauen-Landschaften. Die Art ist vermutlich seit sehr langer Zeit, wohl Jahrtausende, in der südlichen Oberrheinebene heimisch und wird in dieser Arbeit und auch von TRUSCH et al. (2016) als Relikt der dynamischen Stromtalauen angesehen. Für diese Hypothese spricht die geringe Mobilität der Weibchen, die in den Zweigen der Weiden sitzen, nur äußerst selten fliegen und deswegen auch besonders schwer zu finden sind (CLAUDE TAUTEL in litt. 21. März 2015). Diese Einschätzung unseres französischen Kollegen können auch wir bestätigen: Auf 278 von uns im Freiland beobachtete Imagines von *B. touranginii* kommen nur zwei weibliche Exemplare.

### 3.1 Kartierung am Oberrhein in den Jahren 2015-2017

Weil sich die tagsüber fliegenden Imagines des Purpurweiden-Jungfernkides schwierig beobachten lassen (vgl. TRUSCH et al. 2016: 70, 75) und wegen der verborgenen Lebensweise der Präimaginalstadien, die bei uns bis heute nicht in der Natur gefunden werden konnten, blieb die Art in Deutschland lange unentdeckt. Auch standen die Bühnenfelder am südbadischen Oberrhein in der Vergangenheit, z.B. im Vergleich zur gut erforschten so genannten Trockenaue, verhältnismäßig wenig im Mittelpunkt lepidopterologischer Untersuchungen. Nachdem *B. touranginii* erstmals 2015 in Deutschland zweifelsfrei erkannt und publiziert wurde (TRUSCH et al. 2016), erfolgten durch mehrere Lepidopterologen (vgl.

Abbildung 3. Aktuelle Verbreitung des Purpurweiden-Jungfernkides *Boudinotiana touranginii* (BERCE, 1870) in Baden-Württemberg und damit in Deutschland. Die Vorkommen von Nord nach Süd sind: Bremgarten, Grißheim, Neuenburg, Stein Stadt und das NSG Kapellengrien. Sie bilden die östliche Arealgrenze in der Gesamtverbreitung der Art. Sowohl nördlich davon bei Hartheim als auch südlich bei Märkt/Weil am Rhein war es bislang trotz Nachsuche nicht möglich, *B. touranginii* nachzuweisen.



Dank) bis 2017 flächenhafte Kartierungen im Gebiet der südbadischen Rheinaue zwischen Markt im Süden (als nördlichstem Stadtteil von Weil am Rhein) und rheinabwärts bis zur Höhe von Hartheim am Rhein (Gemeinde Breisgau-Hochschwarzwald). Darüber hinaus gab es weiter nördlich stichprobenhafte Nachsuchen in geeignet erscheinenden Habitaten in Rheinnähe, so an mehreren Stellen im Bereich Taubergießen (Rheinhausen bis Nonnenweier, zwischen dem Polder Altenheim und dem Kehler Rheinvorland; Ortenaukreis) sowie am nordbadischen Oberrhein in der Gemeinde Elchesheim-Illingen (Landkreis Rastatt) und auch direkt südlich von Karlsruhe. Alle zuletzt genannten Kartierungen in den nördlichen Gebieten blieben jedoch bisher erfolglos.

Die faunistischen Untersuchungen im Süden des Untersuchungsgebietes beschränkten sich bisher fast ausschließlich auf die rezente flussnahe (rechtsrheinische) Weichholzaue, welche sich in einem mehr oder weniger schmalen Streifen entlang des so genannten Restrheins und des angrenzenden „Leinpfades“ hinzieht. Die tiefer gelegenen, nassen Lokalitäten im Bereich der Trockenwaldzone mit Weidengebüsch, wie z.B. aufgelassene Kiesgruben in der Markgräfler Rheinebene oder andere ähnlich strukturierte Sonderstandorte, wurden bisher kaum untersucht. Wir nehmen allerdings an, dass in der südbadischen Rheinebene zukünftig auch an einigen dieser anthropogen geprägten Lokalitäten weitere Vorkommen von *B. touranginii* entdeckt werden können, weil die Art bereits in einem solchen Habitat gefunden wurde (vgl. TRUSCH et al. 2016: 70-72, Abb. 10a, b). Darüber hinaus erscheint es uns möglich, dass das Purpurweidenjungferkind auch noch weiter rheinabwärts, in der nördlich anschließenden Offenburger Rheinebene, gefunden werden kann. Zumindest befinden sich dort mancherorts für die Art geeignet erscheinende Lebensräume.

Durch gezielte Nachsuche in den unmittelbar am Fluss gelegenen potenziellen Larval- und (durch Beobachtung bestätigten) Imaginalhabitaten ließ sich *B. touranginii* bereits im Frühjahr 2015 – neben den beiden von TRUSCH et al. (2016) publizierten Fundstellen des Erstnachweises – im Bereich eines Bühnenfeldes südwestlich von Neuenburg-Steinenstadt (215 m NN) nachweisen. Eine weitere Teilpopulation konnte im Folgejahr im südlich davon gelegenen NSG Kapellengrien (224 m NN) bei Rheinweiler (Bad Bellingen) entdeckt werden. Bislang keine Hinweise auf Vorkommen gab es

hingegen, trotz geeignet erscheinender Habitatstrukturen, im Bereich des Stauwehrs Weil am Rhein/Markt (236 m NN), welches nur 4 km von der Landesgrenze zur Schweiz entfernt liegt.

Ab Steinenstadt flussabwärts lebt *B. touranginii* in einem verhältnismäßig großflächigen Bühnenfeld, welches sich nur wenig nördlich von Neuenburg (209 m NN) rechtsrheinisch erstreckt. Die bislang nördlichsten bekannten Vorkommen in unserem Untersuchungsgebiet befinden sich zum einen in den Bühnenfeldern westlich von Neuenburg-Grißheim (199 m NN) sowie etwas weiter flussabwärts, im Umfeld des Rheinübergangs nach Frankreich, nahe der Gemeinde Hartheim-Bremgarten (197 m NN). Noch etwas weiter nördlich fanden wir dagegen in einem für *B. touranginii* potenziell geeigneten flussnahen Gelände nahe dem Rheinwärterhaus Hartheim (193 m NN) noch keine Hinweise auf ein weiteres Teilvorkommen der Art.

Sämtliche oben mitgeteilten Bereiche, in denen *B. touranginii* sehr lokal nachgewiesen werden konnte, bilden die gegenwärtig bekannte nord-östliche Arealgrenze im Gesamtverbreitungsgebiet der Art (vgl. Abb. 3). Sie liegen alle im Bereich der Wechselwasserzone der Rheinaue und umgreifen einen Bereich mit einer Nord-Süd-Ausdehnung von ca. 30 km entlang des südwestlichen Teils des Rheins auf deutscher Seite.

### 3.2 Einfluss des Lokalklimas

Das südliche oberrheinische Tiefland mit seiner Lage nahe dem 48 Grad nördlicher Breite, in dem sich das flussnahe, von *B. touranginii* besiedelte Areal befindet, ist durch ein Klima mit milden Wintern und warmen, sonnenstundenreichen Sommern gekennzeichnet. Insbesondere im Sommer kommt es häufig zu lang anhaltenden schwülen Perioden. Bedingt durch seine Lage im Lee der Vogesen im Westen des Untersuchungsgebietes gehört der hier behandelte Raum mit durchschnittlich 650 mm Jahresniederschlag und häufig auftretenden Föhnlagen zu den trockensten Regionen Mitteleuropas. Infolge der häufig aus dem Südwesten über die Burgundische Pforte einströmenden milden Luftmassen wird eine Jahrestemperaturmittel von + 9 °C bis + 10 °C erreicht, mit Mittelwerten von 0 bis 1 °C im Januar und solchen von + 18 °C bis 19 °C im Juli (REIF et al. 2013). Auf Grund dieser Temperaturen lassen sich Züge eines submediterranen Lokalklimas erkennen, welches insbesondere in der so genannten Markgräfler Trockenaue die rezente Flora und Fauna prägt. Durch seine Lage



Abbildung 4. Der Blick vom Isteiner Klotz rheinaufwärts in Richtung Basel um das Jahr 1800 zeigt die natürliche Flusslandschaft vor der Begradigung des Rheinstroms im 19. Jahrhundert. – Gemälde von PETER BIRRMANN (\*24.12.1758, Basel, †18.7.1844, Basel), gemeinfrei (Original im Kunstmuseum Basel).

im tiefsten Bereich der Ebene erfährt das Gebiet durch Kaltluftkonzentrationen insbesondere in klaren Nächten zusätzlich eine kontinentale Tönung.

### 3.3 Hypothese zur Einwanderung der Art nach Baden-Württemberg

Wir nehmen an, dass *B. touranginii* im Zuge seiner postglazialen Einwanderung nach der Würm-Eiszeit von Südwesten her aus einem atlanto-mediterranen Refugium über die Einflussbereiche der innerfranzösischen Fließgewässersysteme (Loire, Rhône, Doubs) bis zum Oberrhein vorgedrungen ist, wo die Art heute noch in geeigneten Lebensräumen vorkommt. Für diese Annahme spricht, dass die nächstgelegenen (historischen) Funde im benachbarten Elsass an dem Flüsschen Doller (welches in die Ill mündet) bei Lutterbach (LÉVÉQUE et al. 2006) und bei Muhlhouse (LERAUT 2002) liegen. Sie sind gerade einmal 20 km Luftlinie von dem

neuen rechtsrheinischen Fundort Steinengrund entfernt.

Die Fließgewässersysteme sind als natürliche Ausbreitungswege bei dieser Art deshalb wahrscheinlich, weil es mit dem Wasser zu einer Verdriftung von Holzstücken gekommen sein kann, welche die Puppen von *B. touranginii* enthielten. Die aktive Ausbreitung durch die Falter selbst wird hingegen von uns wegen der Eigenschaft der Weibchen, fast nicht zu fliegen – zumindest nach gegenwärtigem Kenntnisstand – als geringer eingeschätzt. Eine Rolle spielt die aktive Ausbreitung durch weibliche Imagines allerdings doch, denn sonst wäre ein Vordringen in neue Gewässersysteme nicht möglich. Aus der rezenten Verbreitung ist zu folgern, dass dies in der Vergangenheit geschah.

In diesem Zusammenhang ist die Geografie der Gewässersysteme von Südwestdeutschland in Richtung Südwesteuropa von Interesse. So befindet sich die europäische Hauptwasserscheide



Abbildung 5. Lebensraum von *B. touranginii* – Flugzeitaspekt. Bühnenfeld beim Rheinübergang nach Frankreich, Hartheim-Bremgarten, 197 m NN, 29. März 2016. – Foto: R. HERRMANN.

zwischen dem Mittelmeer und der Nordsee nur rund 20 km südlich von Mulhouse (Mülhausen), und die noch junge Ill bei Carspach (Département Haut Rhin) und Montreux (Territoire Belfort) liegt von dieser bedeutenden Scheidelinie nur 14 km entfernt. Zwischen den oberelsässischen Vorkommen und den südlich am nächsten gelegenen rezenten Fundstellen von *B. touranginii* am unteren Doubs bei Lays-sur-le-Doubs und Fretterans (Département Saône et Loire) (vgl. LÉVÊQUE et al. 2006) beträgt die Distanz etwa 180 km. Der Doubs nähert sich aber aktuell in seiner am nördlichsten gelegenen Schleife, dem Kniebogen bei Audincourt (Montbeliard), Mulhouse bis auf 46 km. Es erscheint uns daher wahrscheinlich, dass sich das von *B. touranginii* besiedelte Areal im Gefolge der nacheiszeitlichen Einwanderung während der Warmphasen vor etwa 10.000-5.000 Jahren sukzessive über den Einflussbereich der innerfranzösischen Fließgewässersysteme bis in die Rheinauen des südlichen Oberrheins ausdehnen konnte.

## 4 Ökologie

### 4.1 Lebensraum

Im 19. Jahrhundert kam es infolge der Rheinbegradigung von 1817 bis 1876 unter JOHANN GOTTFRIED TULLA (\*20. März 1770, Karlsruhe, † 27. März 1828, Paris) am Oberrhein zu einschneidenden ökologischen Eingriffen. Sie beseitigten das prägende Landschaftsbild der natürlichen Wildstromaue (vgl. Abb. 4) mit einer markanten Furkationszone und ausgedehnten, gebüschreichen Auenwäldern. Dazu gehörten zahlreiche verästelte Flussläufe sowie tausende von Inseln (REIF et al. 2013). Vermutlich verschwanden damit über 90 % der Rheinauenfläche; die Auswirkungen dieser Maßnahmen sind bis in unsere Zeit hinein zu spüren. Andererseits wurde durch dieses gigantische Unternehmen die Hochwassergefahr für die Bevölkerung reduziert, das damals weit verbreitete Sumpffieber (Malaria) besiegt und mehr Platz für landwirtschaftliche Nutzung und Siedlungen geschaffen, um nur einige Aspekte zu nennen.



Abbildung 6. Lebensraum von *B. touranginii* – Hochwasserasspekt. Im Bild das identische Bühnenfeld beim Rheinübergang nach Frankreich am 17. Juni 2016. – Foto: R. HERRMANN.

Um den nun entstandenen so genannten Tullarhein auch bei niedrigen Wasserständen für größere Schiffe durchgängig befahrbar zu machen, wurden Bühnenfelder angelegt. Am südlichen Oberrhein zwischen Istein und Kehl begannen die Arbeiten hierzu um 1907 und endeten 1939. Erste Anlandungen mit Kiesflächen und Flachwasserzonen stellten sich ein. Nach der erneuten Absenkung des Rheinwasserspiegels in Folge der Errichtung des Rheinseitenkanals (dem so genannten „Grand Canal d’Alsace“ zwischen Village-Neuf und Volgelsheim als Ergebnis des Versailler Vertrags) entstanden durch natürliche Sukzession in den letzten 60 Jahren im Bereich der Bühnenfelder südlich von Breisach etwa 200 Hektar neuen Auwaldes mit geschlossenen Weichholzbeständen (REIF et al. 2013). Damit bildeten sich zum Teil auch neue Entwicklungshabitate für *B. touranginii*, welche die Besiedelung der rezenten Weichholzaue, die sich heute als sehr schmaler Streifen entlang des Restrheins hinzieht, erst ermöglichte. Es ist

anzunehmen, dass sich in den angrenzenden, damals noch vorhandenen letzten Resten der wilden Rheinaue die Ursprungspopulationen von *B. touranginii* befanden.

Gekennzeichnet ist der Lebensraum des Purpurweiden-Jungfernkindes, neben langanhaltenden Niedrigwasserphasen (Abb. 5), insbesondere durch die regelmäßig auftretenden Hochwasserperioden (Abb. 6), welche im Extremfall mehrere Monate andauern können. So war z.B. die von *B. touranginii* besiedelte Rheinaue zwischen Mai und Juli 1999 sehr lange und bis zum Rand mit Wasser gefüllt; es trat stellenweise bereits in die so genannte „Trockenaue“ über, und erst im August gingen die Wasserstände langsam wieder zurück (REIF et al. 2013). Ursache dieses Hochwassers waren tagelange Regenfälle und die Schneeschmelze in den Alpen. Die von der Schweiz heranrollende Flutwelle hatte am Hochrhein bereits am Pegel Hauenstein ein historisches Hoch von 11,20 m erreicht; bei Breisach lag es noch über fünf Meter, und man rechnete

mit einem Anstieg auf 5,60 bis 5,80 m (vgl. „Der Spiegel“ vom 14. Mai 1999). Angesichts dieser Verhältnisse wirft sich zwangsläufig die Frage auf, wie die Präimaginalstadien des Purpurweiden-Jungfernkindes diese lang anhaltenden Überschwemmungen im Entwicklungshabitat, für das wir schwerpunkthaft die Bühnenfelder entlang des Rheines halten, überleben können.

Anhand der Freilandbeobachtungen von 278 Imagines von *B. touranginii* aus unserem Untersuchungsgebiet, der geringen Mobilität der Weibchen und ausgehend von einer relativ engen ökologischen Valenz der Art nehmen wir an, dass die regelmäßig überschwemmten Bühnenfelder des Restrheins ein wichtiges (wenn nicht das wichtigste) Reproduktionshabitat des Purpurweiden-Jungfernkindes bei uns sind. Es handelt sich bei ihnen – auf Grund der regelmäßig auftretenden Überschwemmungen – um eine stark vom Fluss beeinflusste, sedimentreiche alluviale Weichholzaue mit charakteristischen, hochwüchsigen Beständen von Purpur- und Lavendelweide (*Salix eleagnos* Scop., *S. purpurea* L.; Salicaceae) und auch Weiden-Bastarden (z.B. Rötelweide *S. x rubescens*, REIF et al. 2013) sowie in den höher liegenden Bereichen mit Schwarzpappel und Silberpappel (*Populus nigra* L., *P. alba* L.; Salicaceae). Auch andere Salicaceen, wie etwa die Mandel-, Korb- und Salweide (*Salix triandra* L., *S. viminalis* L. und *S. caprea* L.; Salicaceae) sind charakteristische, wenn auch seltenere saumbegleitende Elemente der Bühnenfelder. Sie sind dem Lebensraum des Purpurweiden-Jungfernkindes im weiteren Sinne zuzuordnen. Dieser Lebensraum tritt flussbegleitend auf, ist anthropogen entstanden und zumeist nur kleinflächig vorhanden.

Nach unserem gegenwärtigen Wissensstand gibt es eine enge Korrelation zwischen den Stellen, an denen häufiger Falter von *B. touranginii* beobachtet werden konnten, und offenen und zumindest mäßig sonnenbeschiedenen Biotopstrukturen in diesen Bühnenfeldern mit größerem Vorkommen der Purpurweide. Diese Weidenart wächst als hochwasserresistente Pflanze im niedrigen Uferbereich des Restrheins und wird bis zu sechs Meter hoch.

Die Weidenbüsche, unter denen sich oft größere Mengen von abgestorbenen Ästen befinden und unter denen sich auch morsches Schwemmholz verfängt, dürften unseres Erachtens als larvales Entwicklungshabitat in Frage kommen – auch wenn bei uns bislang weder Eiablagen der Imagines noch Freilandraupen (trotz Raupenklopfens

in diesen Büschen) beobachtet werden konnten. Wie die Schwesterart *B. notha* bohrt sich auch die Larve von *B. touranginii* zur Verpuppung in morsches Holz ein (vgl. LÉVÊQUE 2011: 13, Abb. 20c-23d; TRUSCH et al 2016: 73, Abb. 24a) und verschließt das Bohrloch von innen fest mit „Genagsel“ (LÉVÊQUE l.c. Abb. 22a-c), so dass die Stelle, an der sich die Larve eingebohrt hat, kaum noch gefunden werden kann.

Sollten die Bühnenfelder wirklich das Entwicklungshabitat von *B. touranginii* sein, müsste die vermutlich am Fuß der Weidenbüsche im abgestorbenen Holz eingebohrte Puppe auch längere Überschwemmungsphasen überstehen können. Insbesondere zur Zeit der Schneeschmelze in den Alpen stellt sich im Mai und Juni oft für längere Zeit Hochwasser ein, so dass die Aue und damit auch die potenziellen Verpuppungsorte der Art meterhoch unter Wasser stehen (Abb. 6). Es besteht jedoch weiterer Forschungsbedarf, insbesondere hinsichtlich der Habitatpräferenz der Raupen, für die noch Freilandfunde zu erbringen sind. Ebenso steht ein experimenteller Nachweis zur Überflutungstoleranz der Puppen aus dem Labor noch aus.

Auf den basen- und nährstoffreichen, sandig-kiesigen Schwemmböden der Bühnenfelder dominiert ab dem Frühsommer eine nitrophytische Vegetation, die dann für Menschen nahezu undurchdringlich ist. Aspektbestimmend sind im Umfeld der Weidenbüsche bis zu zwei Meter hohe, dickichtartige Bestände von Großer Brennessel (*Urtica dioica* L.; Urticaceae), Drüsigem bzw. Indischem Springkraut (*Impatiens glandulifera* ROYLE; Balsaminaceae), Riesen-Goldrute (*Solidago gigantea* L.; Asteraceae) und Brombeeren (*Rubus* spp.; Rosaceae) sowie Gräsern.

#### 4.2 Phänologie

Die Flugzeit der Imagines von *B. touranginii* beginnt innerhalb der ersten milden und sonnigen Tage im zeitigen Frühjahr, allerdings erst kurz nachdem die anderen beiden bei uns heimischen Jungfernkinder-Arten bereits aktiv sind (vgl. die blauen und grünen Säulen in Abb. 7 vor der Flugperiode von *B. touranginii*). So konnten im Lebensraum von *B. touranginii* z.B. vom 22.-24. Februar 2017 zwar schon *B. notha* und *A. parthenias* registriert werden, noch nicht jedoch die Zielart. Deren Falter erschienen erst (in mehr als 10 Exemplaren) bei Tagestemperaturen von + 18 °C am 27. Februar.

Dies unterstreicht, dass es sich bei *B. touranginii* um eine südliche, wärmeliebende Art handelt.

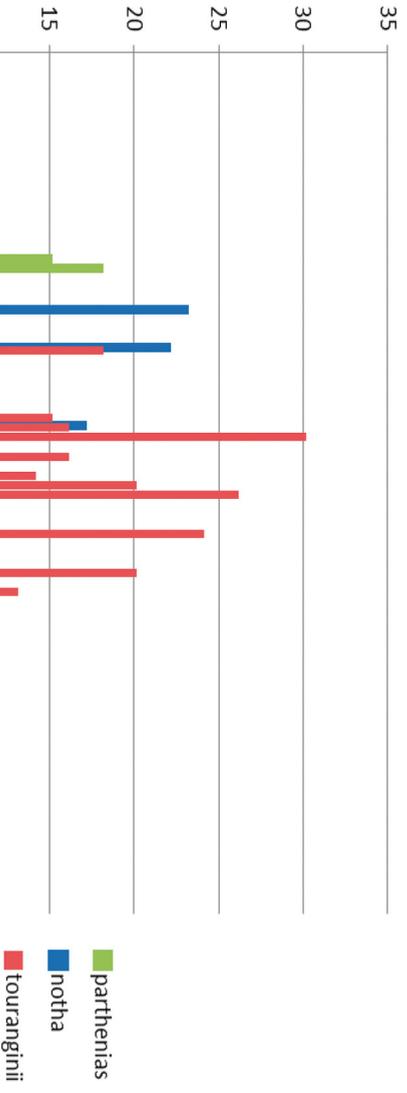


Abbildung 7. Phänologie-Diagramm („Phänogramm“) von *B. touranginii* (n = 278) am südbadischen Oberrhein auf der Grundlage aller beobachteten Falter. Die geringere Häufigkeit der beiden Arten *A. parthenias* (n = 55) und *B. notha* (n = 146) im Phänogramm beruht darauf, dass nur syntop mit *B. touranginii* beobachtete Falter mit erfasst wurden, insbesondere zum Beginn der Flugzeit (vgl. Text).

Etwa zwischen dem 10. und 25. März stellt sich dann in Abhängigkeit von der jeweiligen Frühjahrserwärmung das Aktivitätsmaximum der Imagines ein, und zum Flugzeitende konnten noch einzelne Falter am 7. und 9. April nachgewiesen werden, beispielsweise im Frühjahr 2015. Die bisher aus Deutschland bekannte Gesamtflugzeit von *B. touranginii* über alle Beobachtungsjahre verlängert sich auf Grund unserer neuen Beobachtungen auf fast 1,5 Monate (42 Tage). Damit ist die Zeitspanne, in der Imagines dieser univoltinen Art gefunden werden können, deutlich länger als ursprünglich angenommen. Allerdings ist sie in einem einzelnen Beobachtungsjahr wesentlich kürzer, nämlich 24 Tage im Jahr 2015 (17. März bis 9. April), 17 Tage im Jahr 2016 (10. bis 26. März) und 22 Tage im Jahr 2017 (27. Februar bis 20. März).

**Extremwerte:** Die frühesten Falter wurden am 27. Februar (2017, Steinstadt, R. HERRMANN) beobachtet, das ist 18 Tage früher als TRUSCH et al. (2016: 72) mitteilen konnten; der späteste

Falter wurde am 9. April (2015, Steinstadt, R. HERRMANN) registriert, was 10 Tage später als i.c. mitgeteilt ist. Es kann von einer relativen Langlebigkeit der Imagines von *B. touranginii* (wie auch der von *B. notha*) ausgegangen werden: Im Kühlschrank bei + 5 °C ließ sich bei jeweils einem männlichen Falter beider Arten eine Lebensdauer von etwa vier Wochen feststellen. Längere ungünstige Witterungsperioden zur Flugzeit dürften somit von beiden Arten auch als Imago überdauert werden können.

Im Phänologie-Diagramm („Phänogramm“, Abb. 7) sind alle 278 bisher in Deutschland beobachteten Falter von *B. touranginii* aus den Jahren 2005-2017 in der Farbe Rot aufgetragen. Zusätzlich sind alle syntop beobachteten Imagines von *A. parthenias* in Grün und die von *B. notha* in Blau dargestellt. Die geringere Häufigkeit dieser beiden Arten im Phänogramm beruht darauf, dass sie hier nicht schwerpunkthaft erfasst wurden, sondern es sich um „Begleitbeobachtungen“ bei der Kartierung von *B. touranginii* han-

delt. Auch liegt der Schwerpunkt des Auftretens von *A. parthenias* nicht in dem Habitat, in dem *B. touranginii* vorkommt. Ein Einbeziehen sämtlicher Datensätze von *A. parthenias* und *B. notha* aus Baden-Württemberg wäre in diesem Zusammenhang nicht sinnvoll, da es hier darum geht, die gleichzeitig und syntop lebenden Falter der drei Arten miteinander zu vergleichen und in Beziehung zu setzen.

#### 4.3 Verhalten

*Boudinotiana touranginii* ist eine tagaktive, heliophile Art, die Imagines fliegen nur im Sonnenschein. Bei bedecktem Himmel und Temperaturen unter +10°C waren keine Beobachtungen von fliegenden Faltern möglich. Tageszeitlich konnte zwischen 13.00 und 16.00 Uhr die größte Abundanz von (männlichen) Faltern registriert werden. An Begleitarten wurden zur Flugzeit von *B. touranginii* in der Weichholzaue neben den beiden anderen Jungfernkindern folgende tagaktive Schmetterlingsarten beobachtet:

*Leptidea sinapis/juvernica*-Artengruppe – Pieridae  
*Gonepteryx rhamni* (LINNAEUS, 1758) – Pieridae  
*Pieris rapae* (LINNAEUS, 1758) – Pieridae  
*Pieris napi* (LINNAEUS, 1758) – Pieridae  
*Anthocharis cardamines* (LINNAEUS, 1758) – Pieridae  
*Nymphalis polychloros* (LINNAEUS, 1758) – Nymphalidae  
*Vanessa io* (LINNAEUS, 1758) – Nymphalidae  
*Vanessa atalanta* (LINNAEUS, 1758) – Nymphalidae  
*Aglia urticae* (LINNAEUS, 1758) – Nymphalidae  
*Polygonia c-album* (LINNAEUS, 1758) – Nymphalidae  
*Araschnia levana* (LINNAEUS, 1758) – Nymphalidae  
*Pararge aegeria* (LINNAEUS, 1758) – Nymphalidae  
*Celastrina argiolus* (LINNAEUS, 1758) – Lycaenidae  
*Macroglossum stellatarum* (LINNAEUS, 1758) – Sphingidae

An Raupennachweisen gelangen zur Flugzeit von *B. touranginii* an den Weidenbüschen im Habitat:

*Proutia betulina* (ZELLER, 1839) – Psychidae  
*Synanthedon formicaeformis* (ESPER, 1783) – Sesiidae  
*Agrochola lota* (Clerck, 1759) – Noctuidae  
*Operophtera brumata* (LINNAEUS, 1758) – Geometridae  
*Erannis defoliaria* (CLERCK, 1759) – Geometridae

**Weibchen:** Von den beiden im Untersuchungsgebiet gefundenen Weibchen war nur eines in der Natur aktiv. Es schwirrte am 17. März 2017 um 14.45 Uhr an einer Purpurweide (beobachtet von D. WARZECHA und den Autoren). Das Tier war, obwohl es sich um ein anscheinend frisch geschlüpftes Exemplar handelte (vgl. Titelbild des vorliegenden Carolinea-Bandes 75 und Abb. 1),

bereits befruchtet, so dass dieses Verhalten möglicherweise dem Erreichen der Eiablageplätze diene. Das zweite Exemplar, welches zwei Jahre früher am 23. März 2015 gegen 11.00 Uhr vormittags von M. FALKENBERG gefunden wurde, saß inaktiv auf einem Zweig oder Purpurweide (vgl. TRUSCH et al. 2016: Abb. 16b).

Auch in der Gefangenschaft begann das 2017 gefundene Tier erst nachmittags ab ca. 14.00 Uhr aktiv zu werden. Es wurde regelmäßig mit Honigwasser gefüttert und legte die meisten Eier in den Nachtstunden bei künstlicher Beleuchtung ab. Die Ablage erfolgte immer in den gereichten Schaumstoff hinein (Abb. 8). Das im Jahr 2015 gefundene Weibchen legte seine Eier ebenfalls nur in den Schaumstoff des Transportgefäßes, nicht jedoch an die später angebotenen Purpurweidenzweige. Eiablagen direkt an der Purpurweide gelangen uns unter künstlichen Bedingungen nicht.

Wir schlussfolgern aus unseren Beobachtungen im Freiland und im Labor, dass die Weibchen in der Natur tageszeitlich wohl später aktiv sind als die Männchen. Möglicherweise werden sie deswegen so selten in ihrem Lebensraum gefunden. Sie sind allerdings nicht nachtaktiv, denn mit einem Lichtfang (durch C. WIDDER) direkt am Fundort des ersten Weibchens in der Nacht zum 24. März 2015 konnte die Art nicht nachgewiesen werden (TRUSCH et al. 2016: 72). Dies entspricht auch unseren Erwartungen hinsichtlich der tageszeitlichen Aktivitätsphasen bei den Arten der Archearinae.

Die Eiablage in Schaumstoff (Abb. 8a-c) deutet darauf hin, dass die Eier auch in der Natur in eine weiche Struktur hinein abgelegt werden könnten. Denn es erfolgt immer erst dann eine Eiablage, wenn das Tier mit dem Ovipositor ein paar Millimeter in den Schaumstoff eingedrungen ist. Es scheint also ein gewisser Gegendruck am Ovipositor erforderlich zu sein, damit die Eiablage ausgelöst wird. An den relativ glatten Purpurweidenzweigen erfolgte bei unseren Tieren jedenfalls nie eine Ablage. Wir vermuten deshalb, dass die Eiablage im Freiland in die Weidenkätzchen hinein erfolgen könnte. Nach der Ablage von reichlich 100 Eiern wurde das o.g. Tier abgetötet und als faunistischer Beleg in der Sammlung des SMNK hinterlegt.

**Männchen:** Die Männchen dieser außerordentlich scheuen, dem Netzschlag sofort entfliehenden Art sind, wie am Fundort bei Steinestadt gut zu beobachten war, in reißendem und scheinbar ziellosem Flug entlang des Saumes der Weidenbüsche unterwegs. Allem Anschein



Abbildung 8. Das am 23. März 2015 gefundene Weibchen von *B. touranginii* legte unter künstlichen Bedingungen (Wärme, Licht) auch noch zwischen 23.00 Uhr und Mitternacht Eier ab. Links: ♀ von hinten mit ausgestülptem Ovipositor; rechts: Eiablagen. Sie wurden sowohl einzeln (die Mehrzahl) als auch in Gruppen von bis zu drei Eiern in den Schaumstoff hinein platziert. – Fotos: R. TRUSCH.

nach stand dieses Flugverhalten nicht in einem Zusammenhang mit der Suche nach Nahrung, denn die Kätzchen der Büsche wurden nicht angefliegen. Es ist daher anzunehmen, dass dieses Flugverhalten der Partnersuche dient. Zu beobachten war auch, dass sich die meisten Falter von *B. touranginii* nicht über die Höhe der Gebüsche hinaus bewegten. In größerer Höhe konnten hingegen manchmal die beiden anderen Archiearinae-Arten beobachtet werden. Insbesondere dann, wenn die Falter aus Sicht des Beobachters in das gleißende Gegenlicht der zu dieser Jahreszeit tiefstehenden Sonne geraten, entziehen sie sich oft dem Betrachter.

**Blütenbesuche und Saugverhalten:** Hinsichtlich der Nahrungspflanzen der Imagines kommt zu den beiden, bereits bei TRUSCH et al. (2016) genannten Arten *Salix purpurea* und *S. eleagnos*, welche hier durch mehrfache Beobachtungen bestätigt werden, die Salweide (*S. caprea*) hinzu. An ihren Weidenkätzchen wurde einmal ein Blütenbesuch im Bühnenfeld bei Neuenburg beobachtet (R. HERRMANN).

Bislang wurden Imagines von *B. touranginii* nie saugend am Boden angetroffen, so wie dies die Falter von *B. notha* und *A. parthenias* regelmäßig tun. Ebenso wenig konnte *B. touranginii* an der Salzlecke eines Jägers (bei Grißheim) beobachtet werden, welche jedoch von *A. parthenias* besucht und zum Saugen genutzt wurde.

#### 4.4 Neue Erkenntnisse aus Zuchten von *B. touranginii* und *B. notha*

Das am 17. März 2017 bei Bremgarten eingetragene Weibchen von *B. touranginii* begann noch am gleichen Abend mit der Eiablage (vgl. Kap. 4.3 und Abb. 8). Damit war es möglich, die Art unter Laborbedingungen zu züchten. Detaillierte

Beschreibungen und Fotos der Präimaginalstadien wurden schon von LÉVÉQUE (2011: 10-14, Abb. 2-25) aus Frankreich sowie Abbildungen von TRUSCH et al. (2016: Abb. 18-24) aus Deutschland veröffentlicht, so dass wir hier auf erneute Illustrationen aus den Laborzuchten (M. LEIPNITZ, R. HERRMANN) verzichten.

Bei R. HERRMANN schlüpfen aus den Eiern zwischen 1.-3. April 2017 die Räumchen, die sich nach etwa 48 Stunden in den beigelegten Blättern von Purpurweide in kleinen Gruppen einspannen. Die Eiraupen nahmen die relativ harten Blätter der Purpurweide (*S. purpurea*) zunächst schlecht an. Vielmehr bevorzugten sie zunächst die zarten, frisch entwickelten Blätter von Zitterpappel (*P. tremula*), welche ebenfalls gereicht wurden. Mit dem Wachstum der Raupen wurde dann zunehmend auch Purpurweide gefressen. Ab dem 22. April 2017 wurden den fast erwachsenen Raupen neben Purpurweide und Zitterpappel die Blätter folgender *Populus*- und *Salix*-Arten als Futterpflanzen angeboten, um ihre Nahrungsspezifität zu testen: Silberpappel (*P. alba*), Schwarzpappel (*P. nigra*), Echte Trauerweide (*S. babylonica*; Salicaceae), Silberweide (*S. alba*; Salicaceae), Korbweide (*S. viminalis*), Lavendelweide (*S. elaeagnos*) und Salweide (*S. caprea*).

Bei all diesen Fütterungsversuchen der Larven von *B. touranginii* erfolgte der Wechsel auf die neue Fraßpflanze erstaunlich schnell. Dieses fast polyphage Verhalten unter Laborbedingungen ist im Freiland wohl unwahrscheinlich, denn dann müsste die Eiablage auch an diesen Pflanzenarten erfolgen. Ein aktives Wechseln der in den frühen Stadien in einem Gespinst zwischen den Weidenblättern lebenden Raupen (vgl. LÉVÉQUE 2011: 11, Abb. 10, TRUSCH et al. 2016: 73,

Abb. 20a, b) dürfte in der Natur nicht vorkommen. Gäbe es einen solchen Wechsel, dann wäre eine weitere Verbreitung der Art die Folge, was jedoch nicht der Fall ist.

Ab dem 26. April 2017 begannen sich die ausgewachsenen Larven, deren Länge nun etwa 20 mm betrug (n = 6), rotbräunlich zu verfärben, und sie bohrten sich in den folgenden Tagen bis zum 8. Mai 2017 in morsches Holz ein, worin dann auch die Verpuppung erfolgte. Die Entwicklungszeit bis zur Verpuppung betrug somit bei dieser Zucht im Maximum 52 Tage.

Während des gesamten Zeitraumes der Laborzucht waren die Larven, tags wie nachts, Temperaturen zwischen 18 °C bis 20 °C ausgesetzt. Darüber hinaus wurden sie im Abstand von drei Tagen leicht mit Wasser besprüht. Ein extremer Klammerreflex der Raupen an den Ästchen und Blättern der Futterpflanzen war auffallend. Dies scheint für eine baumbewohnende Art, die sich aller Wahrscheinlichkeit nach in einer Überschwemmungsaue entwickelt, von existenzieller Bedeutung zu sein und ist vermutlich Grund dafür, dass wir im Freiland die Larven nicht durch Raupenklopfen nachweisen konnten.

LEIPNITZ (in litt. 4. Mai 2017) berichtet, dass seine Zucht nicht ganz verlustfrei verlief. Vor allen Dingen bereitete den *B. touranginii*-Raupen das sehr schlecht haltbare und schnell welkende (und schwarz werdende) Futter *Salix purpurea* Probleme. Er reichte daraufhin den Raupen im L<sub>2</sub>-L<sub>3</sub>-Stadium andere Futterpflanzen. Bei ihm war es vor allem die Silberpappel (*Populus alba*), welche problemlos angenommen wurde. Sie ist überdies ein besseres und sehr haltbares Futter. Damit führte er nun seine parallelen Zuchten von *Boudinotiana puella* (ESPER, 1787), Kleines Jungfernkind, *B. notha* und auch *B. touranginii* erfolgreich zu Ende.

Nach dem bräunlichen Verfärben der *B. touranginii*-Raupen wurden diese zur Verpuppung in mehrere 1.000 ml Polyethylen-Plastikeimerchen gesetzt. Diese waren unten mit trockenem Torf ca. 1-2 cm hoch gefüllt. Darin steckten senkrecht, eng geschichtet, unterschiedlich dicke, sehr mürbe Holz- und Aststücke, die vorher leicht angefeuchtet wurden. Im Gegensatz zu den früher gereichten, härteren Rindenstücken, waren die Raupen innerhalb kürzester Zeit darin eingebohrt.

Interessant für die Biologie der Art im Freiland ist es nun zu wissen, ob die präimaginale Entwicklung vom Ei bis zum Einbohren der Raupen vor den ersten Frühsommerhochwässern

abgeschlossen ist. Denn wenn die Entwicklung der Larven entsprechend schnell erfolgen kann, ist zu postulieren, dass die Hochwässer der alpinen Schneeschmelze ab Juni (vgl. Kap. 4.1 und Abb. 6) der Art in ihrem Entwicklungshabitat nichts anhaben können.

Folgende Entwicklungszeiten teilte uns LEIPNITZ (in litt. 27. September 2017) aus seiner Zucht von 2015 mit: Schlupf aus dem Ei und Eiraupen 1.-6. April, L<sub>2</sub> ca. 10. April, L<sub>3</sub>-L<sub>4</sub> 15. April, 23. April ausgewachsene Raupen (vermutlich L<sub>5</sub>) und schon braun verfärbte, 25. April Raupen beim Einbohren. Auch wenn alle Tiere aus einem Eigelege stammten, entwickelten sie sich bei Raumtemperatur nicht gleich schnell. Abweichungen vom Eischlupf bis zur Verpuppung von ca. 8 Tagen wurden zwischen der schnellsten und der langsamsten Raupe beobachtet. Der Entwicklungszeitraum von der Eiablage bis zum Einbohren der Raupe zur Verpuppung lag bei Zimmertemperatur bei 26-33 Tagen. Im Vergleich mit den parallel durchgeführten Zuchten von *B. puella* und *B. notha* war *B. touranginii* die schnellste – sicherlich auch, weil dies die kleinste der drei Arten ist.

Der Entwicklungszeitraum der *B. touranginii* liegt folglich unter Laborbedingungen, in Abhängigkeit von der Temperatur, zwischen 26 und bis zu 52 Tagen. Unter Freilandbedingungen könnte der Zeitraum vermutlich noch etwas länger sein. Die Zeitspanne bis zu den Hochwässern Anfang Juni beträgt von der Flugzeit der Imagines (Mitte bis Ende März) an gerechnet allerdings über 60 Tage, so dass davon ausgegangen werden kann, dass das Gros der Raupen dann verpuppt sein dürfte.

***Boudinotiana notha*:** Etwa zeitgleich mit *B. touranginii* schlüpfen bei R. HERRMANN Raupen von *B. notha* zwischen dem 1. und 4. April. Die Eier stammten vom 16. März 2017 von einem Weibchen von Steinensadt, an dem Fundort leben beide Arten. Das Tier begann erst nach einer Woche mit der Eiablage, sie dauerte drei Tage. Nach einer Woche schlüpfen die Räumchen, die sich nach etwa 48 Stunden in frischen Zitterpappelblättchen (*P. tremula*) eingesponnen hatten. Auch diesen, von Anfang an gesellig lebenden Raupen, wurden Blätter der o.g. *Populus*- und *Salix*-Arten gegeben, um ihre Nahrungsspezifität zu testen. Wie bei *B. touranginii* zeigte sich auch hier, dass ein Wechsel der Fraßpflanzen völlig problemlos möglich war. Zwischen dem 23. April und 10. Mai bohrten sich die dunkel verfärbten, ca. 25 mm langen Raupen (n = 6) in beigelegtes,



Abbildung 9. In doppelter natürlicher Größe links im Bild der einzige hier bekannt gewordene Falter von *B. notha* (Spannweite 32 mm) mit stark asymmetrischen Fühlern; links 47, rechts 42 Glieder (Grißheim, 22. März 2013, leg. R. HERRMANN). Rechts ist jenes Exemplar von *B. touranginii* (Spannweite 23 mm) abgebildet, das die höchste Anzahl Fühlerglieder aufweist; links 48, rechts 47 (Steinestad, 11. März 2017, leg. R. HERRMANN). – Fotos: R. TRUSCH.

morsches Holz ein. Abgesehen von der Größe konnten keine nennenswerten Unterschiede zwischen beiden Arten beobachtet werden.

### 5 Zur morphologischen Abgrenzung von *B. touranginii* und *B. notha*

*Boudinotiana touranginii* wurde vor nunmehr fast 150 Jahren in Frankreich entdeckt. Allerdings wurde die Art damals nur als Varietät von *B. notha* beschrieben. Die Autorenschaft von *B. touranginii* wird allgemein JEAN-ÉTIENNE BERCE (\*24. April 1803, Saint-Dié-des-Vosges, † 29. Dezember 1879, Paris) zugeschrieben, welcher als Präsident der „Société entomologique de France“ Verfasser jenes sechsbändigen Werkes ist, in der die Urbeschreibung der „Var. Touranginii“ durch MAURICE SAND abgedruckt wurde. BERCEs Werk behandelt die französische Schmetterlingsfauna in der Reihe „Faune entomologique Française“ und erschien von 1867 bis 1878.

MAURICE SAND, Sohn der berühmten Schriftstellerin GEORGE SAND, eigentlich JEAN-FRANÇOIS MAURICE-ARNAULD BARON DUDEVANT (\*30. Juni 1823, Paris, † 4. September 1889, Nohant-Vic, Département Indre, Centre-Val de Loire), war ein französischer Schriftsteller und Illustrator (SDEI, Wikipedia). Er widmete die Art dem Entdecker des Purpurweiden-Jungfernkides, dem „angesehenen Entomologen“ GUSTAVE TOURANGIN (SAND in BERCE 1870: 169-170). Dem war bereits aufgefallen, dass die Raupen seiner Tiere an Purpurweide (*Salix purpurea*, in der Urbeschreibung unter dem alten Namen *S. monandra*) fressen –

im Gegensatz zu den beiden anderen Arten, die sich an Birke (*Betula pendula* ROTH; Betulaceae) bzw. Pappel (*Populus tremula* L.; Salicaceae) entwickeln. Trotzdem wurden *B. notha* und *B. touranginii* bis zur Jahrtausendwende nicht als getrennte Arten angesehen. Manifestiert wurde dies durch den weit verbreiteten „Staudinger-Katalog“ (STAUDINGER & REBEL 1900), der *B. touranginii* ebenfalls als Varietät unter *B. notha* führt.

Erst BÉRARD (2000) veröffentlichte spezifisch gewertete morphologische Unterschiede zwischen beiden Taxa, anhand derer sich *B. touranginii* zweifelsfrei bestimmen lässt, und erkannte das Taxon als eigene Art an. Zur schnellen Verbreitung dieser Erkenntnis trug wiederum ein Standardwerk bei, diesmal der erste Band der „Geometrid Moths of Europe“ von HAUSMANN (2001). Trotzdem werden bis heute immer wieder Zweifel an der Artberechtigung geäußert, und man kann z.B. im Internet lesen, dass der Status von *B. touranginii* unklar sei, weil das Taxon einen identischen Barcode mit *B. notha* besitzt (PRPIC-SCHÄPER 2017 mit Bezug auf HAUSMANN et al. 2013).

Diese Zweifel sind jedoch keineswegs begründet, denn auch HAUSMANN et al. (2013) schreiben, dass auf Grund der deutlichen Unterschiede in der Morphologie die Artabgrenzung nicht in Frage gestellt wird. Sie untersuchten 219 (88 %) der 249 europäischen Spannerarten aus den fünf Unterfamilien Archiarinae, Desmobathrinae, Orthostixinae, Geometrinae und Sterrhinae darauf, ob sich ihre „Barcode-Indexnummern“ (BINs in „BOLD Systems“, vgl. RATNASINGHAM & HEBERT 2007) für die Re-Identifikation der nach

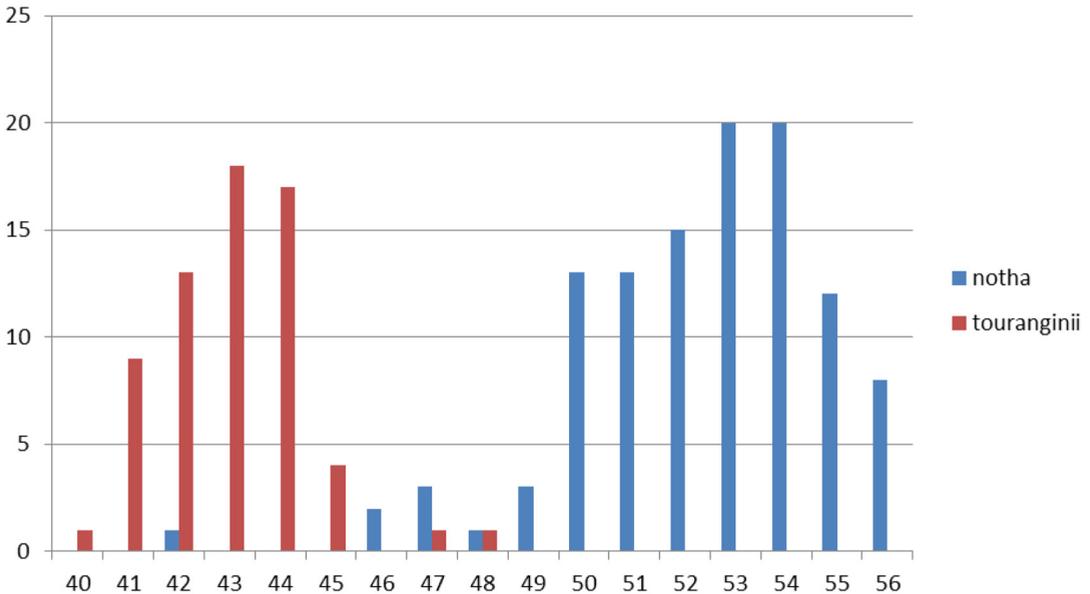


Abbildung 10. Die Anzahl der Fühlerglieder ist ein gutes Argument dafür, dass es sich bei *B. touranginii* und *B. notha* um verschiedene Arten handelt. Auch wenn sie bei beiden Arten variabel ist und Bereiche von 7 (*touranginii*) bzw. 10 (*notha*) Fühlergliedern überstreicht, ist in den allermeisten Fällen eine eindeutige Zuordnung zu einer der beiden Merkmalswolken möglich. Sie unterliegen der Normalverteilung und besitzen nur einen kleinen Überlappungsbe- reich. Der einzelne Wert von 42 Fühlergliedern bei einem Falter von *B. notha* bezieht sich auf das Exemplar mit stark asymmetrischen Fühlern (vgl. Text und Abb. 9, links).

aktuellem Erkenntnisstand identifizierten Arten (HAUSMANN 2001, 2004) eignen. Die beiden anderen Unterfamilien der Geometridae, Larentiinae und Ennominae, umfassen weitere 733 Arten, die in dieser Arbeit nicht betrachtet wurden. (Das BIN-System ist ein Online-Werkzeug, das COI-Barcode-Sequenzen algorithmisch gruppiert und so eine Webseite für jeden Cluster (= potenzielle Art) erzeugt.)

HAUSMANN et al. (l.c.) fanden in ihrer Studie nur acht Artenpaare, deren DNA-Barcode-Sequenzen nicht unterscheidbar waren. Von diesen gab es wiederum nur drei Artenpaare, die sympatrisch vorkommen und damit für eine molekulare Bestimmung nicht zugänglich sind; zu diesen gehört *B. notha* & *B. touranginii*. Die anderen beiden sind *Cyclophora punctaria* (LINNAEUS, 1758) & *C. quercimontaria* (BASTELBERGER, 1897) sowie *Chlorissa viridata* (LINNAEUS, 1758) & *C. cloraria* (HÜBNER, 1813), welche hier keine Rolle spielen.

Die beiden Arten *B. notha* und *B. touranginii* sind auf Grund zahlreicher Merkmale, von der Morphologie über die Ökologie bis zur Ethologie, gut getrennt, wie den Arbeiten von BÉRARD (2000),

LÉVÉQUE et al. (2006), LÉVÉQUE & FAUCHEUX (2010), LÉVÉQUE (2011) und TRUSCH et al. (2016) zu entnehmen ist. Vielmehr sind die beiden Arten ein Beispiel dafür, dass der Barcode eben nicht in allen Fällen für die Identifikation von Arten geeignet ist. Denn er stellt nur einen (weiteren) Merkmalskomplex dar, der – so wie alle anderen Merkmalsmuster in der Biologie auch – interpretiert werden muss. Es ist für die jüngere Wissenschaft eher ein Glücksfall, dass der COI-Barcode in so vielen Fällen das gleiche Muster widerspiegelt, was wir aktuell als Arten zu erkennen glauben.

Im Folgenden haben wir uns dem Merkmalskomplex „Anzahl der Fühlerglieder“ (Abb. 11) noch einmal näher gewidmet. Bei diesem distinkten morphologischen Merkmal wurde jeder Fühler als ein Datensatz betrachtet und die Anzahl der Fühlerglieder von 175 vollständig erhaltenen Fühlern beider Arten ermittelt ( $n_{\text{Fühler}}$  von *B. touranginii* = 64,  $n_{\text{Fühler}}$  von *B. notha* = 111; vgl. Tab. 1). Im Diagramm (Abb. 10) sind auf der y-Achse die Anzahl der untersuchten Fühler aufgetragen und an der x-Achse die Anzahl der Fühlerglieder.

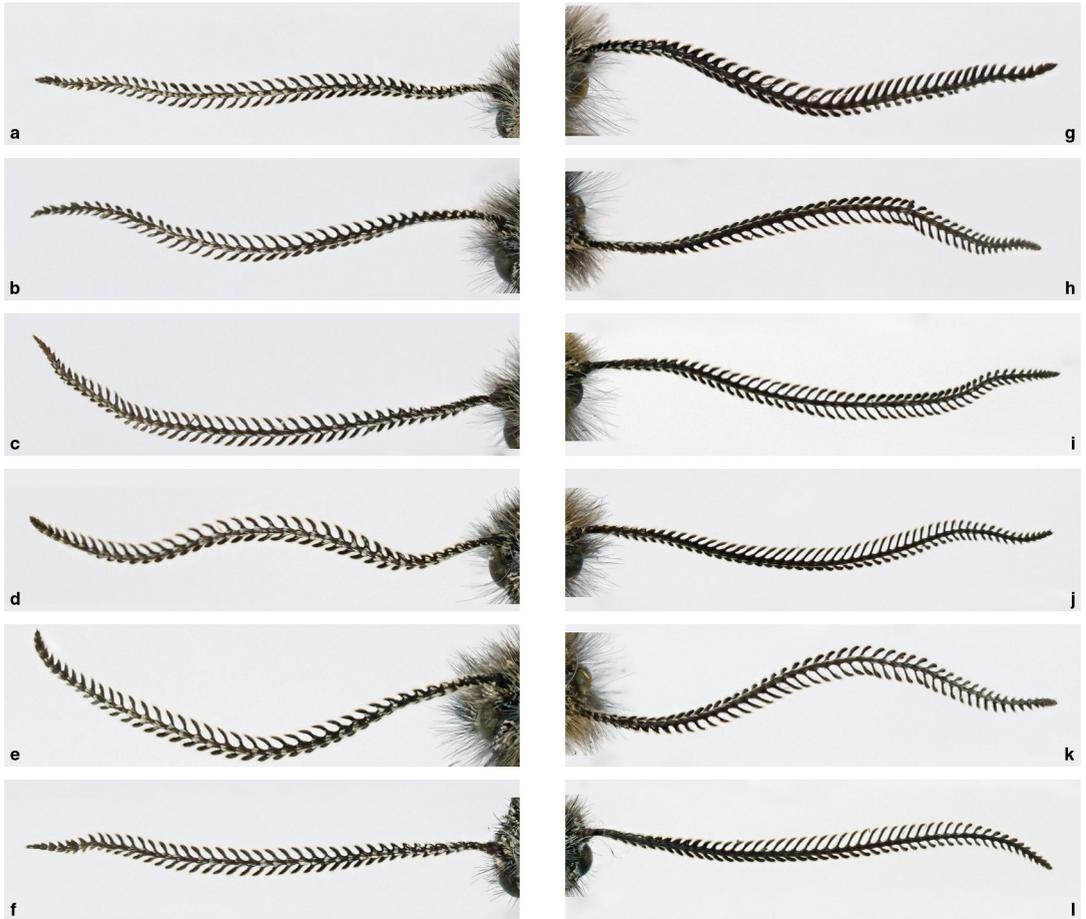


Abbildung 11. Ansichten von Fühlern der beiden Arten *B. touranginii* und *B. notha* mit Nennung der Anzahl der Fühlerglieder (l = linker Fühler, r = rechter Fühler). Im Durchschnitt haben die Falter von *B. notha* neun Glieder mehr. – Linke Seite *B. touranginii*, von oben nach unten: **a.** l = 44 (Rheinweiler, 10. März 2017, coll. HF), **b.** l = 44 (Steinenstadt, 11. März 2017, coll. HF), **c.** l = 48 (Steinenstadt, 11. März 2017, coll. HF), **d.** l = 42 (Bremgarten, 12. März 2017, coll. HF), **e.** l = 41 (Bremgarten, 12. März 2017, coll. HF) und **f.** l = 44 (Steinenstadt, 26. März 2017, coll. HF). Rechte Seite *B. notha*: **g.** r = 47 (Grißheim, 10. März 2013, coll. HF), **h.** l = 53 (Grißheim, 22.2.2016, coll. HF), **i.** r = 56 (Grißheim, 27. Februar 2017, coll. SMNK), **j.** r = 55 (Steinenstadt, 3. März 2017, coll. HF), **k.** l = 52 (Steinenstadt, 4. März 2017, coll. HF) und **l.** r = 51 (Steinenstadt, 16. März 2017, coll. HF). – Fotos: R. TRUSCH.

Tabelle 1. Minimal- und Maximalwerte der Anzahl der hier untersuchten Fühlerglieder von *B. touranginii* und *B. notha*. Es sind r = rechter Fühler und l = linker Fühler unterschieden. Durchschnittlich haben die Falter von *B. notha* neun Fühlerglieder mehr als jene von *B. touranginii*.

<i>B. touranginii</i> (n = 64)	l	r	<i>B. notha</i> (n = 111)	l	r
Min.	41	40	Min.	46	42
Max.	48	47	Max.	56	56
Mittelwert	43,0	43,0	Mittelwert	52,4	52,3



Abbildung 12. Im Rahmen des IRP hergestellte Auskiesungsfläche bei Efringen-Kirchen mit dem Initialstadium einer Weichholzaue. Eine aspektbildende Weidenverjüngung hat sich in den tieferen Bereichen des Beckens ausgebildet. Ob zukünftig hier ein Lebensraum von *B. touranginii* entstehen wird, ist noch nicht abzusehen. – Foto: 28.9.2017, R. HERMANN.

BÉRARD (2000: 142) hatte, basierend auf Material aus Frankreich, angegeben, dass die Männchen von *B. touranginii* 43 Fühlerglieder hätten und jene von *B. notha* 53, mithin der Unterschied zwischen beiden Arten zehn Fühlerglieder betragen würde. Wir stellten bei unserem umfangreichen Material fest, dass die Anzahl der Fühlerglieder bei beiden Arten variabel ist und bei beiden Arten ungefähr einer Normalverteilung unterliegt (Abb. 10). Im Durchschnitt pendelt sich die Differenz zwischen beiden Arten auf neun Fühlerglieder ein, wobei sich bei unseren Untersuchungen mit zunehmender Anzahl untersuchter Fühler diese Differenz von acht ( $n_{\text{Fühler}} = 107$ ) auf neun ( $n_{\text{Fühler}} = 175$ ) erhöhte. Beide Glockenkurven der Normalverteilungen bilden im Bereich von 46–49 Fühlergliedern einen Überlappungsbereich, der zwei Fühler (von 64 = 3 %) bei *B. touranginii* und acht Fühler (von 102 = 8 %) bei *B. notha* betrifft.

Maximal erreicht bei dem hier untersuchten Material *B. touranginii* 48 Fühlerglieder (das Minimum ist 40), die minimale Zahl bei *B. notha* beträgt 46 (Maximum 56). Bei einem einzigen Falter von *B. notha* (Abb. 9, links) mit stark asymmetrischen Fühlern beträgt sie sogar nur 42 bei dem kürzeren der beiden Fühler. Wir vermuten, dass es sich bei diesem Exemplar um einen Freilandhybriden zwischen *B. touranginii* und *B. notha* handeln könnte. Auch die oben beschriebenen, relativ seltenen Überlappungen bei der Anzahl der Fühlerglieder beider Arten im Diagramm (Abb. 10) könnten auf Freilandhybridisationen zwischen *B. touranginii* und *B. notha* hindeuten. Dies bleibt für den Moment allerdings als Hypothese stehen, der in Zukunft weiter nachgegangen werden sollte. Alle bislang gefundenen Falter ließen sich jedoch an Hand ihrer äußeren Merkmale eindeutig einer der beiden Arten zuordnen, auch wenn die Anzahl der Fühlerglieder



Abbildung 13. Im südlichen Abschnitt der Auskiesungsfläche bei Efringen-Kirchen finden sich auf dem stellenweise noch anzutreffenden Kies-Rohboden erste Pionierarten, die die Entwicklung einer Weichholzaue zumindest in Teilbereichen erkennen lassen. Auf den südwestexponierten Böschungen hingegen hat sich eine xerotherme, lückige Hundsbraunwurzflur eingestellt, welche wärmeliebenden Insektenarten als zukünftiger Lebensraum dienen kann. – Foto: 28.9.2017, R. HERRMANN.

die Determination ausnahmsweise einmal nicht unterstützt (Abb. 9, rechts).

## 6 Gefährdung und Schutz von *B. touranginii* am Oberrhein

Für die Rote Liste ist das Purpurweiden-Jungfernkind von TRUSCH et al. (2016: 76) in der Kategorie „R“ (extrem selten) für Deutschland sowie in der Kategorie „R!“ (reliktäres Vorkommen oder isolierter Vorposten, es besteht besondere Verantwortung des Landes) für Baden-Württemberg eingestuft worden. Diese Einstufung bestätigt sich auch im Licht der hier vorgelegten ersten Kartierung im deutschen Verbreitungsgebiet der Art. Man kann aber fast mit Sicherheit davon ausgehen, dass die hier dokumentierte Metapopulation auch auf der westlichen Rheinseite und darüber hinaus vertreten ist. Es wäre interessant für die französische Faunistik, dieser

Fragestellung in den kommenden Jahren nachzugehen.

Die Überschwemmungsaue besitzt eine hohe ökologische Wertigkeit. Grundsätzlich wäre es naturschutzfachlich sinnvoll, jene Bühnenfelder, die von *B. touranginii* besiedelt sind, zu sichern und vor größeren Eingriffen zu verschonen. Da der Rhein eine Bundeswasserstraße ist, sollte die zuständige Bundesbehörde (WSD Bund) durch die Naturschutzverwaltung über die Vorkommen von *B. touranginii* informiert und, vor dem Hintergrund der besonderen Verantwortung des Landes Baden-Württemberg für den Erhalt der Art in Deutschland, auf die Anforderungen zum Schutz ihrer Lebensstätten hingewiesen werden. Denn diese würden z.B. bei Ausbaggerungen, wie sie auch für das Integrierte Rheinprogramm (IRP) erfolgen, in ihrem Fortbestand gefährdet sein. Ein bereits seit 1994 realisiertes Naturschutzgebiet, in dem die Art nachgewiesen werden

konnte, ist das NSG Kapellengrien (KERKHOFF 2010). Die hier vorhandenen Anlandungsflächen des Restrheins sind in diesem NSG nach unseren Erkenntnissen das Entwicklungshabitat von *B. touranginii*, selbst wenn die Untersuchungen zu den Biotopansprüchen der Art erst am Anfang stehen. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Bühnenfelder entlang des Restrheins aktuell das wichtigste Reproduktionshabitat der Art in unserem Gebiet darstellen (vgl. Kap. 4.1).

Um die Lebensräume von *B. touranginii* am badischen Oberrhein zu erhalten, müssen biotopzerstörende Eingriffe in den Bühnenfeldern unterbleiben. Dazu zählt, außer den o.g. Bagger- oder Erdarbeiten, beispielsweise auch das Entfernen von Weidengebüschen. Aus heutiger Sicht beinhalten die aktuell von *B. touranginii* besiedelten Bühnenfelder die letzten Populationen, welche für zukünftige Neubesiedelungen der im Rahmen des IRP neu geschaffenen Überflutungsflächen in Frage kämen.

Ein besonderes Augenmerk sollte auf die im Rahmen des IRP bereits fertig gestellten, restreinnahen Auskiesungsflächen gelegt werden, wie jene bei Kleinkems (Abb. 12, 13). Dort hat sich in den vergangenen sechs Jahren eine durch anthropogene Einflüsse geprägte Weichholzaue entwickelt. Sie ist, hervorgerufen durch natürlichen Sämlingseintrag, von einem Massenbestand der Silberweide und einigen Schwarzpappel- und Purpurweidebeständen gekennzeichnet (vgl. THIESS et al. 2015).

Eine ähnliche Situation lässt sich im Bereich des Hochwasser-Rückhaltebeckens bei Efringen-Kirchen feststellen, wo sich ebenso die Entstehung einer Weichholzaue beobachten lässt. Ob diese künstlich geschaffenen Überflutungsausauen für eine Besiedelung durch *B. touranginii* in Frage kommen, werden erst die nächsten Jahre zeigen.

#### Dank

Für die Mitarbeit bei der Kartierung der Jungfernkinde in der Oberrheinebene in den letzten Jahren sagen wir Dankeschön: JOACHIM ASAL (Todtnau-Schlechnau), HANS DEZULIAN (Waldkirch), MICHAEL FALKENBERG (Karlsruhe), Dr. JÖRG-UWE MEINEKE (Kippenheim), MANFRED REUSCH (Britzingen) und CLAUDIA WIDDER (Neuenburg am Rhein). Besonders danken wir DANIELA WARZECHA (Karlsruhe) für den Fang des zweiten in Deutschland gefundenen Weibchens. MICHAEL LEIPNITZ (Stuttgart) übermittelte uns die Daten seiner erfolgreichen Jungfernkinde-Zuchten aus den Jahren 2015-2017, dafür herzlichen Dank. Unser Dank geht auch an ANTOINE LÉVÉQUE (Paris) und AXEL HAUSMANN (München) für die

Möglichkeit, einen NJ-Tree auf der Basis der COI aus ihrem Datensatz im „Barcode of Life Datasystem“ (BOLD) durch Dr. HOSSEIN RAJAEI (Stuttgart) generieren zu lassen, dem ebenfalls gedankt sei, und damit ihre unpublizierten DNA-Daten vorab ansehen zu dürfen. Auch danken wir CLAUDE TAUTEL (Paris) für hilfreiche E-Mail-Kommunikation sowie AXEL STEINER für biographische Angaben. ERIC DROUET (Gap) besorgte die Übersetzung der französischen Kurzfassung, STEFAN SCHARF (Karlsruhe) bearbeitete die Abbildungen, Dr. JÖRG-UWE MEINEKE und GÜNTER EBERT (Stutensee) lasen und diskutierten mit uns das Manuskript – auch ihnen danken wir sehr für die uns gewährte Hilfe. Schließlich sei den zahlreichen Schmetterlingsamateuren und Lepidopterologen gedankt, die ihre Beobachtungen für die Faunistik (d.h. die Wissenschaft, die sich mit der Verbreitung der Arten in Raum und Zeit beschäftigt) und den Natur- und Artenschutz bereitwillig und oft selbstlos zur Verfügung stellen. Auch danken wir den zuständigen Behörden, die unsere faunistische Forschung durch die Erteilung der juristisch notwendigen Ausnahmegenehmigungen legalisieren.

#### Literatur

- BÉRARD, R. (2000): *Archiearis tourangini* SAND [1880], nouvelle espèce distincte d'*Archiearis notha* HÜBNER. – *Bulletin mensuel de la Société Linnéenne de Lyon* **69**(6): 142-144.
- BERCE, J.-É. (1870): Lépidoptères. Faune entomologique française. Description de tous les papillons qui se trouvent en France. Quatrième volume: Hétérocères Noctuae. Deuxième et dernière partie. – 263 S., Taf. 39-46; Paris (Deyrolle Fils).
- DE LATTIN, G. (1967) Grundriß der Zoogeographie. – 602 S.; Jena (Gustav Fischer).
- EBERT G. (Hrsg.) (1991-2005): Die Schmetterlinge Baden-Württembergs. Bände 1-10. – 5.535 S.; Stuttgart (Eugen Ulmer).
- FRITSCH, D. (2005a): Der Brombeer-Perlmutterfalter (*Brenthis daphne*) – in Baden-Württemberg bodenständig. – In: EBERT G. (Hrsg.): Die Schmetterlinge Baden-Württembergs. Ergänzungsband **10**: 47-48; Stuttgart (Eugen Ulmer).
- FRITSCH, D. (2005b): Weitere Funde von *Dysgonia algira* im Südwesten Baden-Württembergs. – In: EBERT G. (Hrsg.): Die Schmetterlinge Baden-Württembergs. Ergänzungsband **10**: 71-73; Stuttgart (Eugen Ulmer).
- HAUSMANN, A. (2001): Introduction. Archiearinae, Orthostixinae, Desmobathrinae, Alsophilinae, Geometrinae. – In: HAUSMANN, A. (ed.): The Geometrid Moths of Europe, vol. 1. – 282 S.; Stenstrup (Apollo Books).
- HAUSMANN, A. (2004): Sterrhinae. – In: HAUSMANN, A. (ed.): The Geometrid Moths of Europe, vol. 2. – 600 S.; Stenstrup (Apollo Books).
- HAUSMANN, A., GODFRAY, H. C. J., HUEMER, P., MUTANEN, M., ROUGERIE, R., VAN NIEUKERKEN, E., RATNASINGHAM, S. & HEBERT, P. (2013): Genetic Patterns in European Geometrid Moths Revealed by the Barcode Index

- Number (BIN) System. – PLOS ONE **8**(12): 1-11; e84518. doi.org/10.1371/journal.pone.0084518
- HERRMANN, R. (2008): Der Karstweißling *Pieris mannii* (MAYER, 1851) erstmals im Breisgau. – *Atalanta* **39**(1-4): 233-234.
- HERRMANN, R., MEINEKE, J.-U. & SCHANOWSKI, A. (2000): Die Großschmetterlinge (Macrolepidoptera) der Markgräfler Trockenaue. – In: LfU (Hrsg.): Vom Wildstrom zur Trockenaue: Natur und Geschichte der Flusslandschaft am südlichen Oberrhein. – *Naturschutz Spectrum Themen* **92**: 461-481; Ubstadt (Regionalkultur).
- KERKHOFF, U. (2010): NSG Kapellengrien. – In: Regierungspräsidium Freiburg (Hrsg.): Die Naturschutzgebiete im Regierungsbezirk Freiburg. 3. Auflage: 456-458; Ostfildern (Thorbecke).
- KOCH, M. (1984): Wir bestimmen Schmetterlinge. Bearbeitet von WOLFGANG HEINICKE. Ausgabe in einem Band, 1. Aufl. – 729 S.; Radebeul (Neumann).
- KOCH, M. (1988): Wir bestimmen Schmetterlinge. Bearbeitet von WOLFGANG HEINICKE. Ausgabe in einem Band, 2. Aufl. – 729 S.; Radebeul (Neumann).
- KOCH, M. (1991): Wir bestimmen Schmetterlinge. Bearbeitet von WOLFGANG HEINICKE. Ausgabe in einem Band, 3. Aufl. – 729 S.; Radebeul (Neumann).
- LERAUT, P. (2002): Contribution à l'étude des *Archiearis* HÜBNER et genres apparentés (Lepidoptera, Geometridae). – *Bulletin de la Société entomologique de France* **7**(4): 349-358.
- LÉVÉQUE, A. & FAUCHEUX, F. (2010): Mise à jour de la répartition de *Boutinotiana touranginii* (BERCE, 1870) en région Centre: nouvelles stations pour le Loiret et découverte de l'espèce dans le Loir-et-Cher, l'Indre et l'Indre-et-Loire (Lep. Geometridae). – *Oreina* **8**: 17-21.
- LÉVÉQUE, A. (2011): Contribution à la connaissance des premiers états de *Boutinotiana touranginii* (BERCE, 1870), la Bréphine ligérienne (Lep. Geometridae). – *Oreina* **15**: 10-14.
- LÉVÉQUE, A., FAUCHEUX, F., FOURNIER, F. & HERVILLARD, J.-F. (2006): Redécouverte de *Boudinotiana touranginii* (BERCE, 1870) en région Centre et présence de l'espèce en Auvergne (Lepidoptera Geometridae Archiearinae). – *L'Entomologiste* **62**(5-6): 161-165.
- RATNASINGHAM, S. & HEBERT, P. (2007): BOLD The Barcode of Life Data System (www.barcodinglife.org). – *Molecular Ecology Notes*, doi: 10.1111/j.1471-8286.2006.01678.x
- REDONDO, V. M. & GASTON, F. J. (2002): Presencia de *Archiearis touranginii* (BERCE, 1870) en España (Lepidoptera: Geometridae, Archiearinae). – *SHILAP Revista de Lepidopterologia* **30**(117): 27-32.
- REDONDO, V. M. & GASTÓN, F. J. (2004): Catalogus de LEPIDOPTERA: Familia 13. Catálogo de los Geometridae de Aragón. – *Catalogus de la Entomofauna Aragonesa* **30**: 3-47.
- REIF, A., GÄRTNER, S., ZIMMERMANN, R., SPÄTH, V. & LANGE, I. (2013): Auenentwicklung am südlichen Oberrhein – „Trockenaue“ und rezente Rheinaue. – *Tuexenia Beiheft* **6**: 125-169.
- SEGERER, A. H. & HAUSMANN, A. (Hrsg.) (2011): Die Großschmetterlinge Deutschlands. The Macrolepidoptera of Germany. – 308 S.; Budapest (Heterocera Press).
- STAUDINGER, O. & REBEL, H. (1900): Catalog der Lepidopteren des palaearktischen Faunengebiets. 3. Auflage. I. Theil: Famil. Papilionidae-Hepialidae. – 334 S.; Berlin (Friedländer & Sohn).
- STEINER A., RATZEL, U., FIBIGER, M. & TOP-JENSEN, M. (2014): Die Nachtfalter Deutschlands. Ein Feldführer. – 878 S.; Østermarie (Bugbook Publishing).
- THIESS, L., ZIMMERMANN, R. & REIF, A. (2015): Von der „Kieswüste“ zum Auenwald: Gehölzentwicklung auf einer Auskiesungsfläche am südlichen Oberrhein. – *Mitteilungen des badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz, N.F.* **21**(4): 635-658.
- TRUSCH, R., ASAL, J., FALKENBERG, M., LEIPNITZ, M., REUSCH, M., WIDDER, C. & J.-U. MEINEKE (2016): Entdeckung des Purpurweiden-Jungfernkindes *Boudinotiana touranginii* (BERCE, 1870) in Deutschland (Lepidoptera: Geometridae, Archiearinae). – *Entomologische Zeitschrift* **126**(2): 66-76.

### Internetquellen

- Pressearchiv des Staatlichen Museums für Naturkunde Karlsruhe: „Neuer Schmetterling in Deutschland: Purpurweiden-Jungfernkind“ – [www.smnk.de/information/presse/pressearchiv](http://www.smnk.de/information/presse/pressearchiv) (Pressemitteilung vom 25.03.2015)
- PRPIC-SCHÄPER, N. M. (2017): Zoographia Germaniae. – Online publication currently at <http://www.user.gwdg.de/~nppric/webrepository>. Seite besucht am 20.11.2017.
- SDEI Biographies of the Entomologists of the World. – <http://sdei.senckenberg.de/biographies>. Seite besucht am 20.11.2017.
- Wikipedia-Eintrag zu MAURICE SAND – [https://de.wikipedia.org/wiki/Maurice\\_Sand](https://de.wikipedia.org/wiki/Maurice_Sand). Seite besucht am 20.11.2017



# Zur Spinnenfauna der Halbtrockenrasen am Michaelsberg bei Bruchsal, einer nordbadischen Wärmeinsel

NORBERT LEIST, ANDREA JONITZ & TOBIAS BUTTERER

## Kurzfassung

Ziel der vorliegenden Arbeit war die Erfassung der Spinnenfauna des Kaiserbergs. Dieses Naturschutzgebiet liegt am Michaelsberg bei Bruchsal (Baden) am Rande des Kraichgaus und wurde über ein Jahr mittels Bodenfallen arachnologisch untersucht. Insgesamt wurden 1991 an 263 Fangtagen in 15 Fallen 1.062 adulte Spinnen gefangen und bestimmt. Ergänzt durch Handfänge konnten 126 Arten aus 24 Familien nachgewiesen werden. Davon sind in den Roten Listen und Vorwarnlisten für Baden-Württemberg 28 Arten und für Deutschland 19 Arten aufgeführt. 11 % der Arten sind als selten bis sehr selten eingestuft. Der xerotherme Charakter des Halbtrockenrasens wird durch die hohen Anteile der Lycosidae und Gnaphosidae an Individuen- und Artenzahlen eindrücklich belegt. Bemerkenswert sind zudem die individuenreichen Vorkommen von *Zodarion* spp. (Zodariidae) und *Atypus* spp. (Atypidae). Einzige dominante Art ist *Zodarion italicum*, dagegen ist die Zahl der subrezentenden und nur mit einzelnen Individuen gefangenen Arten hoch. Die Aktivitätsdichte war im April und Mai am höchsten, bedingt durch den Fang von Lycosiden und Thomisiden, und nahm bis November stark ab.

## Abstract

### Spiders of the dry perennial calcareous grassland at Michaelsberg near Bruchsal – a heat island in northern Baden

The goal of the present study was the registration of the spider fauna in the nature reserve Kaiserberg, which is situated at Michaelsberg near Bruchsal (Baden) by the border of the Kraichgau region. In total 1.062 adult spiders were captured during 263 days of the year 1991 by using 15 pitfall traps. While 126 species out of 24 families have been determined, 28 of these species are part of the Red List of the federal state Baden-Württemberg, 19 of the Red List of Germany. From the determined spiders, 11 % are classified to be rare or very rare. The xerotherm character of the Mesobrometum is impressively demonstrated by a high percentage of the Lycosids and Gnaphosids. Remarkable is the large number of individuals of the genera *Zodarion* (Zodariidae) and *Atypus* (Atypidae). *Zodarion italicum* is the only dominant species and the number of species caught by few or only one specimen is considerably high. The phenology of the captures shows the highest phase of activity in April and May, presupposed by Lycosids and Thomisids, decreasing considerably until November.

## Autoren

Prof. Dr. NORBERT LEIST, Brahmstraße 25, D-76669 Bad Schönborn; E-Mail: norbert.leist@partner.kit.edu  
 Dr. ANDREA JONITZ, Falkenweg 4, D-76709 Kronau; E-Mail: andrea.jonitz@kabelbw.de  
 TOBIAS BUTTERER, Heidelheimer Straße 31, D-76703 Kraichtal; E-Mail: biobudde@gmx.de

## 1 Einleitung

Der Michaelsberg bei Bruchsal in Nordbaden ist nicht nur durch seine neolithischen Funde, die der Michelsberger Kultur ihren Namen gaben, sondern auch durch seine Klimagunst am Rand des Kraichgaus zur Rheinebene eine Besonderheit. Hier befindet sich das wegen seiner wärme liebenden Flora und Fauna überregional bekannte Naturschutzgebiet Kaiserberg. Über die Flora des Gebiets liegt eine umfassende Beschreibung von HÖLZER (1978) vor. Einen Überblick über die Fauna gibt HASSLER (1998) in seinem Buch „Der Michaelsberg“. Darin sind die Spinnen nur marginal behandelt. Im „Atlas der Spinnentiere Europas“ (Arachnologische Gesellschaft e.V. 2016) sind für das entsprechende Messtischblatt lediglich 56 Arten gelistet. Die hier vorgestellten Daten beruhen auf Aufsammlungen von 1991. Sie erweitern diese Nachweisliste erheblich und stellen damit Grundlage und Anreiz für weitere Untersuchungen dar.

## 2 Untersuchungsgebiet

Zwischen Odenwald und Schwarzwald erstreckt sich das Kraichgauer Hügelland. Der Kaiserberg direkt nördlich des Michaelsbergs bei Bruchsal ist einer der Randberge zur Oberrheinischen Tiefebene (Abb. 1). Der Obere Muschelkalk ist hier von einer Lössschicht überdeckt. Die steile Hanglage mit SW-Exposition (Abb. 2-4) bewirkt im Frühjahr einen schnellen Anstieg der Temperaturen und im Herbst ein langes Anhalten derselben. Zu den Halbtrockenrasen schreibt HÖLZER (1978): „Der kontinentale Charakter des Mikroklimas ist im freien Gelände stark ausge-

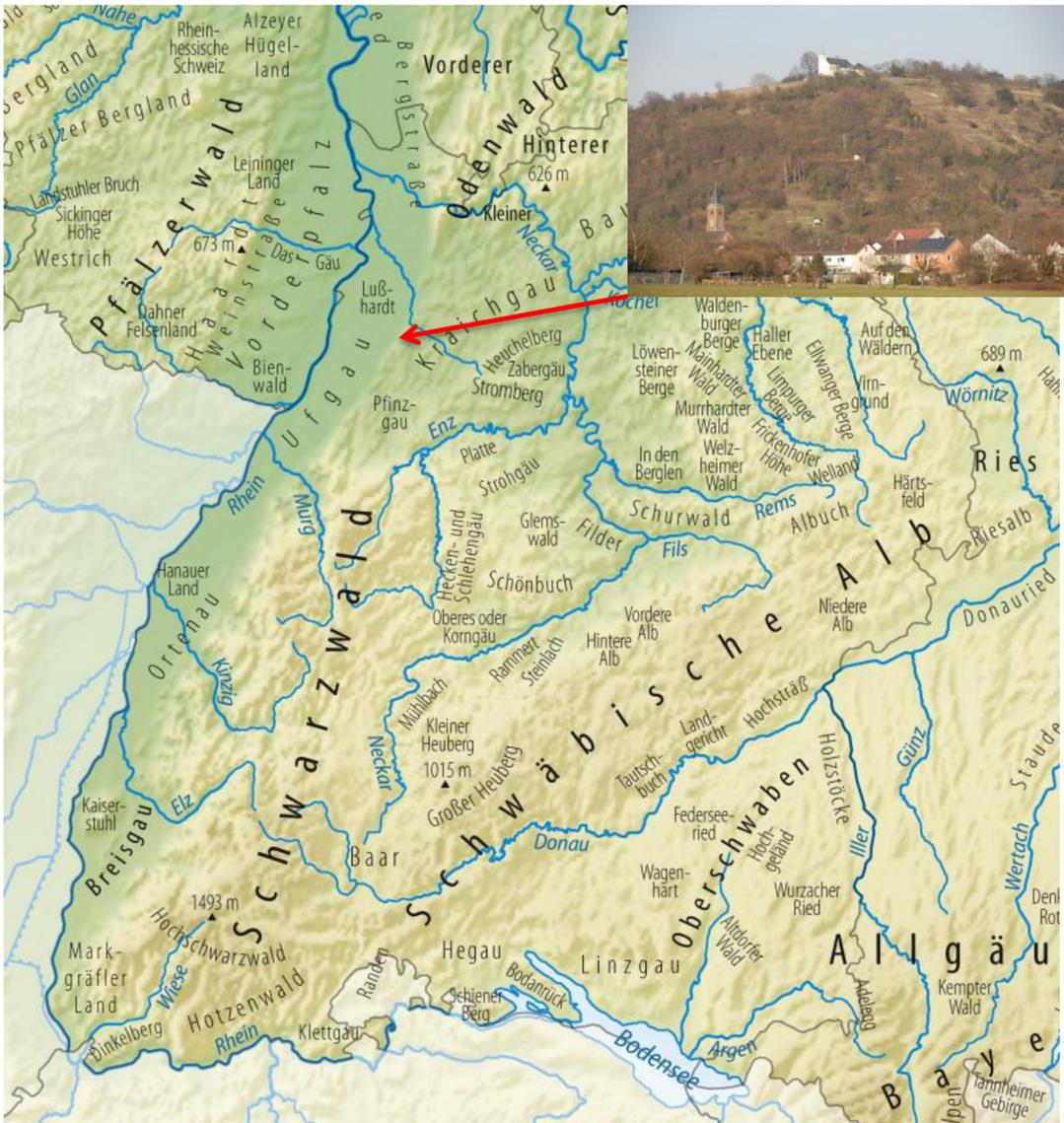


Abbildung 1. Lage des Untersuchungsgebietes NSG Kaiserberg bei Bruchsal. – Alle Abbildungen, sofern nicht anders angegeben: N. LEIST.

prägt. Hohe Maxima der Bodenoberfläche mit 50-70 °C scheinen nicht selten zu sein. Gleichzeitig liegen die Minima recht tief. Besonders extrem werden die Verhältnisse im Winter. In der Nacht ist der ganze Boden gefroren, und am Tage erwärmt sich die Oberfläche häufig auf über 20 °C.“ Der Kaiserberg wird als die bedeutende Wärmeinsel Badens zwischen Kai-

serstuhl und den Mainzer Sanden angesehen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass durch die aufragende Kalkscholle des Michaelsbergs und bei vorwiegenden Westwinden auch erhöhte Niederschläge auf die hier allerdings dünne und gut durchlässige Lössschicht treffen. So verwundert es nicht, dass im Gebiet nach den Listen von HÖLZER (1978) sowohl kontinentale als auch

Abbildung 2. Steilhang des Halbtrockenrasens NSG Kaiserberg am Rande der Rheinebene.



Abbildung 3. Steilhang des Halbtrockenrasens NSG Kaiserberg mit kleinterrassierten ehemaligen Weinbergparzellen.

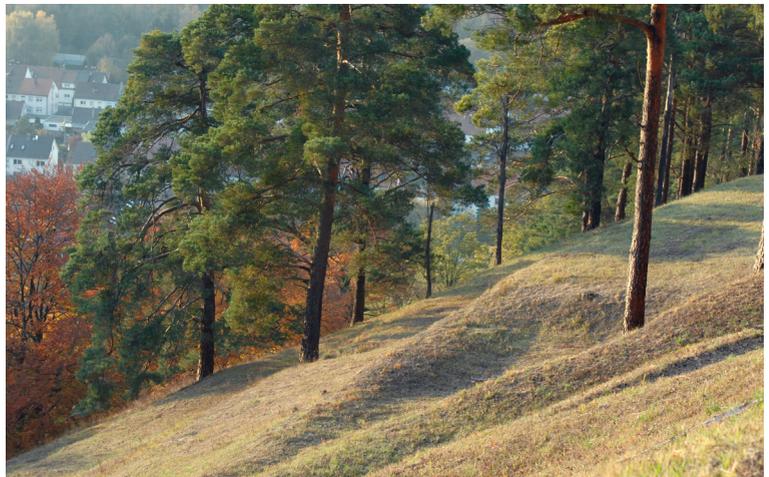


Abbildung 4. Lückiger Halbtrockenrasen unter randlichen Kiefern des NSG Kaiserberg.





Abbildung 5. Frühjahraspekt mit *Pulsatilla vulgaris* am Hangfuß des NSG Kaiserberg.

submediterrane und atlantische Florenelemente anzutreffen sind.

Der Halbtrockenrasen weist neben den charakteristischen Pflanzenarten typische jahreszeitliche Aspekte auf. So folgen auf *Pulsatilla vulgaris* (Abb. 5) im Frühsommer mit hohen Individuenzahlen die Arten *Geranium sanguineum*, *Anthriscum ramosum*, *Genista tinctoria* und im Herbst *Aster linosyris* und *A. amellus* (Abb. 6), die alle großflächig bunte Aspekte bilden.

Das Untersuchungsgebiet ist auf der TK25 Nr. 6917/12 Weingarten (Baden) zu finden. Die Fallenstandorte am Südwest exponierten kleinterassierten Steilhang des Kaiserbergs (Abb. 3) mit den Rechts-Hoch-Werten R 3467993/H 5439400 (WGS 84: 49,091 N/8,566 E) lagen zwischen 180 und 193 m ü. NN und somit etwa 70 Höhenmeter



Abbildung 6. Herbstaspekt mit *Aster amellus*.

über der Rheinebene. Der Halbtrockenrasen auf dem offenen Steilhang erstreckt sich über eine Fläche von 80 m x 40 m und wird im Süden von einem Buchenwald, im Norden von einem Kiefernriegel begrenzt. Die Untersuchungsfläche von 1991 umfasste etwa 30 Ar.



Abbildung 7. Fallenstandort im Steilhang.



Abbildung 8. Barberfalle.



Abbildung 9. *Atypus piceus*, die Tapezierspinne lauert in dem gut getarnten Fangschlauch auf darüber laufende Beutetiere, die durch die Seide hindurch ergriffen werden. Im NSG Kaiserberg lebt eine große Kolonie, in der zwei der drei heimischen *Atypus* Arten vorkommen.

### 3 Methoden

#### 3.1 Fangmethodik

Zum Erfassen der bodenaktiven Spinnen wurden im Hang des Kaiserbergs an drei Stellen jeweils fünf Bodenfallen eingegraben (Abb. 7). Die Fallen standen über 263 Fangtage, vom 12.3. bis 1.12.1991. Vor Regen schützte eine Regenrinne auf Stelzen (Abb. 8). Als Fallen wurden Plastikbecher mit 8,5 cm oberer Öffnung und 12 cm Höhe verwendet, die mit Ethylenglykol plus Detergenz als Fang- und Fixierflüssigkeit bis ca. 1/3 der Fallenhöhe gefüllt und 14-tägig geleert wurden. Mit solchen Bodenfallen werden überwiegend die lauffaktiven Arten der Bodenoberfläche und niedrigen Vegetation erfasst sowie Männchen vieler Arten während der Paarungszeit. Im selben Jahr wurden beim Fallenwechsel auffallende Spinnen auch von Hand gefangen bzw. leicht erkennbare Arten durch Beobachtungen erfasst.

#### 3.2 Systematik und Nomenklatur

Die Bestimmung der Atypiden, Lycosiden, Salticiden und Thomisiden erfolgte durch TOBIAS BUTTERER (2002) im Rahmen seiner Examensarbeit



Abbildung 10. *Pisaura mirabilis*, die Listspinne trägt ihren Eikokon bis kurz vor dem Schlüpfen der Jungspinnen in ihren Cheliceren.



Abbildung 11. *Argiope bruennichi*, das viel kleinere Männchen der Wespenpinne wird nach der Paarung meist vom Weibchen gefressen. Im Hintergrund ist das Spermanetz des Männchens erkennbar. – Foto: G. JURZITZA.

bei N. LEIST. Die Bestimmung der Arten erfolgte mit HEIMER & NENTWIG (1991), dem Online-Bestimmungsschlüssel „araneae Spinnen Europas“ (NENTWIG et al. 2017) und in diesen Werken zitierten Originalarbeiten. Die Zuordnung zur Familie und die Nomenklatur folgen dem World Spider Catalog (2017). Ausgewählte Exemplare der Familien Atypidae, Lycosidae, Salticidae und Tho-

misidae wurden in der Sammlung des Naturkundemuseums Karlsruhe (SMNK-ARA) hinterlegt, die Übrigen in der Sammlung LEIST.

### 3.3 Angaben zur Ökologie, Verbreitung und Gefährdung

Die Einstufung der Arten nach ihren ökologischen Ansprüchen, insbesondere der Xerothermie sowie ihren bevorzugten Lebensräumen erfolgte nach LEIST (1994), unter Berücksichtigung der Arbeiten von BRAUN (1969), BRAUN & RABELER (1969), BAUCHHENSS & SCHOLL (1982/83), MAURER & HÄNGGI (1990), SALZ (1992), PLATEN (1996), JOGER (1997) und den Angaben zur Nischenposition in ENTLING et al. (2007). Die Daten zu Vorkommen und Gefährdung wurden den „Roten Listen und Checklisten der Spinnentiere Baden-Württembergs“ NÄHRIG & HARMS (2003) und BLICK et al. (2016) entnommen. Die Zuordnung der Arten zu Gilden erfolgt nach UETZ et al. (1999).

### 3.4 Auswertung

Die Berechnungen beruhen ausschließlich auf den Fängen der Bodenfallen. Die Aktivitätsdominanz folgt der in MÜHLENBERG (1993) vorgeschlagenen Einteilung in Hauptarten und Begleitarten.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Übersicht der Fangergebnisse

Im Untersuchungsjahr 1991 wurden von März bis Dezember 1.062 adulte Spinnen, 708 Männchen und 354 Weibchen, mit Bodenfallen gefangen. Die Gesamtzahl der Arten aus diesen Fängen beträgt 109, verteilt auf 21 Familien (Tab. 1). Per Handfang wurden 48 Arten erfasst, darunter 17 nicht in Fallen aufgetretene Arten: *Anyphaena accentuata* (WALCKENAER, 1802) – Anyphaenidae; *Argiope bruennichi* (SCOPOLI, 1772) (Abb. 11), *Cercidia prominens* (WESTRING, 1851) und *Cyclosa oculata* (WALCKENAER, 1802) – Araneidae; *Linyphia triangularis* (CLERCK, 1757) – Linyphiidae; *Tibellus oblongus* (WALCKENAER, 1802) – Philodromidae; *Ero furcata* (VILLERS, 1789) – Mimetidae; *Aelurillus v-insignitus* (CLERCK, 1757) (RL Baden-Württemberg: V), *Heliophanus dubius* C.L. KOCH, 1835 (RL B.-W.: 3), *Marpissa muscosa* (CLERCK, 1757) (Abb. 16), *Salticus scenicus* (CLERCK, 1757) – Salticidae; *Micrommata virens* (CLERCK, 1757) (Abb. 15) – Sparassidae; *Metellina segmentata* (CLERCK, 1757), *Pachygnatha listeri* SUNDEVALL, 1830 – Tetragnathidae; *Misumena vatia* (CLERCK, 1757) (Abb. 18), *Ozy-*

*ptila scabricula* (WESTRING, 1851) (RL B.-W.: 3), *Tmarus piger* (WALCKENAER, 1802) (RL B.-W.: V) – Thomisidae.

Insgesamt konnten also 126 Arten aus 24 Familien nachgewiesen werden, davon sind 12 Arten als selten eingestuft (11 %), weitere 36 als mäßig häufig. 28 Arten (25 %) sind in der Roten Liste Baden-Württembergs und 19 Arten in der Roten Liste Deutschlands aufgeführt (Tab. 1). Nach ihren ökologischen Ansprüchen sind zwischen 34 und 52 Arten als xerophil einzustufen und damit bis 55 % der Individuen und 48 % der Arten.

Selten gefundene Arten sind *Zelotes longipes*, *Silometopus bonessi*, *Tapinocyboides pygmaeus*, *Walckenaeria furcillata*, *Thanatus* sp., *Evarcha laetabunda*, *Euryopsis quinqueguttata*, *Steatoda albomaculata*, *Cozyptila blackwalli*, *Xysticus kempeleni* und *Zodarion germanicum*.

Besonders artenreich sind die Familien Linyphiidae (27 Arten), Gnaphosidae (16), Thomisidae (13), Lycosidae und Salticidae (je 9). Die Aktivitätsdichte wurde von Lycosiden, Thomisiden, Gnaphosiden, Zodariden und Linyphiiden dominiert (Tab. 2). Bemerkenswert ist der hohe Anteil der Gnaphosiden an der Arten- und Individuenzahl, außerdem die hohe Aktivitätsdichte der Ameisen jagenden *Zodarion*-Arten sowie die aus den hohen Fangzahlen abzuleitende Koloniegroße der röhrenbewohnenden Tapezierspinnen *Atypus affinis* und *A. piceus* (Abb. 9).

### 4.2 Dominanzverhältnisse der Arten

Von den häufigen Arten war lediglich *Zodarion italicum* mit > 10 % Anteil am Gesamtfang der Fallen dominant. An subdominanten Arten (3,3–10 %) fanden sich *Ozyptila claveata*, *Hahnina pusilla*, *Aulonia albimana* und *Alopecosa trabalis*. Als rezedente Begleitarten (< 3,3 %) traten auf: *Pardosa lugubris*, *Alopecosa cuneata*, *Alopecosa pulverulenta*, *Amaurobius ferox*, *Arctosa lutetiana*, *Atypus affinis*, *A. piceus*, *Cicurina cicur*, *Dysdera erythrina*, *Euophrys frontalis*, *Hahnina nava*, *Silometopus bonessi*, *Tenuiphantes flavipes*, *Trachyzelotes pedestris*, *Zelotes apicorum*, *Z. erebus*, *Z. latreillei*, *Z. petrensis*, *Z. subterraneus*, *Xysticus bifasciatus*, *X. cristatus*, *Zodarion germanicum*. Die geringe Zahl der dominanten und subdominanten Arten gegenüber der hohen Zahl der Begleitarten ist für solch ausgeprägte Trockenstandorte nicht untypisch. In den Halbtrockenrasen des Kaiserbergs nehmen die sporadisch aufgetretenen Arten mit 54 % aller Arten eine wichtige Rolle im Gesamtartenspektrum ein (Abb. 9–19 – einzelne Arten im Bild).



Abbildung 12. *Cheiracanthium puncturium*, das Dornfinger-Weibchen bewacht den Eikokon im Gespinstsack und später dann die Jungspinnen. – Foto: G. JURZITZA.



Abbildung 13. *Cheiracanthium puncturium*, Männchen am gemeinsamen Gespinstsack.



Abbildung 14. *Cheiracanthium puncturium* – mit seinen langen Giftklauen kann der Dornfinger auch die menschliche Haut durchdringen. Der Biss ist schmerzhaft, aber für den Menschen nicht gefährlich. – Foto: G. JURZITZA.



Abbildung 15. *Micrommata virescens*, ein Weibchen der Grünen Huschspinne aus der Familie der Riesenkraabenspinnen. Die gut getarnte Spinne geht bei Störung sofort zum Angriff über.



Abbildung 16. *Marpissa muscosa*, die Große Rindenspinne vor ihrem Schlagsack. Diese Springspinne lebt zumeist an Baumstämmen.



Abbildung 17. *Heliophanus cupreus*, diese Springspinne mit dem kupferigen Metallglanz findet sich oft an trocken-warmen Waldrändern. – Foto: G. JURZITZA.



Abbildung 18. *Misumena vatia*, eine Veränderliche Krabbspinne mit Hauhechel-Bläuling als Beute. Die auf Blüten lauernde Art kann ihre Körperfarbe zwischen Gelb und Weiß wechseln und sich so dem Untergrund anpassend tarnen.



Abbildung 19. *Zelotes longipes*, diese nachtaktive Art ist für trockene und warme, schwach bewachsene Standorte charakteristisch.

#### 4.3 Gildenstruktur

Basierend auf Tabelle 1 wurden alle Arten soweit möglich einer Gilde aus UETZ et al. (1999) zugeordnet und deren Anteile berechnet (Tab. 3). Angesichts der Fangmethode, des Fangzeitraumes und des Biotops ist die hohe Zahl der Netzbauer überraschend. Sie ist vor allem auf die kleinen Linyphiiden (inkl. Erigoninae) zurückzuführen. Ebenso ist der deutlich höhere Anteil an Individuen tagaktiver Bodenjäger gegenüber den Nachtaktiven bemerkenswert, während die Artenzahl der Nachtaktiven dreimal so hoch ist wie die der Tagaktiven. Bei den Lauerjägern hält sich das in etwa die Waage.

#### 4.4 Xerothermie

Ein Vergleich der Anteile der Familien Linyphiidae, Lycosidae und Gnaphosidae am Gesamtfang der Individuen bzw. Arten (Tab. 2) zeigt einen interessanten Zusammenhang mit dem Aspekt Xerothermie. Auf nicht-xerothermen offenen Wiesenstandorten beträgt der Artenanteil der Linyphiiden häufig über 50 % (BAUCHHEISS & SCHOLL 1985). An xerothermen Standorten verringert er sich zugunsten größerer Arten der Lycosidae und Gnaphosidae. An nicht-xerothermen Standorten stellen die Lycosiden 2- bis 3-mal so viele Arten wie die Gnaphosiden, an Xerothermstandorten ist der Anteil der Gnaphosiden etwa gleich oder sogar höher.

#### 4.5 Habitatpräferenz

Zwei Drittel der individuenreichen Arten am Kaiserberg sind durch eine Habitatpräferenz für trocken-warme Standorte ausgezeichnet. Dabei stehen drei Arten von Lycosiden vier Gnaphosiden-Arten gegenüber. Dazu kommen zwei Thomisiden-Arten und eine große Zahl an Atypiden und Zodariiden (Tab. 4).

#### 4.6 Aktivität im Jahresverlauf

Hier lassen sich deutliche Aktivitätsmuster erkennen (Abb. 20). Während die adulten Lycosiden in April und Mai ihre Aktivitätsmaxima zeigen, erstrecken sich diese bei ihren nachtaktiven Lebensraumkonkurrenten, den Gnaphosiden, von März bis August. Die adulten Hahniiden sind in ihrer Aktivität weitgehend auf März bis Mai beschränkt, während die Salticiden und Thomisiden ein Maximum im April/Mai und danach nochmals im Juli/August aufweisen. Die Zodariiden als Ameisenfresser folgen dem Aktivitätsrhythmus ihrer Beute und finden sich in überaus hoher Zahl von März bis August. Insgesamt waren am Kaiserberg 1991 die höchsten Aktivitätsdichten der Spinnen im April/Mai zu beobachten, gefolgt von einer zweiten Aktivitätsphase im Juli/August (Abb. 21).

#### 5 Diskussion

Die Artenzusammensetzung der Spinnen in den Bodenfallenfängen im NSG Kaiserberg zeigt ne-

ben einem großen Teil Wärme und Trockenheit liebender Arten, die auch den Hauptanteil an den Individuen ausmachen, einen bemerkenswerten Anteil an waldbewohnenden und feuchtliebenden Arten. Dies erklärt sich durch die geringe Ausdehnung der Fläche des Halbtrockenrasens, der von einem Eichen-Buchenwald und einem Kiefernriegel flankiert wird. Am Rande der Rheinebene gelegen und den Westwinden exponiert, ist die Trockenheit des Standorts nicht so ausgeprägt wie beispielsweise bei den nahe gelegenen Binnendünen bei Sandhausen – allerdings ist das Temperaturregime im Tag-Nacht-Rhythmus extrem. Anzumerken ist, dass das Untersuchungsgebiet sowohl von Gewässern,

Auwäldern, wärmegetönten Eichen-Hainbuchen Mischwäldern und Kiefernforsten als auch von Resten offener Sanddünen und lössüberzogener Kalkböden und Hohlwegen umgeben ist. Das Artenspektrum ist ein starker Hinweis auf ein hohes Biodiversitätspotential des Michaelsbergs und hier insbesondere der Halbtrockenrasen des NSG Kaiserberg, die sich ja bereits in ihrer Pflanzenwelt durch kontinentale, subatlantische und submediterrane Elemente auszeichnen. Die 126 erfassten Spinnenarten stellen fast 13 % der in Deutschland bekannten 992 bodenständigen Arten (BLICK et al. 2016) dar. Da die arachnologische Erfassung des Naturschutzgebietes Kaiserberg gerade erst am Anfang steht, fordern diese

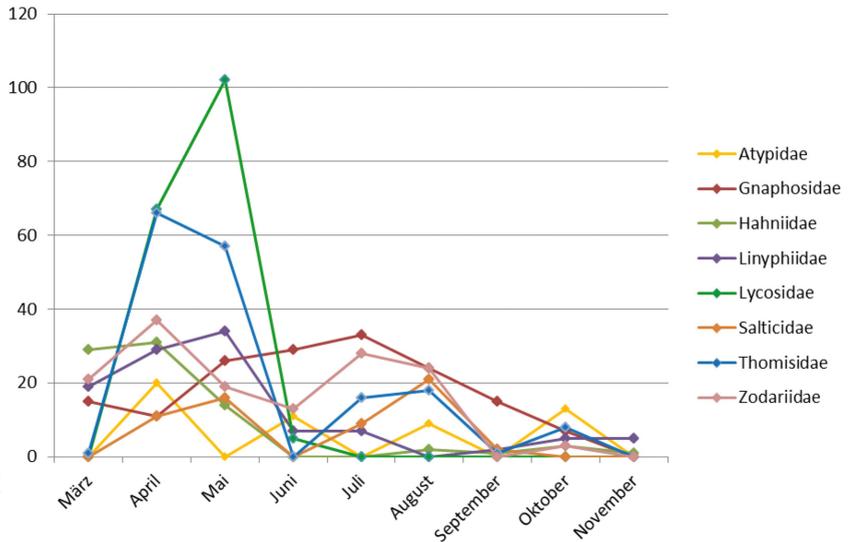


Abbildung 20. Aktivitätsdichten der häufigsten Familien im Verlauf der Fangperiode 1991.

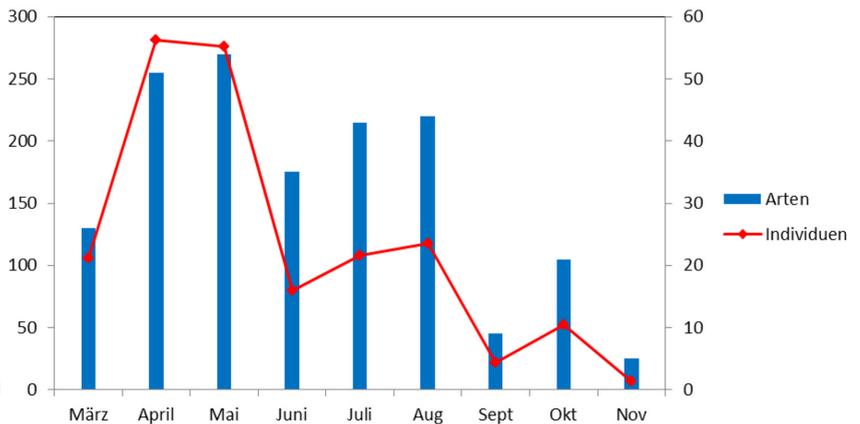


Abbildung 21. Aktivitätsdichten und Artenzahl im Verlauf der Fangperiode 1991.

vor 25 Jahren erhobenen Daten eine weitere wissenschaftliche Bearbeitung geradezu heraus.

### Danksagung

Herrn VOLK vom Regierungspräsidium Karlsruhe, danken wir für die Genehmigung zum Fang von Spinnen im NSG Kaiserberg (11.3.1991, Az: 73e-8841.03). HUBERT HÖFER und TOBIAS BAUER vom SMNK danken wir für die Bestimmung kritischer Arten und die kritische Durchsicht des Manuskripts, wertvolle Hinweise und förderliche Anregungen.

### Literatur

- BAUCHHENS, E. (1992): Epigäische Spinnen an unterfränkischen Muschelkalkstandorten. – Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins Würzburg **33**: 51-73.
- BAUCHHENS, E. & SCHOLL, G. (1982/83): Bodenspinnen einer Weinbergsbrache im Maintal (Steinbach, Lkr. Haßberge). Ein Beitrag zur Spinnenfaunistik Unterfrankens. – Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins Würzburg **23/24**: 3-23.
- BLICK, T., FINCH, O.-D., HARMS, K. H., KIECHLE, J., KIELHORN, K.-H., KREUELS, M., MALTEN, A., MARTIN, D., MÜSTER, C., NÄHRIG, D., PLATEN, R., RÖDEL, I., SCHEIDLER, M., STAUDT, A., STUMPF, H & TOLKE, D. (2016): Rote Liste und Gesamtartenliste der Spinnen (Arachnida: Araneae) Deutschlands 3. Fassung, Stand April 2008, einzelne Änderungen und Nachträge bis August 2015. – Naturschutz und Biologische Vielfalt **70/4**: 383-510.
- BRAUN, R. (1969): Zur Autökologie und Phänologie der Spinnen (Araneida) des Naturschutzgebietes „Mainzer Sand“. – Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv **8**: 193-288.
- BRAUN, R. & RABELER, W. (1969): Zur Autökologie und Phänologie der Spinnenfauna des nordwestdeutschen Altmoränen-Gebiets. – Abhandlungen der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft **522**: 1-89.
- BUTTERER, T. (2002): Zur Fauna ausgewählter Spinnenfamilien süddeutscher Meso-Xerobrometen. – Staatsexamensarbeit, Zoologisches Institut Universität Karlsruhe, 1-64.
- ENTLING, W., SCHMIDT, M. H., BACHER, S., BRANDL, R. & NENTWIG, W. (2007): Niche properties of Central European spiders: Shading, moisture and the evolution of the habitat niche. – Global Ecology and Biogeography **16**: 440-448.
- HASSLER, S. (1998): Der Michaelsberg. Naturkunde und Geschichte des Untergrombacher Hausbergs. – 368 S.; Heidelberg (Verlag Regionalkultur).
- HEIMER, S. & NENTWIG, W. (1991): Spinnen Mitteleuropas. – 543 S.; Berlin und Hamburg, (Verlag Paul Parey).
- HÖLZER, A. (1978): Vegetations- und standortkundliche Untersuchungen am Kaiserberg bei Bruchsal. – Bei-

träge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland **37**: 55-92.

- JÄGER, P. (1995): Faunistische Untersuchungen an Spinnen (Araneae) der Wahner Heide (Nordrhein-Westfalen) mit Anmerkungen zur Biologie und Taxonomie. – Diplomarbeit, Zoologisches Institut der Universität zu Köln, 1-179.
- JOGER, H. G. (1997): Untersuchungen zur epigäischen Fauna: Anpassungen von Spinnen und Insekten an einen Extrem-Lebensraum. – Dissertation Universität Göttingen, 210 S.; Göttingen (Cuvillier Verlag).
- LEIST, N. (1994): Zur Spinnenfauna zweier Binnendünen um Sandhausen bei Heidelberg (Arachnida: Araneae). – Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg **80**: 283-324.
- MARTIN, D. (1991): Zur Autökologie der Spinnen (Arachnida: Araneae) I. Charakteristik der Habitatausstattung und Präferenzverhalten epigäischer Spinnenarten. – Arachnologische Mitteilungen **1**: 5-26.
- MAURER, R. & HÄNGGI, A. (1990): Katalog der schweizerischen Spinnen. – Documenta Faunistica Helvetiae **12**: 1-410.
- MILASOWSKY, N. & ZULKA, K. P. (2016): Die epigäische Spinnenfauna eines Trockenrasen-Schwarzföhrenaufforstung-Ökoton auf dem Garnisonsübungsplatz Großmittel (Niederösterreich). – Biodiversity and Conservation Biology in Eastern Austria (BCBEA) **2/1**: 58-70.
- MÜHLENBERG, M. (1993): Freilandökologie. UTB 595, 3. Aufl. – 512 S.; Heidelberg (Quelle & Meyer Verlag).
- NÄHRIG, D. & HARMS, K. H. (2003): Rote Listen und Checklisten der Spinnentiere Baden-Württembergs. – Fachdienst Naturschutz. Naturschutz-Praxis, Artenschutz **7**: 1-199.
- SACHER, P. (2001): Beiträge zur Wirbellosen-Fauna des NSG „Harslebener Berge und Steinholz“ im Nordharzvorland/Sachsen-Anhalt. Teil 1: Webspinnen (Arachnida: Araneae). – Abhandlungen und Berichte aus dem Museum Heineanum **5**: 105-124.
- SALZ, R. (1992): Untersuchungen zur Spinnenfauna von Köln. – Decheniana, Beiheft **31**: 57-105.
- UETZ, G. W., HALAY, J. H. & CADY, A. B. (1999): Guild structure of spiders in major crops. – Journal of Arachnology **27**: 270-280.

### Internetquellen

- Arachnologische Gesellschaft e.V. (2017): Atlas der Spinnentiere Europas. <http://atlas.arages.de>, Stand 14.1.2017.
- NENTWIG, W., BLICK, T., GLOOR, D., HÄNGGI, A., KROPP, C. (2017): Spinnen Europas. Online unter [www.araneae.unibe.ch](http://www.araneae.unibe.ch); Stand 01.2017.
- World Spider Catalog (2017). World Spider Catalog. Natural History Museum Bern, Online unter <http://wsc.nmbe.ch>, Version 18.5, Stand 28.7.2017.

Tabelle 1. Artenliste der Spinnen aus 15 Bodenfallen (März bis Dezember 1991), nach Familien alphabetisch geordnet; m = Männchen, w = Weibchen, x = xerophile Art, RL BW = Rote Liste Baden-Württembergs, RL D = Rote Liste Deutschlands, Kategorien: V = Vorwarnliste, R = extrem selten, G = Gefährdung unbekanntes Ausmaßes, % = Anteil am Gesamtfang in Prozent.

Familie/Art	m	w	x	RL BW	RL D	%
<b>Agelenidae</b>						
<i>Coelotes terrestris</i> (WIDER, 1834)	1	0	-	-	-	0,1
<i>Eratigena agrestis</i> (WALCKENAER, 1802)	1	0	(x)	-	-	0,1
<i>Histopona torpida</i> (C.L. KOCH, 1837)	3	0	-	-	-	0,3
<i>Inermocoelotes inermis</i> (L. KOCH, 1855)	0	1	-	-	-	0,1
<i>Tegenaria silvestris</i> L. KOCH, 1872	1	0	-	-	-	0,1
<b>Amaurobiidae</b>						
<i>Amaurobius ferox</i> (WALCKENAER, 1802)	15	2	-	-	-	1,6
<b>Araneidae</b>						
<i>Mangora acalypha</i> (WALCKENAER, 1802)	0	1	-	-	-	0,1
<i>Zygiella x-notata</i> (CLERCK, 1757)	1	0	-	-	-	0,1
<b>Atypidae</b>						
<i>Atypus affinis</i> EICHWALD, 1830	22	0	x	V	V	2,1
<i>Atypus piceus</i> (SULZER, 1776)	30	1	x	V	V	2,9
<b>Clubionidae</b>						
<i>Clubiona neglecta</i> O. PICKARD-CAMBRIDGE, 1862	0	2	x	-	-	0,2
<i>Clubiona terrestris</i> WESTRING, 1851	1	1	-	-	-	0,2
<b>Dictynidae</b>						
<i>Cicurina cicur</i> (FABRICIUS, 1793)	5	12	-	-	-	1,6
<b>Dysderidae</b>						
<i>Dysdera erythrina</i> (WALCKENAER, 1802)	7	9	x	-	-	1,5
<i>Harpactea hombergi</i> (SCOPOLI, 1763)	0	2	x	-	-	0,2
<b>Eutichuridae</b>						
<i>Cheiracanthium punctorium</i> (VILLERS, 1789)	1	0	x	-	-	0,1
<b>Gnaphosidae</b>						
<i>Drassodes lapidosus</i> (WALCKENAER, 1802)	7	2	x	-	-	0,9
<i>Drassodes pubescens</i> (THORELL, 1856)	2	1	x	-	-	0,3
<i>Drassyllus lutetianus</i> (L. KOCH, 1866)	0	1	-	-	-	0,1
<i>Drassyllus praeficus</i> (L. KOCH, 1866)	0	1	x	V	-	0,1
<i>Drassyllus pusillus</i> (C. L. KOCH, 1833)	2	4	(x)	-	-	0,6
<i>Drassyllus villicus</i> (THORELL, 1875)	1	7	x	3	V	0,8
<i>Gnaphosa lugubris</i> (C. L. KOCH, 1839)	0	2	x	3	3	0,2
<i>Haplodrassus kulczynskii</i> LOHMANDER, 1942	1	0	x	3	V	0,1
<i>Trachyzelotes pedestris</i> (C. L. KOCH, 1837)	8	6	x	-	-	1,3
<i>Zelotes apricorum</i> (L. KOCH, 1876)	8	4	-	-	-	1,3
<i>Zelotes electus</i> (C. L. KOCH, 1839)	1	0	x	3	-	0,1
<i>Zelotes erebeus</i> (THORELL, 1871)	23	6	x	3	V	2,8
<i>Zelotes latreillei</i> (SIMON, 1878)	2	20	-	-	-	2,1
<i>Zelotes longipes</i> (L. KOCH, 1866)	1	0	x	3	-	0,1
<i>Zelotes petrensis</i> (C. L. KOCH, 1839)	20	12	x	-	-	3,0
<i>Zelotes subterraneus</i> (C. L. KOCH, 1833)	18	0	(x)	-	-	1,7

Familie/Art	m	w	x	RL BW	RL D	%
<b>Hahniidae</b>						
<i>Hahnia helveola</i> SIMON, 1875	4	0	-	-	-	0,4
<i>Hahnia nava</i> (BLACKWALL, 1841)	15	1	x	-	-	1,5
<i>Hahnia pusilla</i> C. L. KOCH, 1841	50	11	-	-	-	5,8
<b>Linyphiidae</b>						
<i>Agyneta affinis</i> (KULCZYNSKI, 1898)	1	1	-	-	-	0,2
<i>Agyneta rurestris</i> (C. L. KOCH, 1836)	1	2	-	-	-	0,3
<i>Centromerus serratus</i> (O. PICKARD-CAMBRIDGE, 1875)	2	10	-	-	-	1,0
<i>Centromerus sylvaticus</i> (BLACKWALL, 1841)	0	6	-	-	-	0,6
<i>Ceratinella brevis</i> (WIDER, 1834)	3	1	-	-	-	0,4
<i>Mermessus trilobatus</i> (EMERTON, 1882)	1	0	-	-	-	0,1
<i>Micrargus subaequalis</i> (WESTRING, 1851)	6	0	-	-	-	0,6
<i>Mioxena blanda</i> (SIMON, 1884)	2	0	-	-	-	0,2
<i>Pallidophantes pallidus</i> (O. PICKARD-CAMBRIDGE, 1871)	1	1	-	-	-	0,2
<i>Silometopus bonessi</i> CASEMIR, 1970	17	0	x	3	3	1,6
<i>Stemonyphantes lineatus</i> (LINNAEUS, 1758)	0	1	(x)	-	-	0,1
<i>Syedra gracilis</i> (MENGE, 1869)	3	0	-	-	-	0,3
<i>Tapinocyba insecta</i> (L. KOCH, 1869)	1	1	-	-	-	0,2
<i>Tapinocyba praecox</i> (O. PICKARD-CAMBRIDGE, 1873)	1	0	-	V	-	0,1
<i>Tapinocyboides pygmaeus</i> (MENGE, 1869)	2	3	x	V	-	0,5
<i>Tenuiphantes cristatus</i> (MENGE, 1866)	2	0	-	-	-	0,2
<i>Tenuiphantes flavipes</i> (BLACKWALL, 1854)	11	16	(x)	-	-	2,6
<i>Tenuiphantes tenebricola</i> (WIDER, 1834)	0	1	-	-	-	0,1
<i>Tenuiphantes tenuis</i> (BLACKWALL, 1857)	1	1	(x)	-	-	0,2
<i>Tenuiphantes zimmermannii</i> (BERTKAU, 1890)	1	3	-	-	-	0,4
<i>Theonina cornix</i> (SIMON, 1881)	1	0	-	-	3	0,1
<i>Thyreosthenius parasiticus</i> (WESTRING, 1851)	1	0	-	-	-	0,1
<i>Trichopterna cito</i> (O. PICKARD-CAMBRIDGE, 1873)	1	0	x	3	3	0,1
<i>Walckenaeria corniculans</i> (O. PICKARD-CAMBRIDGE, 1875)	0	2	-	-	-	0,2
<i>Walckenaeria furcillata</i> (MENGE, 1869)	1	0	(x)	-	-	0,1
<i>Walckenaeria mitrata</i> (MENGE, 1868)	0	1	-	-	-	0,1
<b>Liocranidae</b>						
<i>Agroeca brunnea</i> (BLACKWALL, 1833)	5	1	-	-	-	0,6
<i>Agroeca cuprea</i> MENGE, 1873	0	1	x	-	-	0,1
<i>Apostenus fuscus</i> WESTRING, 1851	2	0	-	-	-	0,2
<b>Lycosidae</b>						
<i>Alopecosa cuneata</i> (CLERCK, 1757)	7	9	x	-	-	1,5
<i>Alopecosa pulverulenta</i> (CLERCK, 1757)	4	8	-	-	-	1,1
<i>Alopecosa trabalis</i> (CLERCK, 1757)	28	7	x	V	-	3,3
<i>Arctosa lutetiana</i> (SIMON, 1876)	13	1	(x)	-	-	1,3
<i>Aulonia albimana</i> (WALCKENAER, 1805)	42	2	(x)	-	-	4,2
<i>Pardosa hortensis</i> (THORELL, 1872)	2	8	-	-	-	1,0
<i>Pardosa lugubris</i> s.l. (WALCKENAER, 1802)	21	12	-	-	-	3,1

Familie/Art	m	w	x	RL BW	RL D	%
<i>Pardosa pullata</i> (CLERCK, 1757)	6	1	-	-	-	0,7
<i>Trochosa terricola</i> THORELL, 1856	3	9	(x)	-	-	1,2
<b>Mimetidae</b>						
<i>Ero aphana</i> (WALCKENAER, 1802)	1	1	x	-	-	0,2
<b>Philodromidae</b>						
<i>Thanatus</i> sp.	0	1	x	-	-	0,1
<b>Phrurolithidae</b>						
<i>Phrurolithus festivus</i> (C. L. KOCH, 1835)	0	1	-	-	-	0,1
<i>Phrurolithus minimus</i> C. L. KOCH, 1839	0	1	x	-	-	0,1
<b>Pisauridae</b>						
<i>Pisaura mirabilis</i> (CLERCK, 1757)	1	3	-	-	-	0,4
<b>Salticidae</b>						
<i>Ballus chalybeius</i> (WALCKENAER, 1802)	1	1	-	-	-	0,2
<i>Euophrys frontalis</i> (WALCKENAER, 1802)	12	12	x	-	-	2,3
<i>Evarcha arcuata</i> (CLERCK, 1757)	2	0	-	-	-	0,2
<i>Evarcha falcata</i> (CLERCK, 1757)	1	0	x	-	-	0,1
<i>Evarcha laetabunda</i> (C. L. KOCH, 1846)	5	0	x	3	V	0,5
<i>Heliophanus cupreus</i> (WALCKENAER, 1802)	0	6	-	-	-	0,6
<i>Myrmarachne formicaria</i> (DE GEER, 1778)	1	1	-	-	-	0,2
<i>Phlegra fasciata</i> (HAHN, 1826)	6	1	x	-	-	0,7
<i>Talavera aequipes</i> (O. PICKARD-CAMBRIDGE, 1871)	0	10	x	-	-	1,0
<b>Theridiidae</b>						
<i>Enoplognatha thoracica</i> (HAHN, 1833)	1	0	-	-	2	0,1
<i>Enoplognatha ovata</i> (CLERCK, 1757)	0	2	-	-	-	0,2
<i>Episinus truncatus</i> LATREILLE, 1809	1	5	-	-	-	0,6
<i>Euryopsis flavomaculata</i> (C. L. KOCH, 1836)	2	2	(x)	V	-	0,4
<i>Euryopsis quinqueguttata</i> THORELL, 1875	1	3	x	3	3	0,4
<i>Steatoda albomaculata</i> (DE GEER, 1778)	0	1	x	3	G	0,1
<b>Thomisidae</b>						
<i>Cozyptila blackwalli</i> (SIMON, 1875)	2	0	(x)	2	2	0,2
<i>Ozyptila atomaria</i> (PANZER, 1801)	2	7	x	-	-	0,9
<i>Ozyptila claveata</i> (WALCKENAER, 1837)	59	19	x	-	-	7,4
<i>Ozyptila praticola</i> (C. L. KOCH, 1837)	8	2	-	-	-	1,0
<i>Ozyptila simplex</i> (O. PICKARD-CAMBRIDGE, 1862)	1	1	-	-	-	0,2
<i>Xysticus acerbus</i> THORELL, 1872	2	1	x	V	-	0,3
<i>Xysticus audax</i> (SCHRANK, 1803)	0	2	-	-	-	0,2
<i>Xysticus bifasciatus</i> C. L. KOCH, 1837	21	3	x	-	-	2,3
<i>Xysticus cristatus</i> (CLERCK, 1757)	9	2	-	-	-	1,0
<i>Xysticus kempeleni</i> THORELL, 1872	4	0	x	R	3	0,4
<i>Xysticus kochi</i> THORELL, 1872	10	0	(x)	-	-	1,0
<i>Xysticus striatipes</i> L. KOCH, 1870	3	0	-	3	3	0,3
<i>Xysticus robustus</i> (HAHN, 1832)	9	0	-	3	V	0,9
<b>Zodariidae</b>						
<i>Zodarion italicum</i> (CANESTRINI, 1868)	85	43	-	-	-	12,2
<i>Zodarion germanicum</i> (C. L. KOCH, 1837)	12	5	-	3	3	1,6

Tabelle 2. Anteil der Familien am Gesamtfang (Bodenfallen) der Individuen und Arten.

Familie	Anteil in % Individuen	Anteil in % Arten	Familie	Anteil in % Individuen	Anteil in % Arten
Lycosidae	17,2	8	Dictynidae	1,6	1
Thomisidae	15,7	12	Liocranidae	0,8	3
Gnaphosidae	15,1	15	Agelenidae	0,7	5
Zodariidae	13,7	2	Clubionidae	0,4	2
Linyphiidae	10,5	25	Pisauridae	0,4	1
Hahniidae	7,6	3	Phrurolithidae	0,2	2
Salticidae	5,6	8	Araneidae	0,2	2
Atypidae	5,0	2	Mimetidae	0,2	1
Dysderidae	1,7	2	Philodromidae	0,1	1
Theridiidae	1,7	6	Eutichuridae	0,1	1
Amaurobiidae	1,6	1			

Tabelle 3. Anteil der Gilden (nach UETZ et al. 1999) (inklusive Handfänge), wenige Arten mit ca. 5 % der Individuen konnten keiner Gilde zugeordnet werden.

Gilde	Taxa	Arten	in %	Individuen	in %
Bodenjäger, tagaktiv	<i>Lycosidae</i> (o. <i>Aulonia</i> ), <i>Pachygnatha</i> , <i>Zodarion</i>	11	9	276	26
Bodenjäger, nachtaktiv	<i>Clubiona neglecta</i> , <i>Dysderidae</i> , <i>Gnaphosidae</i> , <i>Liocranidae</i>	22	18	172	17
Gebüschjäger, tagaktiv	<i>Micrommata virescens</i>	1	< 1	1	< 1
Gebüschjäger, nachtaktiv	<i>Anyphaena accentuata</i> , <i>Cheiracanthium punctorium</i> , <i>Clubiona terrestris</i>	3	2,5	3	< 1
Lauerjäger, tagaktiv	<i>Philodromidae</i> , <i>Pisaura</i> , <i>Xysticus</i> ,	10	8	71	7
Lauerjäger, nachtaktiv	<i>Ozyptila</i> spp.	5	4	101	9
Pirschjäger	<i>Mimetidae</i> , <i>Salticidae</i>	11	9	61	6
Netzbauer	<i>Agelenidae</i> , <i>Araneidae</i> , <i>Aulonia</i> , <i>Atypus</i> , <i>Dictynidae</i> , <i>Hahniidae</i> , <i>Linyphiidae</i> , <i>Tetragnathidae</i> , <i>Theridiidae</i>	53	42	353	30

Tabelle 4. Habitatpräferenzen der häufigsten Arten am Kaiserberg nach MAURER &amp; HÄNGGI (1990).

Art	Individuen	in %	Habitatpräferenz
<i>Zodarion italicum</i>	128	12	Trockenstandorte
<i>Ozyptila claveata</i>	78	7	Trockenstandorte
<i>Hahnia pusilla</i>	61	6	Wald, Gebüsch
<i>Aulonia albimana</i>	44	4	spezielle thermische Bedürfnisse
<i>Alopecosa trabalis</i>	35	3	Meso-, Xerobrometen, Steppenheiden
<i>Zelotes petrensis</i>	32	3	Trockenstandorte
<i>Atypus piceus</i>	31	3	Trockenstandorte (sonnige Waldränder)
<i>Zelotes erebeus</i>	29	3	Trockenstandorte
<i>Tenuiphantes flavipes</i>	27	3	Wald, Gebüsch, Feuchtwiesen
<i>Euophrys frontalis</i>	24	2	Trocken- und Moorwiesen
<i>Xysticus bifasciatus</i>	24	2	extensive Mesobrometen
<i>Atypus affinis</i>	22	2	Trockenstandorte, Steppen
<i>Zelotes latreillei</i>	22	2	trocken bis feuchte Standorte
<i>Zelotes subterraneus</i>	18	2	Trockenrasen, Heide, Hochstauden

# *Pison koreense* (RADOSZKOWSKI, 1887), eine weitere Adventivart in Deutschland? (Hymenoptera: Crabronidae: Trypoxylonini)

KONRAD SCHMIDT

## Kurzfassung

Über den ersten Fund von *Pison koreense* (RADOSZKOWSKI, 1887) in Europa in einem Garten in Heidelberg wird berichtet. Bestimmungsmerkmale werden aufgeführt. Der faunistische Status der Art – einmalige Einschleppung oder bisher übersehene Adventivart – wird diskutiert.

## Abstract

The presence of *Pison koreense* (RADOSZKOWSKI, 1887) in a garden at Heidelberg is reported. It is the first record of this species in Europe. Characteristics of the species are mentioned. Its faunistic status – unique import or overlooked adventive species – is discussed.

## Autor

Prof. Dr. KONRAD SCHMIDT, Jahnstraße 5, D-69120 Heidelberg

Am 19.06.2017 befand sich in einer Gelbschale in unserem Vorgarten in Heidelberg-Neuenheim eine mir unbekannte Grabwespe. Das kleine schwarze Wespchen ist nur knapp 5 mm lang. Mit dem Schlüssel der Gattungen der Grabwespen Europas in BITSCH & LECLERCQ (1993) konnte ich nicht einmal die Gattungszugehörigkeit feststellen. Wegen der tief ausgerandeten Augen und des schwarzen Körpers tippte ich auf die Tribus Trypoxylonini. Aber die Gattung *Trypoxylon* hat nur eine, die Gattung *Pison*, zumindest bei den in Europa vorkommenden Arten, drei Cubitalzellen (= Submarginalzellen). Bei dem vorliegenden Tier sind aber zwei Cubitalzellen vorhanden! Auffällig sind außerdem die dicht mit feinen, kurzen Härchen bedeckten Augen.

So musste ich bei meinen Bestimmungsversuchen auf BOHART & MENKE (1976) „Sphecids of the world: a generic revision“ zurückgreifen. Hier fand ich, dass es in der Gattung *Pison* auch Arten mit nur zwei Cubitalzellen gibt, da die kleine, mittlere, gestielte Cubitalzelle fehlt. Von den 1976 etwa 150 weltweit beschriebenen *Pison*-Arten stellten BOHART & MENKE (1976) acht in die Untergattung *Krombeiniellum* RICHARDS mit dicht behaarten Augen, während

bei den übrigen *Pison*-Arten die Augen kahl, selten fast kahl sind.

MENKE (1988, zit. n. ANTROPOV 1994) teilt die Gattung *Pison* nicht in Untergattungen, sondern in Arten-Gruppen ein. Danach gehört das vorliegende Tier zur *agile*-Artengruppe der Gattung *Pison* mit zwei Cubitalzellen und dicht behaarten Augen. Diese Artengruppe hat ANTROPOV (1994) revidiert und einen Bestimmungsschlüssel erarbeitet. Das Verbreitungsgebiet der 12 hier eingeordneten Arten reicht von Zentralasien östlich bis Korea und Japan und südlich bis Indien, Sri Lanka, Indonesien und zu den Philippinen. Eine Art, *P. koreense* (RADOSZKOWSKI), wurde nach dem Zweiten Weltkrieg aus Korea oder Japan in die USA eingeschleppt und dort erstmals von KROMBEIN (1958, zit. n. ANTROPOV 1994) entdeckt.

Jetzt ist ein Männchen dieser Art erstmals in Europa in Heidelberg in einem Garten aufgetaucht. Da in Heidelberg von 1945 bis 2015 das amerikanische Hauptquartier für Mitteleuropa stationiert war, sind die Vorfahren dieses *Pison koreense* wohl aus den USA zu uns gelangt. Ein großes ehemaliges Kasernen- und Wohnareal der Amerikaner in Heidelberg-Rohrbach liegt Luftlinie etwa 2,5 km südlich von unserem Garten.

Für seine Larven baut *P. koreense* kleine, zylindrische Lehmtöpfchen: 6-10 x 4-6 mm. Die zerbrechlichen Lehmzellen haben eine Wandstärke von durchschnittlich etwa 0,2 mm (IWATA 1976). Sie werden einzeln oder in Gruppen von bis zu 20, aber stets voneinander getrennt, an geschützten Stellen angeheftet, in Mauerritzen an Lehmwänden und Gebäuden, z.B. unter Dachrinnen, aber nicht an Pflanzen. So ist eine Verschleppung der Nester über weite Strecken bei Materialtransporten leicht möglich.

Als Larvenfutter wurden pro Zelle in Ostasien 5-7 kleine, durch einen Giftstich gelähmte Radnetzspinnen der Gattung *Araneus* eingetragen (ANTROPOV 1994). In den USA dienen 20-31 winzige Spinnchen der Gattung *Dictyna* (Dictynidae, Kräuselspinnen) als Larvennahrung (SHELDON 1968, zit. n. ANTROPOV 1994). Das Ei wird an den

Hinterleib der zuletzt eingetragenen Spinne angeklebt.

Bisher ist *P. koreense* bekannt aus dem ostasiatischen Russland (Primorskiy Krai), Korea, Japan, Ost-China und eingeschleppt und eingebürgert aus den USA (von New York bis Kansas), neuerdings auch aus Kanada (Ontario) (BUCK 2004, zit. n. PULAWSKI 2017).

Zur Determination von *P. koreense* muss die Bestimmungstabelle der Gattungen der Grabwespen Deutschlands in JACOBS (2007) wie folgt ergänzt werden:

Punkt 13 (Seite 25). Vorderflügel mit 2 Submarginalzellen (Abb. 1).....14

vor Punkt 17 (Seite 26) einfügen:

A: Augen am Innenrand tief ausgerandet, ihre Oberflächen dicht mit kurzen Härchen bedeckt (Abb. 2) .. *Pison koreense* (RADOSZKOWSKI, 1887)

B: Augen am Innenrand gerade, die Oberflächen kahl .....17

Weitere Merkmale von *P. koreense*: Fühler am Ende verdickt. Rückseite des Propodeums quergestreift. Der Epimeral-Lobus der Metapleuren bildet ein abstehendes Läppchen unter der Basis des Hinterflügels; er ist rötlich und mit dichter Pubeszenz bedeckt; Tergum 1 matt mit dichter Mikroskulptur, die folgenden Tergite glänzend. Die aufgehellten Endränder der Tergite 1-3 sind schmal und golden schimmernd, auf Tergit 1 des Weibchens unauffällig oder fehlend. Nach ANTROPOV (1994) hat *P. koreense* weitgehend gelbliche Tibien. Bei dem vorliegenden Männchen sind die Tibien 1 rotbraun, Tibia 2 und 3 braunrot, außen dunkler, Basis und Spitze rotbraun. Auch auf den Fotos von *P. koreense* im Internet sind die Tibien anscheinend dunkler als von ANTROPOV (1994) beschrieben (vgl. z.B. [www.raipon.jp/hachi/?p=2207](http://www.raipon.jp/hachi/?p=2207) und andere im Internet gezeigte Fotos von *P. koreense*). Mit einer Kör-

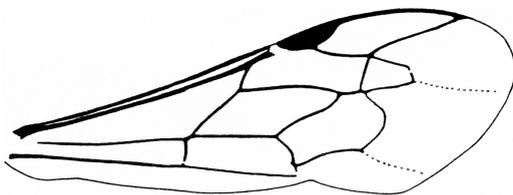


Abbildung 1. *Pison koreense* Vorderflügel.

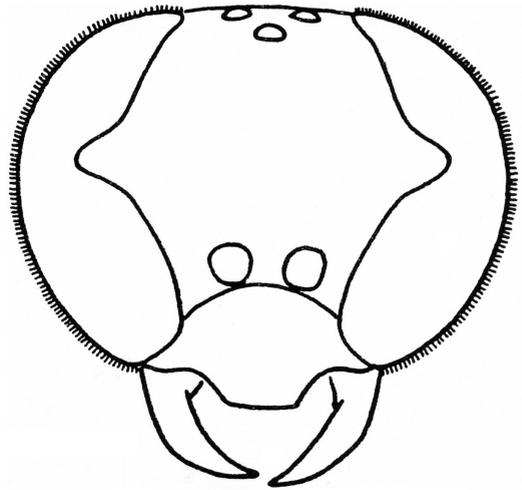


Abbildung 2. *Pison koreense* Kopf von vorne. – Beide Abbildungen aus BOHART & MENKE (1976).

perlänge von etwa 5 mm gehört *P. koreense* zu den kleinsten Arten der Gattung *Pison*, von der bisher weltweit 182 Arten beschrieben wurden (PULAWSKI 2017). Das von mir gefangene Männchen hat eine Körperlänge von 4,8 mm, die Vorderflügelänge beträgt etwa 4 mm.

Ob *P. koreense* nur vorübergehend eingeschleppt oder in Heidelberg schon heimisch geworden ist, können nur weitere Funde beweisen. Das kleine unauffällige, versteckt lebende Wespen wird sicher leicht übersehen und nur erkannt, wenn es einem Hymenopterologen in die Hände fällt. Am ehesten könnte noch die Suche nach den Lehmzellen an Gebäudenischen und Mauern erfolgversprechend sein.

*Pison koreense* ist nach *Isodontia mexicana* (Heimat Mittelamerika; Erstfund in Deutschland 1998) und *Sceliphron curvatum* (Heimat Indien bis Zentralasien; Erstfund in Deutschland 2002) die dritte eingeschleppte Grabwespenart in unserem Garten. Durch den zunehmenden Gütertransport und Reiseverkehr werden immer mehr Tier- und Pflanzenarten, meistens unbeabsichtigt, importiert, und viele können sich hier vermehren und ausbreiten. Manche, wie die drei Grabwespenarten in unserem Garten, gelten als harmlos und stellen eher eine Bereicherung unserer Fauna dar, andere „Invasoren“ sind sehr problematisch und können enorme wirtschaftliche und ökologische Schäden verursachen (NENTWIG 2011).

**Literatur**

- ANTROPOV, A. V. (1994): A review of the *agile* species group of *Pison* (Hymenoptera: Sphecidae: Trypoxylonini). – *Journal of Hymenoptera Research* **3**: 119-132.
- BITSCH, J. & LECLERCQ, J. (1993): Hyménoptères Sphecidae d'Europe occidentale. I. Généralités – Crabroninae. – *Faune de France* **79**: 1-325.
- BOHART, R. M. & MENKE, A. S. (1976): Sphecids wasps of the world. A generic revision. – 695 S.; Berkeley (Univ. Calif. Press).
- IWATA, K. (1976): Evolution of instinct. Comparative ethology of Hymenoptera. – 535 S.; New Delhi (Amerind Publ. Co., Japanische Originalausgabe: 1971).
- JACOBS, H.-J. (2007): Die Grabwespen Deutschlands. Bestimmungsschlüssel. – *Die Tierwelt Deutschlands* **79**: 1-207; Keltern (Goecke & Evers).
- NENTWIG, W. (Hrsg.) (2011): Unheimliche Eroberer. Invasive Pflanzen und Tiere in Europa. – 251 S.; Bern (Haupt).
- SCHMIDT, K. (2015): *Isodontia mexicana* (SAUSSURE, 1867), *Sceliphron curvatum* (F. SMITH, 1870) und *Oryttus concinnus* (ROSSI, 1790) in einem Garten in Heidelberg-Neuenheim (Hymenoptera: Sphecidae, Crabronidae). – *Carolinea* **73**: 131-134.

**Internetquellen**

- PULAWSKI, W. J. (2017): Catalog of Sphecidae sensu lato. – California Academy of Sciences ([www.calacademy.org/scientists/projects/catalog-of-sphécidae](http://www.calacademy.org/scientists/projects/catalog-of-sphécidae)).



# Der See-Elefant „Tristan“ – die Geschichte eines ungewöhnlichen Museumsexponats

ALBRECHT MANEGOLD

## Southern elephant seal „Tristan“ – the story of a remarkable museum's specimen

The present paper provides the story of the famous male Southern elephant seal „Tristan“, which rated among the most popular animals of the Wilhelma Zoological and Botanical Garden, Stuttgart, and which dramatic end in 1970 caught broad public interest in the media. „Tristan“ was turned into a very naturalistic mounted specimen by museum taxidermist HORST KÖHLER, which is still on display at the Natural History Museum Karlsruhe, though damages on its skin now become more and more obvious.

### Autor

Dr. ALBRECHT MANEGOLD, Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe, Erbprinzenstraße 13, D-76133 Karlsruhe; E-Mail: albrecht.manegold@smnk.de

Zu vielen Präparaten, die in der Dauerausstellung des Naturkundemuseums Karlsruhe (SMNK) gezeigt werden, gehört eine erzählenswerte Geschichte. Eines der wortwörtlich herausragenden Objekte in der Ausstellung ist die 1970 von Hauptpräparator HORST KÖHLER geschaffene Dermoplastik von „Tristan“, einem männlichen 4 m langen Südlichen See-Elefanten (*Mirounga leonina*), der lange Jahre in der Wilhelma Stuttgart lebte. Die Dermoplastik von „Tristan“ besteht durch die lebensnahe Ausführung in für See-Elefanten charakteristischer, halb aufgerichteter Körperhaltung (Abb. 1). Nur wenige Naturkundemuseen zeigen Dermoplastiken von *M. leonina* in ihren Schausammlungen, z.B. das Naturhistorische Museum in Wien, die Grande Galerie de l'Évolution in Paris oder das Zoologische Forschungsmuseum Alexander Koenig in Bonn. Im Musée Zoologique de la Ville de Strasbourg ist ein recht eigenwilliges Präparat eines See-Elefanten ausgestellt, während die Dermoplastiken von See-Elefanten im Museum Schloss Friedensstein Gotha oder im Naturhistorischen Museum der Burggemeinde Bern präparatorische Maßstäbe setzen, an die das Karlsruher Exemplar – vom schlechten Erhaltungszustand abgesehen – durchaus heran reicht.

„Tristan“ war für mehr als ein Jahrzehnt eine Hauptattraktion und „Liebling Nummer 1“ der Wil-

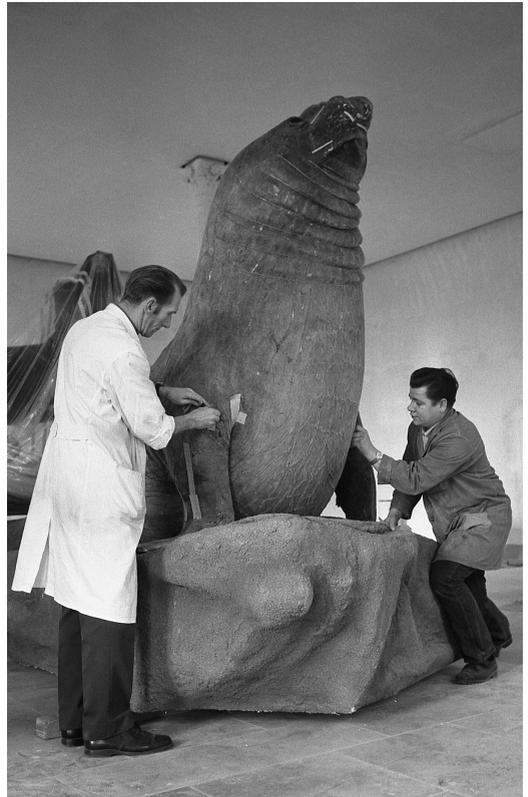


Abbildung 1. Anfang 1972 sind Hauptpräparator HORST KÖHLER (links) und Oberamtsgehilfe DIETER ERB mit letzten Feinarbeiten an der Dermoplastik von „Tristan“ beschäftigt. – Foto: Stadtarchiv Karlsruhe 8/BA SCHLESIGER A23/32/1/8.

helma Stuttgart (ANONYMUS 1970a) wie auch ein Wochenschaubeurtrag aus dem Jahr 1967 belegt ([www.gettyimages.de](http://www.gettyimages.de)). Sein Tod am 2.2.1970 wie auch seine anschließende Präparation am Naturkundemuseum Karlsruhe durch HORST KÖHLER fanden ein großes Medienecho. Zum Glück hat sich am SMNK ein Aktenordner erhalten, in dem HELMUT KNIPPER, der damalige Hauptkonservator und Leiter der zoologischen Abteilung, penibel aufgeklebte Zeitungsausschnitte abgeheftet hat,



Abbildung 2. Die Dermoplastik und das montierte Skelett von „Tristan“ waren über viele Jahre im Polarsaal des Naturkundemuseums Karlsruhe ausgestellt. – Foto: (SMNK) V. GRIENER.

so dass sich „Tristans“ Weg von einer einsamen Insel im Südatlantik in die Wilhelma Stuttgart und von dort an das Naturkundemuseum Karlsruhe anhand dieser Artikel nachzeichnen lässt.

### Vom Südatlantik an den Neckar

Südliche See-Elefanten sind die größten und schwergewichtigsten Vertreter der Robbenartigen und waren wie die eng verwandten Nördlichen See-Elefanten (*M. angustirostris*) bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts wegen übermäßiger Bejagung im Bestand stark rückläufig (WACE & HOLDGATE 1976, LAWS 1994). Noch bis 1967 wurden auf der Insel Südgeorgien Südliche See-Elefanten im Schatten des kommerziellen Walfangs zwecks Ölgewinnung abgeschlachtet. Nach der Unterschutzstellung haben sich die Bestände im Südlichen Ozean wieder erholt, und neben Südgeorgien werden wieder weitere, weit auseinanderliegende Inseln und entlegene Kü-

stentstreifen für die Jungenaufzucht und für die Dauer des Haarwechsels genutzt, z.B. die Macquarie-Insel, Inseln des Kerguelen-Archipels, die Falklandinseln und die Halbinsel Valdés in Argentinien (STEWART 2014: 171). Wie sein Name bereits vermuten lässt, wurde „Tristan“ auf Tristan da Cunha gefangen, einer Insel im Südatlantik, die ca. 2.800 km südwestlich vor der Südspitze Afrikas liegt. Dass „Tristan“ von dieser Insel stammt, ist besonders bemerkenswert, denn die dortige See-Elefanten-Kolonie erlosch bereits in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts (WACE & HOLDGATE 1976). Seitdem wird diese Insel nur noch gelegentlich von umherstreifenden See-Elefanten aufgesucht (WACE & HOLDGATE 1976, HOFMEYR 2015).

Als „Tristan“ am 24.5.1958 in der Wilhelma ankam, war er zwischen drei und fünf Jahre alt. Knapp ein Jahr zuvor war hier ein etwa gleichaltriges Weibchen derselben Art von der Marion-

Insel eingetroffen (NEUGEBAUER 1967; HOLTKÖTTER 2016 in litt.), und auch dieses Tier wurde nach seinem Herkunftsort benannt. „Tristan“ und „Marion“ zählten zu den ersten Importen von See-Elefanten nach Deutschland nach dem 2. Weltkrieg. Im Zeitraum von 1956 bis 1959 trafen nicht nur in der Wilhelma See-Elefanten ein, sondern auch im Tierpark Hellabrunn in München, im Zoo Duisburg sowie in den Zoos von Frankfurt/Main und Köln ([www.zootierliste.de](http://www.zootierliste.de)). „Tristan“ und „Marion“ zeugten „Isolde“, die 1965 geboren wurde und als weltweit erste Zucht dieser Art in Gefangenschaft gilt (NEUGEBAUER 1967), auch wenn sie nicht älter als 18 Monate wurde (PEDERSEN & WENDT 1979: 405).

„Tristan“ verblutete an Bissverletzungen, die ihm im selben Becken gehaltene Artgenossen zugefügt hatten (ANONYMUS 1970b, c). Zum Zeitpunkt seines Todes war „Tristan“ 4 m lang, wog 2,5 t und galt als ältester Südlicher See-Elefant in Gefangenschaft (ANONYMUS 1970c). Tatsächlich sollen Südliche See-Elefanten in freier Wildbahn selten älter als 14 Jahre werden (STEWART 2014: 171). „Tristans“ Artgenosse „Charly“, gleichzeitig der letzte See-Elefant der Wilhelma, wurde allerdings 23 Jahre alt, bevor er 1996 eingeschläfert werden musste (SCHÄFER 2015).

### Von der Wilhelma Stuttgart an die Landes-sammlungen für Naturkunde Karlsruhe

Nachdem Hauptkonservator HELMUT KNIPPER vom Tod des See-Elefanten erfuhr, benötigte er einem Zeitungsartikel zufolge eine halbe Stunde Bedenkzeit, in der er sich dafür entschied, alle Hebel in Bewegung zu setzen, um „Tristan“ nach Karlsruhe zu holen (ANONYMUS 1970d). Allein die Bergung des gewaltigen Tieres aus dem Robbenbecken der Wilhelma nahm vier Stunden in Anspruch (ANONYMUS 1970e), acht weitere Stunden waren nötig, um die 400 kg schwere Haut vom Körper abzuziehen (ANONYMUS 1970a).

Die aufwendige Präparation der Dermoplastik durch HORST KÖHLER mit Unterstützung von Präparator PETER GUST und Oberamtsgehilfe DIETER ERB nahm neun Monate in Anspruch (KNIPPER 1970b, 1971) und war immer wieder Gegenstand von Zeitungsberichten und Nachrichtenbeiträgen im Fernsehen (KNIPPER in litt. 1970). „Tristan“ wurde 1972 als „spektakulärer Mittelpunkt“ der ersten Sonderausstellung nach dem Wiederaufbau des Museumsgebäudes angekündigt (ANONYMUS 1972) (Abb. 1). Es war von Anfang an beabsichtigt, „Tristan“ als Schaupräparat im Südostpavillon des Naturkundemuseums zusammen mit

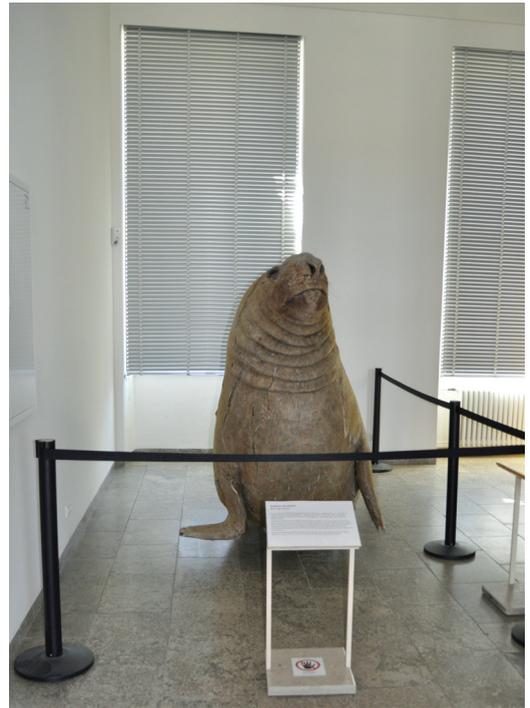


Abbildung 3. Seit 2016 wird die Dermoplastik von „Tristan“ im Ausstellungssaal „RotaryNaturräume“ gezeigt, wo er sich trotz offensichtlicher Schäden großer Beliebtheit erfreut. – Foto: A. MANEGOLD.

anderen Meerestieren auszustellen (ANONYMUS 1970c, KNIPPER 1973: 8). Dieser Ausstellungsraum wurde Anfang der 1990er Jahre zum „Polarsaal“ umgestaltet und war nicht zuletzt wegen der Dermoplastik des See-Elefanten, die hier zusammen mit dem montierten Skelett von „Tristan“ gezeigt wurde (Abb. 2), bei Museumsbesuchern besonders beliebt (BRAUN 2000). (Ein Foto von „Tristans“ Skelett illustriert übrigens die englischsprachige Wikipedia-Seite zu *Mirounga leonina*). Seitdem aber 2014 die Ausstellung im „Polarsaal“ aufgelöst wurde, fehlt „Tristan“ ein angemessener Platz in der Schausammlung. Auch dieses Problem ist nicht neu, denn bereits Mitte der 1970er Jahre wurde im Zuge veränderter Ausstellungskonzepte ernsthaft überlegt, die Dermoplastik des See-Elefanten zum Verkauf anzubieten, wie ein Schriftwechsel mit der Firma A. SCHLÜTER KG vom April 1976 belegt. Da sich das Stück aber als unverkäuflich erwies, wurden diese Pläne nicht weiter verfolgt.

### Heutiger Zustand der Dermoplastik von „Tristan“ und mögliche Maßnahmen zur Restaurierung

Von Anfang an wurde der Gerbungsprozess als entscheidende Phase angesehen, der das weitere Schicksal des Präparates bestimmen sollte, denn es war bekannt, dass bei ungenügender Entfettung die Haut nicht dauerhaft konserviert werden würde (ANONYMUS 1970e). Bedauerlicherweise traten erste Risse schon wenige Jahre nach der Fertigstellung des Präparates auf (ANGST 1976, 2016 in litt.). Begünstigt durch unzureichende klimatische Bedingungen in den Ausstellungsräumen (KNIPPER 1970a) nahmen die Schäden im Laufe der Zeit zu, so dass die Kaschierung klaffender Risse mit breiten Fellstreifen, die wahrscheinlich von einer Mähnenrobbe (*Otaria byronia*) oder einem Kalifornischen Seelöwen (*Zalophus californianus*) stammten, notwendig wurde. Diese Arbeiten wurden noch von HORST KÖHLER durchgeführt (ANGST 2016 in litt.). Spätestens nach dem Auszug der Dermoplastik aus dem Polarsaal und mit ihrer Neuaufstellung im Kassettensaal traten neue Risse auf, die den Blick auf den unterliegenden weißlichen Gipskörper frei geben (Abb. 3). Um weitere Schäden zu vermeiden, wäre eine Unterbringung des Präparates im Depot geboten, doch platzt dieses wie „Tristan“ aus allen Nähten.

Die Restaurierung des See-Elefanten ist nach dem aktuellen Gutachten eines erfahrenen Präparators durchaus möglich. Ähnliche Restaurierungsmaßnahmen wurden z.B. erfolgreich bei der Restaurierung des Quaggas (*Equus quagga quagga*) am Senckenberg Naturmuseum in Frankfurt/Main durchgeführt. Die Haut dieses Tieres wurde mit vergleichbaren Methoden gerbt und auf einen Gipskörper aufgezogen wie es mit der Haut von „Tristan“ der Fall war. Auch wies das Quagga erhebliche Risse auf, nachdem es über Jahrzehnte Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsschwankungen ausgesetzt gewesen war (BECKER 2001). Diese Schäden wurden unter Verwendung reversibler Materialien behoben, wobei Fehlstellen mit farblich abgestimmtem und an die Oberflächenstruktur des Originalfelles angepasstem Spezialwachs kaschiert wurden. Auf die Verwendung von Fellstreifen anderer Arten zur Ausbesserung wurde in diesem Fall bewusst verzichtet (BECKER 2001).

Nach erfolgter Restaurierung müsste „Tristan“ unbedingt unter möglichst konstanten Klimabedingungen untergebracht werden, um erneute Schäden zu vermeiden. Aktuell sind solche Be-

dingungen in den Ausstellungs- und Depoträumen leider nicht gegeben. Eine teilklimatisierte Vitrine könnte den notwendigen Schutz für ein restauriertes Präparat gewährleisten, sobald dafür ein geeigneter Standort in der Schau-sammlung gefunden wäre. Bis dahin kann es noch ein weiter Weg sein, aber es zeichnet sich zumindest ab, dass die nächste Etappe von „Tristan“ der Umzug in ein neues Depot sein könnte, wo ausreichend Platz und geeignete Klimabedingungen gegeben sind, so dass dann mit der Restaurierung begonnen werden könnte.

### Dank

Für vielfältige Hinweise über See-Elefanten in der Wilhelma und in Schaumuseen danke ich R. ANGST (Karlsruhe), M. HOLTKÖTTER (Wilhelma Stuttgart) und M. TROXLER (Naturhistorisches Museum Burggemeinde Bern).

### Literatur

- ANONYMUS (1970a): Esslinger gerbt Tristans Fell – Der beliebte und bekannte See-Elefant der Wilhelma wird Museumsstück. – Esslinger Zeitung **102**(46), 25.2.1970.
- ANONYMUS (1970b): Die Wilhelma trauert um ihren Star Tristan – Er war übermenschliches Unikum – Die beliebte Symbolfigur, der See-Elefanten-Opa ist gestorben – Mit 17 Jahren der älteste in Europa. – Can-statter Zeitung **148**(28), 4.2.1970.
- ANONYMUS (1970c): Wilhelmas Lieblingskind nach Karlsruhe – der wuchtige See-Elefant wird präpariert/ Später ins Naturkundemuseum. – Badische Neueste Nachrichten **25**(32): 7, 9.2.1970.
- ANONYMUS (1970d): Die KNITZ-Reportage – Guter alter Tristan im Netzhemd. – Stuttgarter Nachrichten **68**(29), 21.3.1970.
- ANONYMUS (1970e): Wilhelmas Lieblingskind nach Karlsruhe – Der wuchtige See-Elefant wird präpariert / Später ins Naturkundemuseum. – Badische Neueste Nachrichten **25**(35): 17, 12.2.1970.
- ANONYMUS (1972): Vergangenheit und Gegenwart werden attraktiv dargestellt. Landessammlungen für Naturkunde Ende 1973 fertig ausgebaut. – Badische Neueste Nachrichten **27**(300/1): 18, 23.12.1972.
- BECKER, U. (2001): Die Geschichte des Frankfurter Quaggas mit besonderer Berücksichtigung der letzten Restaurierung. – Natur und Museum **131**(12): 440-447.
- BRAUN, M. (2000): Die Schausammlungen im Naturkundemuseum Karlsruhe. – Carolinea **58**: 25-32.
- HOFMEYR, G. J. G. (2015): *Mirounga leonina*. – The IUCN Red List of Threatened Species 2015: eT13583 A45227247. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T13583A45227247.en>.

- LAWSON, R. M. (1994): History and present status of Southern elephant seal populations, S. 49-65. – In: LE BOEUF, B. J. & LAWSON, R. M. (Hrsg.), Elephant seals – population ecology, behavior, and physiology. – 49-65; University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London.
- KNIPPER, H. (1970a): Die Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe in den Jahren 1965-1969 – Die Zoologische Abteilung. – Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland **29**: 4-6.
- KNIPPER, H. (1970b): Tätigkeitsbericht der zoologischen Abteilung für 1969/1970. [unveröffentlichtes Typoskript].
- KNIPPER, H. (1971): Tätigkeitsbericht der zool[ogischen] Ab[teilun]g für VII.1970-VI.1971. [unveröffentlichtes Typoskript].
- KNIPPER, H. (1973): Die Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe in den Jahren 1970-1972 – Die Zoologische Abteilung. – Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland **32**: 8-10.
- NEUGEBAUER, W. (1967): Breeding the Southern elephant seal *Mirounga leonina* at Stuttgart Zoo. – International Zoological Yearbook **7**: 152-154.
- PEDERSEN, A. & WENDT, H. (1979): Familie Hundseesäugetiere, S. 395-416. – In: ALTEVOGT, R., ANGERMANN, R., DATHE, H., GRZIMEK, B., HERTER, K. MÜLLER-USING, D., RAHM, U. & THENIUS, E. (Hrsg.), Grzimeks Tierleben. – Band 12. Säugetiere 3; Deutscher Taschenbuch Verlag, München.
- SCHÄFER, T. (2015): Legendäre Wilhelma-Tiere – Erinnerungen an Vilja, Charly oder Buschi. – Stuttgarter Zeitung, 11.08.2015. [www.stuttgarter-zeitung.de](http://www.stuttgarter-zeitung.de). Zuletzt abgerufen am 25.03.2016.
- STEWART, B. S. (2014): Phocidae (Earless Seals). – In: WILSON, D. E. & MITTERMEIER, R. A. (Hrsg.), Handbook of the Mammals of the World. Vol. 4. Sea Mammals. – 120-171; Lynx Edicions, Barcelona.
- WACE, N. M. & HOLDGATE, M. (1976): Man and nature in the Tristan da Cunha Islands. – International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Morges, Switzerland.

#### Internetquellen

- [en.wikipedia.org/wiki/Southern\\_elephant\\_seal](http://en.wikipedia.org/wiki/Southern_elephant_seal) – lexikalischer Eintrag zum Südlichen See-Elefanten *Mirounga leonina*, u.a. mit einem Foto des montierten Skelettes von „Tristan“, wie es in der Schausammlung des SMNK gezeigt wurde, Stand 20.07.2017
- [www.gettyimages.de](http://www.gettyimages.de) – Filmaufnahmen von See-Elefant „Tristan“ in der Wilhelma Stuttgart vom 29.08.1967. Clipnummer: 450731004, Onyx Media, Llc – Footage, Stand 20.07.2017
- [www.zootierliste.de](http://www.zootierliste.de) – Internetseite mit Informationen über aktuelle und ehemalige Tierbestände europäischer Zoos und sonstiger öffentlicher Tierhaltungen, Stand 20.07.2017



# Naturschutzgebiet „Ziegelhule“ – ein neues Naturschutzgebiet im Regierungsbezirk Karlsruhe

SILKE SCHWEITZER, STEFAN LAZIK & PETER ZIMMERMANN

## Kurzfassung

2017 konnte das Regierungspräsidium Karlsruhe ein neues Naturschutzgebiet (NSG) im Regierungsbezirk ausweisen. Das Naturschutzgebiet „Ziegelhule“ liegt am Rande des Trinkwaldes, nördlich der Kernstadt der großen Kreisstadt Mühlacker und südlich des Ortsteils Lienzingen im Enzkreis.

Es beinhaltet das Gelände des gleichnamigen stillgelegten Erdzwischenlagers, schutzwürdiges, umgebendes Grünland und das Naturdenkmal Trinkweiher auf rund 11 ha.

Nach Aufgabe des Erdzwischenlagers entwickelte sich eine Vielfalt verschiedener Biotoptypen und Lebensräume. Die anthropogen geprägten Flächen zeichnen sich heute durch Rohböden, Ruderalvegetation trockener und frisch-feuchter Standorte, durch meterhohe Losswande und kleinere und größere Tümpel aus. Diese unterschiedlichen Biotoptypen bieten Lebensräume für bedrohte und streng geschützte Tierarten wie die Zauneidechse (*Lacerta agilis*), die Gelbbauchunke (*Bombina variegata*), den Springfrosch (*Rana dalmatina*) und den Deutschen Sandlaufkäfer (*Cylindera germanica*). Darüber hinaus leben zahlreiche gefährdete Insektenarten im Gebiet.

Die Schutzwürdigkeit wird auch durch das flächenhafte Naturdenkmal, die bereits bestehenden § 30 BNatSchG und § 33 NatSchG Biotope, die Feldhecken und Feldgehölze sowie die umgebenden Wiesen und Gräben im Gebiet, verdeutlicht. Die außergewöhnlich hohe Vielfalt an seltenen Tier- und Pflanzenarten auf einer solch kleinen Fläche soll durch die Unterschutzstellung bewahrt und entwickelt werden.

## Abstract

In 2017, the Regierungspräsidium Karlsruhe was able to declare a new nature conservation area (NSG) in the government district. The nature reserve „Ziegelhule“ is located on the edge of the „Trinkwald“, north of the large district town of Mühlacker and south of Lienzingen in the district of Enzkreis.

It includes the terrain of the former earth deposit „Ziegelhule“, surrounding grassland and the natural monument Trinkweiher on approximately 11 ha.

After the abandonment of the earth deposit, a variety of different habitats developed. The anthropogenic embossed area is characterized by raw soil, ruderal vegetation of dry and fresh-humid sites, by loess walls and smaller and larger water bodies. These different biotypes provide habitats for endangered and strictly pro-

tected animal species such as the sand lizard (*Lacerta agilis*), the yellow-bellied toad (*Bombina variegata*), the agile frog (*Rana dalmatina*) and the german tiger beetle (*Cylindera germanica*). In addition, many endangered insect species live in the area, too.

The importance of protection is also illustrated by the extensive natural monument, the already existing § 30 BNatSchG and § 33 NatSchG biotopes, the field hedges and field shrubs as well as the surrounding meadows and ditches in the area. The exceptionally high variety of rare animal and plant species on such a small area is totally worth to be protected.

## Autoren

Dr. SILKE SCHWEITZER, Regierungspräsidium Karlsruhe, Ref. 56 – Naturschutz und Landschaftspflege, D-76247 Karlsruhe, Tel.: +49 721/926-62 50;

E-Mail: silke.schweitzer@rpk.bwl.de

STEFAN LAZIK, Regierungspräsidium Karlsruhe, Ref. 55 – Naturschutz, Recht, D-76247 Karlsruhe, Tel.: +49 721/926-43 58; E-Mail: stefan.lazik@rpk.bwl.de

PETER ZIMMERMANN, Regierungspräsidium Karlsruhe, Ref. 56 – Naturschutz und Landschaftspflege, D-76247 Karlsruhe, Tel.: +49 721/926-43 76;

E-Mail: peter.zimmermann@rpk.bwl.de

## 1 Gebietsbeschreibung

### 1.1 Lage, Geologie, Pedologie, Hydrologie, Klima

Das Naturschutzgebiet (NSG) „Ziegelhule“ liegt rund einen Kilometer nördlich von Mühlacker. Es befindet sich auf dem Gelände des gleichnamigen stillgelegten Erdzwischenlagers und umfasst Nass- sowie Glatthaferwiesen und das Naturdenkmal Trinkweiher (Abb. 1). Das von unterschiedlichem Relief geprägte Gebiet liegt auf einer Höhe von ca. 260 m über Normalnull, westlich der L 1134 (Mühlacker – Lienzingen). Das NSG „Ziegelhule“ ist Teil des Naturraums „Neckar- und Tauber-Gauplatten“ (Nr. 12) im Bereich „Neckarbecken“ (Nr. 123) und gehört zum „Stromberg und Heuchelberg“.

Das Naturschutzgebiet liegt im Gipskeuper-Hügelland. Der Boden des Erdzwischenlagers besteht aus Parabraunerde, aus Löss und Lösslehm. Richtung Norden vor Beginn des Waldes

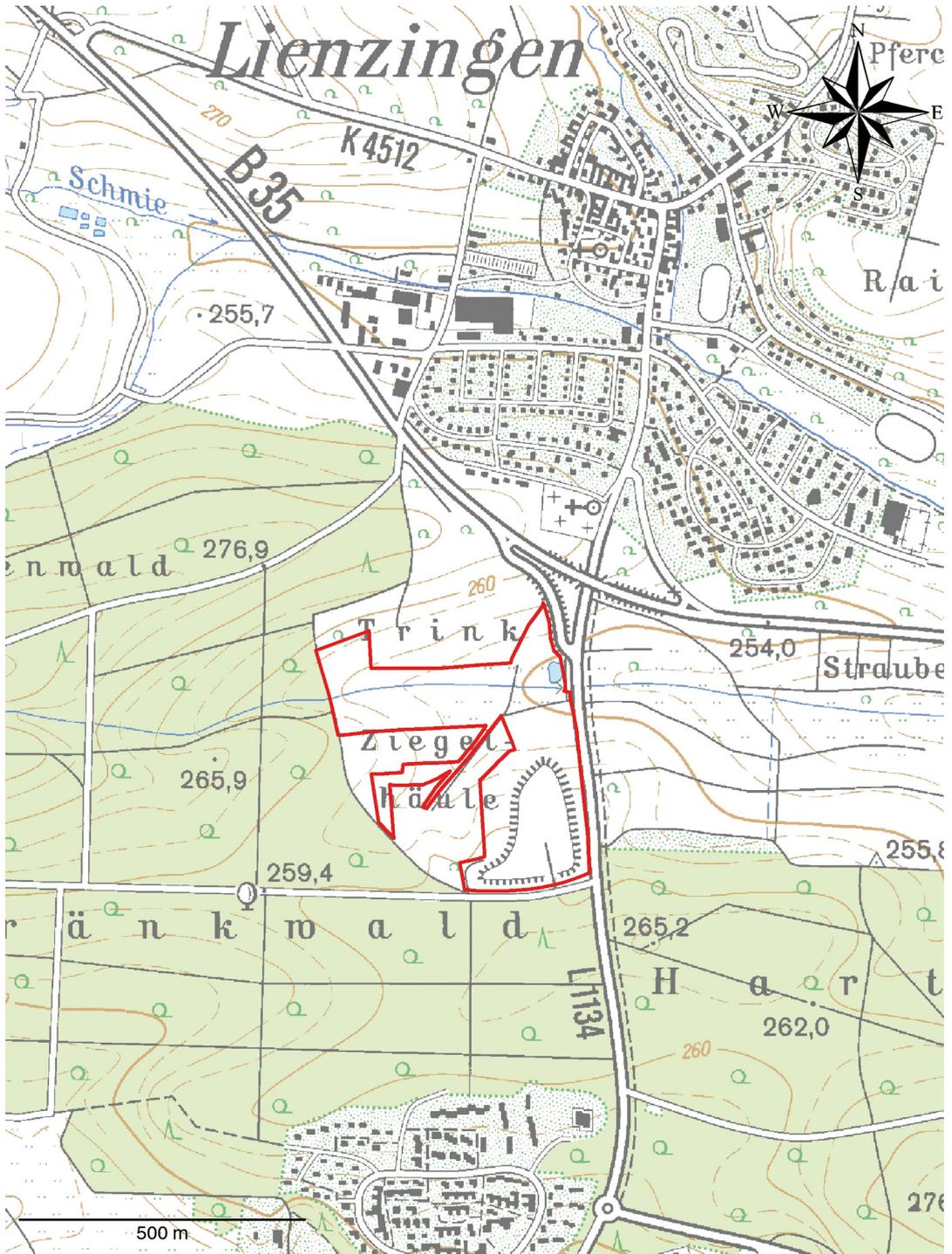


Abbildung 1. Lage und Abgrenzung des NSG Ziegelhule. – Kartographie: J. Heck.

ändert sich der Bodentyp, und man findet hier Pelosole aus Flieserden.

Aufgrund des hohen Lossanteils im Boden, der sicherwasserstauend wirkt, ist das Gebiet in den Senken großflächig frisch bis feucht und stellenweise nass. An den Hängen oder Hügeln, bei denen das Regenwasser aufgrund des Gefälles ablaufen kann, entwickeln sich trockene Standorte. Das Gebiet gehört zur hydrologischen Einheit „Gipskeuper und Unterkeuper“. Die mittlere jährliche Niederschlagsmenge liegt bei 700 mm pro Jahr. Die mittlere jährliche Lufttemperatur beträgt 8-9 °C.

Die Potentielle Natürliche Vegetation (PNV, REIDL et al. 2013), also die Vegetation, welche sich nach ausbleibender Nutzung des Menschen einstellen würde, wäre im Gebiet ein Eichen-Eschen-Hainbuchen-Feuchtwald mit flussbegleitenden Auwäldern. Diese PNV würde sich in den feuchten Arealen des Erdzwischenlagers und auf den Nasswiesen ausbilden. Umliegend und Richtung Wald würde sich ein Waldmeister-Buchenwald im Übergang zu Waldgersten-Buchenwald und kleinflächig zum Waldlabkraut-Hainbuchenwald entwickeln.

### 1.2 Abgrenzung, Größe und Schutzstatus

Die Gesamtfläche des Naturschutzgebietes beträgt rund 11 ha. Im Norden grenzt es an Felder und Wiesen des Ortsteils Lienzingen. Im Osten schließt es direkt an die Landesstraße (L 1134) an. Im Süden trifft es auf die ausgedehnten Waldflächen des Trinkwaldes. Im Westen bilden teilweise Felder und Wiesen des Ortsteils Lienzingen, aber auch die ausgedehnten Waldflächen des Trinkwaldes den Grenzverlauf.

Im Nordosten des Naturschutzgebietes liegt der als Naturdenkmal ausgewiesene Trinkweiher, der mit seinen seltenen Wasserpflanzen und zahlreichen Weiden besonders schützenswert ist. Des Weiteren gibt es im Naturschutzgebiet nach § 30 BNatSchG / § 33 NatSchG gesetzlich geschützte Biotope.

Die Hecken, bestehend aus fast ausschließlich 3-6 m hohen Sal-Weiden im Norden des Gebietes, welche an die Straße grenzen, sind als Biotop „Hecke südöstlich Ziegelhule“ geschützt. Ein weiteres Biotop ist der „Verlandungsbereich am Trinkweiher“, bestehend aus einem stehenden Binnengewässer, Röhrichtbeständen, Riede sowie Feldhecken und Feldgehölz. Besonders schützenswert ist dieses Biotop durch das reiche Amphibienvorkommen u.a. mit dem streng geschützten Springfrosch (*Rana dalmatina*). Auch

die „Nasswiesen im Gewann Trink“ sind als Biotop geschützt. Hier treten Rohrichtbestande und Groseggenriede sowie seggen- und binsenreiche Nasswiesen auf.

Der Regionalplan Nordschwarzwald weist den Bereich des Naturschutzgebietes als „Regionalen Grünzug“ aus.

### 1.3 Historische und aktuelle Nutzung

Auf dem „Topografischen Atlas des Königreichs Württemberg“ aus dem Jahre 1845 ist zu erkennen, dass die Hauptnutzungsform im und in der Umgebung des Naturschutzgebietes im 19. Jahrhundert aus Grünland bestand. Die Grenzen des umliegenden Trinkwaldes haben sich bis heute kaum verändert.

Im Jahr 1983 wurde sowohl eine naturschutzrechtliche Genehmigung als auch die bergbaurechtliche Genehmigung des Bergamts zur „Errichtung von Keupermergel-Zwischenhalden (einschließlich Materialabtrag)“ erteilt. Die Zwischenhalde diente als Rohstofflager für die Ziegelherstellung im Verarbeitungsbetrieb Muhleacker. Einlagerungsmaterial war Erdaushub, der beim Bau der DB-Schnellbahntrasse anfiel.

Im Jahr 1997 wurde ein Antrag auf „Abbau von Tonvorkommen“ im Bereich Ziegelhule gestellt. Der Abbau wurde jedoch aus betriebswirtschaftlichen Gründen nicht durchgeführt.

Im Jahr 2011 wurde der Betrieb des Zwischenlagers weitgehend eingestellt. Der Abtransport des nutzbaren Materials des Erdzwischenlagers war beendet.

Seit dieser Inanspruchnahme als Erdzwischenlager fand keine Nutzung mehr statt. Das Gelände konnte sich frei von menschlichem Einfluss zu einem artenreichen Sekundarbiotop entwickeln. Die umliegenden Grünlandflächen werden auch heute noch landwirtschaftlich genutzt.

## 2 Schutzwürdigkeit

### 2.1 Biotope, Flora und Vegetation

Das Naturschutzgebiet weist 20 verschiedene Hauptbiotoptypen und insgesamt 26 kartierte Biotoptypen (vgl. GÖG 2014, Tab. 1) auf. Sechs dieser Biotoptypen werden in der Roten Liste Deutschlands geführt. Einige sind sogar „stark gefährdet“.

Insgesamt konnten rund 170 Gefäßpflanzenarten im Gebiet nachgewiesen werden (GÖG 2014), davon vier gefährdete Arten bzw. Arten der Vorwarnliste (BREUNIG & DEMUTH 1999, Bundesamt für Naturschutz 1996).

Tabelle 1. Biotoptypen im NSG „Ziegelhule“. Erläuterungen: Rote Liste: BW = Baden-Württemberg; D = Deutschland; 0 = verschwunden oder vernichtet; 1 = vom Verschwinden oder von der Vernichtung bedroht; 2 = stark gefährdet; 3 = gefährdet; G = gefährdet, Gefährdungsgrad unklar; p = potenziell gefährdet; V = Vorwarnliste; R = extrem selten; \* = nicht gefährdet; d = Daten ungenügend; \* = ungefährdet; x = keine Einstufung

LUBW-Nr.	Biotoptyp	Rote Liste	
		BW	D
<b>Stillgewässer</b>			
13.20	Tümpel	*	2-3
13.81	Offene Wasserfläche eines naturnahen Teichs	3	*
<b>Steilwände und anthropogene Gesteins- und Erdhalde</b>			
21.20	Steilwand aus Lockergestein	2	1
21.41	Anthropogene Gesteinshalde	*	*
<b>Wiesen und Weiden</b>			
33.21	Nasswiese basenreicher Standorte der Tieflagen	2	1-2
33.41	Fettwiese mittlerer Standorte	V	1
<b>Tauch- und Schwimmblattvegetation, Röhrichte, Seggen</b>			
34.22	Vegetation des Teichbodens	3	*
34.51	Ufer-Schilfröhricht	V	2-3
34.59	Sonstiges Röhricht	*	2-3
<b>Saum- und Ruderalvegetationen, Dominanzbestände etc.</b>			
35.32	Goldruten-Bestand	*	*
35.62	Ausdauernde Ruderalvegetation trockenwarmer Standorte	V	*
35.63	Ausdauernde Ruderalvegetation frischer bis feuchter Standorte	V	*
35.64	Grasreiche ausdauernde Ruderalvegetation	*	*
<b>Acker</b>			
37.11	Acker mit fragmentarischer Unkrautvegetation	*	3
<b>Gehölze und Bäume</b>			
41.20	Feldhecke mittlerer Standorte	*	2
<b>Wald</b>			
58.10	Sukzessionswald aus Laubbäumen	*	*
58.20	Sukzessionswald aus Laub- und Nadelbäumen	*	*
<b>Siedlung</b>			
60.10	Von Bauwerken bestandene Fläche	x	*
60.21	Versiegelte Straße oder Platz	x	*
60.23	Weg mit wassergebundener Decke	*	*

Rund die Hälfte des Schutzgebiets besteht aus Grünlandflächen und wenigen Ackerflächen. Ein Großteil der restlichen Fläche des Gebiets wird von verschiedenen Ausprägungen der Ruderalvegetation (im Bereich des Erdzwischenlagers) eingenommen, die außerdem mit Dominanzbestanden durchsetzt ist. Auf verdichteten Be-

reichen der Abbausohle – vor allem am Süd- und Nordrand des Gebiets – kommen temporäre wie auch ausdauernde Kleingewässer vor. Umgeben ist das Gebiet vor allem von linear aufgebauten Feldhecken. Vor allem im Süden kommen auch flächige Gehölzbestände in Form von jungen Sukzessionswaldern vor.



Abbildung 2. Blick auf die Wasserflächen im Naturschutzgebiet „Ziegelhule“. – Foto: NATUR-Bildarchiv Hafner.

Im Erdzwischenlager kommen fünf größere und rund zehn kleinere, 10-20 Zentimeter tiefe Tümpel vor (Abb. 2). Aufgrund der geringen Tiefe trocknen insbesondere die kleineren Gewässer im Sommer zeitweilig aus. Weitere Kleinstgewasser finden sich zudem im Bereich der tiefer gelegenen Geländeabschnitte im Norden und Süden des Gebiets. Ein im Norden der Grube gelegener Tümpel weist eine nur kleine offene Wasserfläche auf; angrenzend kommen jedoch ein ebenfalls im Wasser stehendes Schilfröhricht und ein meist außerhalb des Gewasserbereichs bestehendes Ried der Gewöhnlichen Sumpfbinsen (*Eleocharis palustris*) vor. Ein Tümpel im Südwesten wird kleinräumig von einem Rohrkolbenrohricht (*Typha latifolia*) gesäumt. Die Gewässer dienen als Fortpflanzungsstätten für Amphibien und Libellen.

Der etwa ein Viertel Hektar große Weiher im Südosten ist bis zu 80 Zentimeter tief. Er ist weitgehend vegetationsfrei, nur im östlichen Uferbereich kommt kleinflächig Rohrkolbenrohricht vor. Es weist noch keinen deutlich erkennbaren Verlandungsprozess auf und ist auch ansonsten strukturarm. Etwas klei-

ner (0,12 ha) ist der im Nordosten des Gebiets gelegene Trinkweiher. Er besitzt sowohl offene Wasserflächen als auch Verlandungsbereiche eines naturnahen Weihers. Rund 85 % der Wasserfläche werden von einer Tauch- und Schwimmpflanzendecke der Gelben Teichrose (*Nuphar lutea*) bedeckt. Im Uferbereich kommen abschnittsweise Hochstaudenfluren, Groseggenriede, Röhrichte und Feuchtgebusche vor.

Die Gewässer dienen mit den unmittelbar angrenzenden Grabenabschnitten und Verlandungsbereichen als Fortpflanzungsbiotop für Brutvögel, Libellen und Amphibien.

Die im östlichen Randbereich des Erdzwischenlagers anstehenden Steilwände (Abb. 3) sind 2 bzw. 3 Meter hoch, darunter erstreckt sich eine bis 3 Meter hohe Halde mit Feinmaterial. Die Wand selbst ist weitgehend vegetationsfrei, die Halde ist lückig vor allem mit Huflattich (*Tussilago farfara*) bewachsen. Die Steilwand dient einer Vielzahl von Stechimmen (Wildbienen, Hummeln, Grabwespen, Wegwespen, Lehmwespen, Bienenwolf) und Laufkäferarten als Fortpflanzungsbiotop.



Abbildung 3. Steilwand im Naturschutzgebiet „Ziegelhule“. – Foto: NATUR-Bildarchiv Hafner.

Die beiden Teilflächen der anthropogenen Steinalde liegen im Süden des Gebiets im Bereich der Zufahrt zum Grubengelande. Die Aufschutungen bestehen nicht aus natürlichem Gestein, sondern umfassen unterschiedlich große Bruchstücke der etwa 2 x 2 Meter großen Betonplatten, mit denen die Zufahrt befestigt war. Die Halden sind mit einer lückigen Ruderalflur bewachsen. Die Ausprägung ist artenarm, mäßig strukturreich und wird derzeit als Reptilienlebensraum genutzt. Mit der Färber-Hundskamille (*Anthemis tinctoria*) kommt eine landesweit gefährdete Art vor. Die Halde wird in den Randbereichen vor allem von Reptilien und Amphibien besiedelt.

Die Schlammvegetation befindet sich im Wechselwasserbereich der beiden im Südwesten liegenden Tümpel und ist vegetationsarm. Es kommen mehrere Grasarten, darunter die gewöhnliche Hühnerhirse (*Echinochloa crus-galli*) und mehrere Binsen (*Juncus articulatus*, *J. effusus*) vor.

Der einzige in der Grube vorkommende Schilfrohrichtbestand befindet sich im Verlandungsbereich des am weitesten nördlich gelegenen

Tümpels. Der Bestand setzt sich – wie für den Biotoptyp charakteristisch – nahezu ausschließlich aus Schilf (*Phragmites australis*) zusammen, nur randlich kommen weitere Röhrichtarten wie z.B. der Ufer-Wolfstrapp (*Lycopus europaeus*) vor. Westlich des beschriebenen Schilfrohrichts schließt ein von der gewöhnlichen Sumpfbinsse (*Eleocharis palustris*) gebildetes Ried an. Stellenweise kommen Groß- und Kleinseggen sowie Süßgräser vor.

Im gesamten Grubengelande konnten insgesamt sechs weitgehend von Kanadischer Goldrute und Riesen-Goldrute (*Solidago canadensis*, *S. gigantea*) gebildete Dominanzbestände abgegrenzt werden. Der Deckungsanteil der beiden Arten beträgt über 80 %. Die Vegetation ist daher artenarm. Goldrutenbestande finden sich im Gebiet besonders ausgeprägt auf jungen Aufschutungen und Böschungen. Ein im Nordwesten gelegener Bestand weist zudem einen vergleichsweise hohen Anteil des einjährigen Feinstrahls (*Erigeron annuus*) auf. Neben den beiden Goldrutenarten gehört dieser zu den vorherrschenden Neophytenarten im Grubengelande.



Abbildung 4. Die Gewöhnliche Eberwurz oder Golddistel (*Carlina vulgaris*). – Foto: NATUR-Bildarchiv Hafner.

Zwei in der zentralen westlichen Gebietshalfte des Erdzwischenlagers gelegene Flächen gehören zur Ruderalvegetation trockenwarmer Standorte. Die Bestände sind recht lückig und mäßig artenreich. Typische Arten sind unter anderem Färber-Resede (*Reseda luteola*), Färber-Hundskamille (*Anthemis tinctoria*), Wilde Möhre (*Daucus carota*), Huflattich (*Tussilago farfara*), Weißer Steinklee (*Melilotus alba*), Gewöhnliches Bitterkraut (*Picris hieracioides*) und Gewöhnliche Eberwurz (*Carlina vulgaris*, Abb. 4).

Neophyten sind nur in geringem Umfang an der Bestandsbildung beteiligt. Ruderalfluren frischer bis feuchter Standorte besiedeln große Flächenanteile in der Grube und prägen vor allem in der südlichen Gebietshalfte den Gesamtaspekt. Der Deckungsgrad liegt bei mindestens 50 %, der Neophytenanteil ist gering. Grasreiche Ruderalfluren sind vor allem im Norden und in den östlichen Randbereichen des Grubengelandes großflächig vertreten. Die Bestände sind meist vergleichsweise dicht, der Neophytenanteil kann mehr als 50 % betragen. Die vorherrschende Grasart ist meist das Land-Reitgras (*Calamagrostis epigejos*), weitere am Bestandsaufbau beteiligte Arten sind unter anderem Wilde Möhre (*Daucus carota*), Gewöhnliches Bitterkraut (*Picris hieracioides*) und Gewöhnliche Eberwurz (*Carlina vulgaris*).

An das ehemalige Erdzwischenlager schließen sich im Norden und Westen verschiedene Wiesentypen an. Die artenarmen bis mäßig artenreichen Fettwiesen mittlerer Standorte nehmen mit etwa einem Drittel einen vergleichsweise hohen Flächenanteil ein. Kennzeichnende

Pflanzenarten sind Wiesenkerbel (*Anthriscus sylvestris*), Glatthafer (*Arrhenatherum elatius*), Wiesen-Schaumkraut (*Cardamine pratensis*), Wiesen-Pippau (*Crepis biennis*), Weißes Wiesenlabkraut (*Galium album*), Wolliges Honiggras (*Holcus lanatus*), Scharfer Hahnenfuß (*Ranunculus acris*) sowie Einzelvorkommen der Wiesensilge (*Silaum silaus*) nordwestlich des Trinkweiers. Diese Wiesen werden zweimal im Jahr gemadt und dienen ebenso wie die Nasswiesen als wichtiger Sommerlebensraum für die Amphibien. Daneben werden sie von zahlreichen Heuschrecken, Schmetterlingen, Wildbienen und Vögeln als wichtigen Nahrungslebensraum aufgesucht. Die zwei Wiesenstreifen vom Trinkweier und vom Erdzwischenlager zum Trinkwald wurden als wichtiger Wanderkorridor zwischen Laichgewässer, Sommerlebensraum und Winterquartier in das Schutzgebiet integriert.

Nasswiesen basenreicher Standorte liegen vor allem im Norden und Nordwesten des Gebiets in der Senke des kleinen Talabschnitts entlang eines periodisch wasserführenden grabenartigen Wiesenbachs, der im Trinkwald westlich des Gebiets entspringt. Charakteristische Arten sind Sumpf-Segge (*Carex acutiformis*), Kamm-Segge (*Carex disticha*), Flatter-Binse (*Juncus effusus*), Kohldistel (*Cirsium oleraceum*), Sumpf-Hornklee (*Lotus uliginosus*), Sumpf-Vergissmeinnicht (*Myosotis scorpioides*), Blut-Weiderich (*Lythrum salicaria*) und Großer Wiesenknopf (*Sanguisorba officinalis*). Diese extrem nassen Teile des Grünlands sind essentielle Habitate für Heuschreckenarten und Käfer.

Nur kleinflächig werden die Grünlandflächen im Schutzgebiet von wenigen Äckern unterbrochen. Meist handelt es sich um Ackerflächen mit fragmentarischer Wildkrautvegetation. Die Ackerbegleitflora besteht beispielsweise aus Rauhaarigem Fuchsschwanz (*Amaranthus retroflexus*), Gewöhnlicher Hühnerhirse (*Echinochloa crusgalli*), Persischem Ehrenpreis (*Veronica persica*), Gewöhnlichem Vogelknoterich (*Polygonum aviculare*) und Geruchloser Kamille (*Tripleurospermum perforatum*).

Am West-, Nord- und Ostrand des Erdzwischenlagers sowie nördlich und im direkten Umfeld des Trinkweiers befinden sich Gebüsche, Feldhecken und Feldgehölze (Schlehen-Liguster-Gebüsch mittlerer Standorte, Grauweiden-Feuchtgebusch). Die Bestände setzen sich aus Hainbuche (*Carpinus betulus*), Gewöhnlicher Esche (*Fraxinus excelsior*), Feld-Ahorn (*Acer campestre*), Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*),



Abbildung 5. Das Blässhuhn (*Fulica atra*) findet man als Brutvogel im NSG „Ziegelhule“. – Foto: NATUR-Bildarchiv Hafner.



Abbildung 6. Zwei Blindschleichen (*Anguis fragilis*) beim Kommentkampf. – Foto: NATUR-Bildarchiv Hafner.

Sal-Weide (*Salix caprea*), Hänge-Birke (*Betula pendula*), Schlehe (*Prunus spinosa*), Gewöhnlicher Hasel (*Corylus avellana*), Vogel-Kirsche (*Prunus avium*), Zitter-Pappel (*Populus tremula*) und Weißdorn (*Crataegus spec.*) zusammen.

Auf einer etwa 0,3 Hektar großen, bis etwa 3 Meter hohen Aufschüttung im Südwesten des Grubengelandes stockt ein lichter, 15-20 Jahre alter und bis 8 Meter hoher Sukzessionswald aus Laubbäumen. Dieser setzt sich vor allem aus Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*), Gewöhnlicher Esche (*Fraxinus excelsior*), Hänge-Birke (*Betula pendula*), Feld-Ahorn (*Acer campestre*), Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) und Sal-Weide (*Salix caprea*) zusammen. Lediglich vereinzelt kommt die Wald-Kiefer (*Pinus sylvestris*) vor. Im Norden des Erdzwischenlagers umgibt ein junger, zum Teil dichter Bestand aus unterschiedlichen Weidenarten den dort gelegenen Tümpel. Auf Aufschüttungen im südlichen Randbereich des Erdzwischenlagers findet sich ein sehr junger Gehölzbestand, der von Sal-Weide (*Salix caprea*) und Wald-Kiefer (*Pinus sylvestris*) dominiert wird.

## 2.2 Fauna

In dem relativ kleinen Naturschutzgebiet wurden insgesamt 30 Vogelarten nachgewiesen, davon 17 Brutvogelarten (GÖG 2014). Naturschutzfachlich bedeutsame Brutvogelarten sind Goldammer (*Emberiza citrinella*), Heckenbraunelle (*Prunella modularis*), Star (*Sturnus vulgaris*), Teichhuhn (*Gallinula chloropus*) und Zilpzalp (*Phylloscopus collypyta*). Naturschutzfachlich bedeutsame Nahrungsgäste sind Grünspecht

(*Picus viridis*), Mittelspecht (*Dendrocopos medius*), Mäusebussard (*Buteo buteo*) und Schwarzspecht (*Dryocopus martius*). Aufgrund des erstaunlich hohen Insektenreichtums konnten im Gebiet die Mehlschwalbe (*Delichon urbicum*) und die Rauchschwalbe (*Hirundo rustica*) als Nahrungsgäste beobachtet werden. Beide Arten sind in der Roten Liste Baden-Württembergs (BAUER et al. 2016) als „gefährdet“ eingestuft. Als Durchzügler konnten Sperber (*Accipiter nisus*), Weißstorch (*Ciconia ciconia*), Bluthanfing (*Carduelis cannabina*) und Schwarzmilan (*Milvus migrans*) beobachtet werden. Die große Anzahl an Brut- und Nahrungsgasten spiegelt die Vielfalt der einzelnen Lebensräume auf kleinem Raum wieder. So ist z.B. das aufgrund seines anhaltenden Rückganges in der aktuellen Roten Liste Baden-Württembergs (BAUER et al. 2016) als „gefährdet“ eingestufte Teichhuhn (*Gallinula chloropus*) auf die im Gebiet vorkommenden ungestörten Wasserflächen als Brut- und Nahrungshabitat angewiesen. Auch das etwas häufigere Blässhuhn (*Fulica atra*, Abb. 5) findet man hier. Alle Vogelarten sind nach Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) besonderes geschützt.

Im Naturschutzgebiet sind drei Reptilienarten verbreitet (GÖG 2014; ZIMMERMANN 2012/2013). Neben der Blindschleiche (*Anguis fragilis*, Abb. 6) und der Ringelnatter (*Natrix natrix*) kommt im Gebiet auch die streng geschützte Zauneidechse (*Lacerta agilis*) vor. Die Blindschleiche nutzt vor allem die Sukzessionswalden und die anthropogenen Gesteinshalden als Lebensraum. Die Ringelnatter frequentiert die Stillgewässer zum Nahrungserwerb und die Gehölzbestände als



Abbildung 7. Die Gelbbauchunke (*Bombina variegata*) besticht durch ihre auffällige Bauchzeichnung. – Foto: P. ZIMMERMANN.



Abbildung 8. Die Gelbbauchunke (*Bombina variegata*) bevorzugt vegetationsfreie Kleingewässer. – Foto: P. ZIMMERMANN.

Versteck. Vor allem die juvenilen Zauneidechsen findet man an der sonnenbeschienenen Steilwand des Erdzwischenlagers beim Sonnenbad und Nahrungserwerb. Die adulten Tiere jagen bevorzugt in der lichtereren Ruderalvegetation und nutzen den Fuß der Steilwand mit Lockergestein zur Eiablage. Aber auch die trockenen Wiesen im Norden des Gebiets werden zum Beuteerwerb aufgesucht.

Insgesamt kommen acht Amphibienarten im Gebiet vor (GÖG 2014; ZIMMERMANN 2012/2013). Neben den auf der baden-württembergischen Vorwarnliste aufgeführten Arten Erdkröte (*Bufo bufo*) und Grasfrosch (*Rana temporaria*), leben auch die streng geschützten Lurche Springfrosch (*Rana dalmatina*), Gelbbauchunke (*Bombina variegata*, Abb 7) und Kammmolch (*Triturus cristatus*) im Naturschutzgebiet.

Der Springfrosch gilt nach der Roten Liste Baden-Württembergs als „gefährdet“ (LAUFER 1999) und wird im Anhang IV der FFH-Richtlinie geführt (LUBW 2010b). Er ist eine thermophile Art mit Hauptverbreitung im südlichen bzw. südöstlichen Europa. Innerhalb Deutschlands liegt der Verbreitungsschwerpunkt in Süddeutschland. In Baden-Württemberg kommt der Springfrosch lediglich in den wärmebegünstigten Regionen der Oberrheinebene, des Kraichgaus bis ins Neckarbecken sowie im westlichen Bodenseegebiet vor. Der Springfrosch nutzt nur das größere Stillgewässer mit Ufervegetation im Südwesten des Gebiets und den Trinkweiher im Nordosten als Fortpflanzungsstutte.

Absolut einzigartig im Gebiet ist das Vorkommen der Gelbbauchunke (*Bombina variegata*) mit groem Bestand. Zur Reproduktion sucht diese

Art vor allem die voll besonnten, vegetationsfreien oder -armen, temporären, flachen Gewässer im Bereich des Erdzwischenlagers (Abb. 8) und entlang der Gräben auf. Diese temporären Kleinstgewasser zeichnen sich dadurch aus, dass sie sich schnell und stark erwärmen sowie arm an Konkurrenten und Prädatoren sind. Die Laichgewässer müssen relativ engräumig mit geeigneten Feucht- und Trockenlebensräumen verzahnt sein, d.h. staufeuchte Böden und geeignete Landlebensräume wie Offenland in Waldnähe oder Hochstaudenfluren müssen ebenso vorhanden und erreichbar sein wie ein dynamischer Zustand im Lebensraum, welcher Rohbodenstandorte neu entstehen lässt und eine aufkommende Verbuschung verhindert. All dies findet die Art im NSG „Ziegelhule“. Ursprüngliche Lebensräume der Gelbbauchunke in Deutschland fanden sich in natürlichen Bach- und Flusssauen. Dort wurden im Zuge der Auendynamik entstandene temporäre Gewässer zur Reproduktion genutzt. Ursprüngliche Laichgewässer der Art sind auch Quell- und Felstumpel, Bachkolke und Wildtiersuhlen. Während Gelbbauchunken z.B. in der Schweiz oder in Frankreich auch heutzutage noch vereinzelt in Primarhabitaten (naturnahen voralpinen Flüssen und Auenlandschaften) nachgewiesen werden, ist die Art in Deutschland heute fast vollständig in Sekundarhabitaten zurückgedrängt worden. Bei diesen Sekundarhabitaten handelt es sich sehr häufig um Abbaugruben, militärische Ausbildungsplätze oder Viehweiden, in denen die essentielle natürliche Dynamik durch menschliche Tätigkeiten oder Weidetiere aufrechterhalten wird. Die Gelbbauchunke wird zwischenzeitlich in der nationalen Roten Liste



Abbildung 9. Der bundesweit gefährdete Südliche Blaupfeil (*Orthetrum brunneum*) findet sich an den Gewässern des NSG. – Foto: P. ZIMMERMANN.



Abbildung 10. Die besonders geschützte Blauflügelige Ödlandschrecke (*Oedipoda caerulescens*) nutzt im Gebiet Rohböden mit ausdauernder Ruderalvegetation trockenwarmer Standorte. – Foto: P. ZIMMERMANN.

Deutschlands in der Kategorie 2 als „stark gefährdet“ gelistet (LAUFER 1999). Während sie als ausgestorben in Sachsen und Sachsen-Anhalt gilt, ist sie gleich in drei Bundesländern „vom Aussterben bedroht“. Großflächig hat sich seit Anfang des vorigen Jahrhunderts ihr ehemals geschlossenes Areal am Nordrand mehr und mehr in kleine isolierte Restpopulationen aufgelöst. Während Arealeinbußen bundesweit zu verzeichnen sind, werden diese an den Arealrändern besonders deutlich. Die Ursachen für die rapiden Bestandsrückgänge sind bei der Gelbbauchunke gut bekannt. Im Wesentlichen ist der entscheidende Faktor der großflächige Verlust an geeigneten Laichgewässern durch Austrocknung, Verfüllung, Verlandung oder Beschattung in Folge einer veränderten Landnutzung. Eine Aufgabe des Abbaus in Abgrabungsflächen und die anschließende Verfüllung haben vielfach zum Verlust ihrer Lebensräume geführt. Unter den Schwanzlurchen ist der streng geschützte und stark gefährdete Kammolch (*Triturus cristatus*) bemerkenswert.

In der Ziegelhülle wurden 16 Libellenarten gefunden (GÖG 2014, ZIMMERMANN 2012/2013). Alle Arten sind nach Bundesnaturschutzgesetz besonders geschützt. Zwei davon werden in der Roten Liste geführt: Die Südliche Binsenjungfer (*Lestes barbarus*) ist in den Roten Listen sowohl bundes- als auch landesweit als „stark gefährdet“ eingestuft (HUNGER & SCHIEL 2006). Die äußerst seltene Art wird in Baden-Württemberg zudem im Artenschutzprogramm des Landes aufgeführt. Diese zierliche Kleinlibelle erreicht eine Flügelspannweite von 4,5 bis 5 Zentime-

tern. Der Körper ist dunkel metallisch-braun. Als artspezifisch besonderes Erkennungszeichen gelten die zweifarbigen, außen weißlichen und innen braunen Flügelmale. Die Tiere leben an stehenden Gewässern mit viel Vegetation und sumpfigen, stark verwachsenen Kleingewässern, die vor allem von Binsen dominiert sind. Die Südliche Binsenjungfer fliegt von Juni bis September und gilt in Mitteleuropa, wo sie als sporadische Wanderart vorkommt, als stark gefährdet. Schwerpunktmäßig ist sie in Südeuropa verbreitet (STERNBERG & BUCHWALD 1999).

Der Südliche Blaupfeil (*Orthetrum brunneum*, Abb. 9) ist bundesweit als „gefährdet“ eingestuft. Er ist als mediterrane Art vor allem in Süddeutschland anzutreffen. Der Südliche Blaupfeil ist ein Pionierbesiedler von temporären, sommerwarmen Flachgewässern. Diese sind häufig recht vegetationsarm und kiesig bis sandig. Besiedelt werden Kiesgrubengewässer, Gräben, Bäche, Schlenken und Quellbereiche. In der Ziegelhülle werden die kleinen vegetationsarmen Teiche als Eiablageplätze bevorzugt.

Von den 68 in Baden-Württemberg und 40 im Enzkreis nachgewiesenen Heuschreckenarten kommen 19 Arten in der Ziegelhülle vor (GÖG 2014, ZIMMERMANN 2012/2013, ZIMMERMANN et al. 2013), davon fünf Arten der Roten Liste. Besonders hervorzuheben ist das Vorkommen der Blauflügeligen Ödlandschrecke (*Oedipoda caerulescens*, Abb. 10). Sie ist in der Roten Liste Baden-Württembergs als „gefährdet“ eingestuft (DETZEL 1998), ebenso wie im Naturraum „Kraichgau / Neckarbecken“. Nach dem BNatSchG ist die Art besonders geschützt. Ihre größten Vor-



Abbildung 11. Der Große Feuerfalter (*Lycaena dispar*). – Foto: P. ZIMMERMANN.



Abbildung 12. Den Berg-Sandlaufkäfer (*Cicindela silvicola*) findet man in den trockenen Bereichen des Erdzwischenlagers. – Foto: P. ZIMMERMANN.

kommen liegen entlang der Rheinebene. Sie bevorzugt warme, offene und karge Biotope wie z.B. Kies- und Sandgruben. Im Gebiet nutzt sie Rohböden mit ausdauernder Ruderalvegetation trockenwarmer Standorte.

Die Sumpfschrecke (*Stethophyma grossum*) ist in Baden-Württemberg „stark gefährdet“. Als Lebensraum bevorzugt sie feuchte Grünlandstandorte, wie Seggenriede und vor allem Nasswiesen. Durch Trockenlegung und Intensivierung von Feuchtlebensräumen ist die ehemals verbreitete Art heute sehr selten geworden. Auffällig sind die Laute der Sumpfschrecke: Sie zirpt nicht, sondern erzeugt Laute, die wie ein Knipsen klingen. Eine weitere gefährdete Art ist die Feldgrille (*Gryllus campestris*). Diese früher häufig auftretende Heuschrecke steht mittlerweile landesweit auf der Vorwarnliste.

Von den zahlreichen Arten der Schmetterlinge sind für das Gebiet drei besonders erwähnenswert: Aus der Gruppe der Blutstropfchen wurde das Hufeisenklee-Widderchen (*Zygaena transalpina*) festgestellt (TREIBER 2012). Es ist nach BNatSchG besonders geschützt und steht in Baden-Württemberg und im Naturraum als „gefährdet“ auf der Roten Liste (EBERT et al. 2005). In Deutschland steht die Art auf der Vorwarnliste (Bundesamt für Naturschutz 2009).

Besonders bedeutsam ist der Große Feuerfalter (*Lycaena dispar*, Abb. 11). Er wird bundes-, landesweit sowie für den Naturraum als „gefährdet“ eingestuft. Unter der FFH-Richtlinie wird er im Anhang II und IV geführt. Seinen baden-württembergischen Verbreitungsschwerpunkt besitzt der Große Feuerfalter in der Oberrheinebene,

zeigt aber eine Ausbreitungstendenz in Richtung Kraichgau und Neckarbecken. Es werden Brachestadien sowie feuchte Wiesen, Gräben und Wegränder besiedelt. Als Nahrung für die Raupen sind Ampferarten wichtig, diese kommen im Gebiet vor. Trotz relativ hoher Anpassungsfähigkeit ist der Große Feuerfalter durch Lebensraumverlust bestehenden Grünlands, insbesondere durch Düngung und häufige Mahd in Baden-Württemberg gefährdet. Als Anhang II-Art der FFH-Richtlinie müssen für seinen Erhalt Schutzgebiete ausgewiesen werden. Im Gebiet findet die Art vor allem entlang der Gräben geeignete Raupenfutterpflanzen.

Eine weitere wertgebende Art ist die Spanische Flagge (*Callimorpha quadripunctaria*). Sie zählt zu den tag- und dammerungsaktiven Nachtfaltern. Zur wichtigsten Nahrungspflanze der Falter zählt der Wasserdost (*Eupatorium cannabinum*), welcher in dem Erdzwischenlager wächst. Die Spanische Flagge ist im Anhang II der FFH-Richtlinie als prioritäre Art geführt, also eine Art, für deren Erhalt die europäischen Länder eine „besondere Verantwortung“ tragen, da sie entweder stark bedroht oder in ihrer weltweiten Verbreitung auf Europa beschränkt ist.

Im Gebiet konnten insgesamt 73 Laufkäferarten nachgewiesen werden (GÖG 2014, KÖBERLE 2013). Davon gilt eine Art als vom Aussterben bedroht und vier Arten sind als stark gefährdet bzw. gefährdet eingestuft (TRAUTNER 2006). Der vom Aussterben bedrohte und streng geschützte Deutsche Sandlaufkäfer (*Cylindera germanica*) trat bislang nur sporadisch im Naturschutzgebiet auf und konnte bei der im Jahr 2014 durchge-

fürten Kartierung nicht erfasst werden. Der rund 7-11 Millimeter große Deutsche Sandlaufkäfer zählt zu den kleinsten heimischen Sandlaufkäfern. Sein Körper ist von schlanker Gestalt. Die Deckflügel sind meist mattgrün, gelegentlich blaugrün bis kupfern glänzend oder schwarz. Die flugfähigen Käfer treten von Mai bis September auf, bewegen sich im Gegensatz zu anderen Sandlaufkäfern aber vorwiegend laufend fort. Die Fortpflanzung findet im Sommer und Frühherbst statt. Die Überwinterung erfolgt meist als Larve, manchmal auch als Imago. Die Eier legen die Käferweibchen in kleine Bodenlöcher ab. Jede Larve gräbt sich eine eigene Wohnröhre, in der sie ihrer Beute, vor allem Ameisen, auflauert. Nach zwei Jahren verpuppen sich die Larven und verlassen im folgenden Frühjahr als Käfer ihr Versteck im Boden. Da der Deutsche Sandlaufkäfer offene Störstellen auf wechselfeuchten bis -trockenen, lehmig-schluffigen und kalkhaltigen Böden benötigt, tritt er nur in der Pionierphase von Lehmgruben auf. In der Ziegelhülle besiedelte er sonnenbeschienene, vegetationsarme Steilwände und deren nahezu unbewachsenen Böschungsfuß.

Der stark gefährdete Walzenförmige Schnellläufer (*Harpalus subcylindricus*) ist eine wärmeliebende Käferart, die trockene Lebensräume wie Magerrasen auf Sand, Löss oder Muschelkalk besiedelt. Im Gebiet wurde er, ebenso wie die zwei gefährdeten Laufkäferarten Berg-Sandlaufkäfer (*Cicindela silvicola*, Abb. 12) und Zweifarbigiger Haarschnellläufer (*Ophonus rupicola*), die ähnliche Ansprüche haben, nur im trockenen Bereich des Erdzwischenlagers erfasst.

Nur der ebenfalls gefährdete Dunkle Buntschnellläufer (*Acupalpus exiguus*) lebt auf nassem, lehmigem Untergrund mit dichter Pflanzendecke am Gewässerufer der Erdzwischenlager-Stillgewässer.

Unter den 71 Stechimmen-Arten wurden 48 Wildbienen-, 12 Grabwespen, acht Faltenwespen-, zwei Wegwespen- sowie eine Goldwespenart nachgewiesen (GÖG 2014). Fünf Wildbienenarten gelten in Baden-Württemberg als gefährdet. Fünf weitere sowie eine Grabwespenart werden in der Vorwarnliste geführt (WESTRICH 1989). Herausragend ist die hohe Anzahl an Wildbienenarten. Besonders erwähnenswert sind die fünf gefährdeten Arten, die allesamt trockene, warme, krautreiche Habitate mit Ruderalvegetation bevorzugen. Sandbienen (Gattung *Nomada*) wie die Gelbbraunfühler-Sandbiene (*Andrena fulvicornis*) und die Wespenbiene (*Nomada di-*

*stinguenda*) sind typische Einzelgänger, sogenannte Solitärbienen. Ein Weibchen gräbt einzeln eine Niströhre mit unterschiedlich vielen Nistkammern, trägt Pollen ein, legt ein Ei dazu und verschließt die Nistkammer und anschließend den Nistgang an der Erdoberfläche. Sie zählen zu den vielen im Boden nistenden Bienenarten (> 50 % der 500 in Deutschland lebenden Wildbienenarten) und sind daher sehr empfindlich gegen zu hohe Trittbelastung. Die Weißfleckige Wollbiene (*Anthidium punctatum*) polstert ihr Erdnest mit den weichen, wolligen Haaren von Pflanzen aus. So schabt sie beispielsweise die Pflanzenhaare von Königskerzen ab und verarbeitet sie zusammen mit Speichel zu einem Brutzellen-Gebilde, das an einen Wattedausch erinnert. Einige Wildbienen verwenden zum Nisten ausschließlich abgebrochene oder abgeschnittene, markhaltige, dürre Zweige bzw. Stengel von Brombeeren, Himbeeren, Heckenrosen, Königskerzen, Disteln, Kletten oder Beifuß. In das weiche Pflanzenmark nagen sie einen Gang für das Nest. Die Bruchstelle ermöglicht den Bienen den Zugang. Nur die verhältnismäßig große Dreizahn-Stängelbiene (*Osmia tridentata*) ist in der Lage, seitlich ein Loch in die verholzte Stengelwand zu nagen.

Die Filzzahn-Blattschneiderbiene (*Megachile pilidens*) fertigt ihre Brutzellen aus Stücken von Pflanzenblättern, welche mit Speichel zusammengeklebt werden. Zur Nestanlage sucht das Weibchen zuvor nach geeigneten Stellen unter Steinen oder vorhandenen Hohlräumen im Boden. Die Weibchen sind hinsichtlich der Nahrungsquellen nicht spezialisiert und können verschiedene Pflanzenarten wie z. B. Gewöhnlichen Hornklee, Feld-Mannstreu oder Gewöhnlichen Natterkopf als Pollen- und Nektarquelle nutzen. Die Pollen werden mittels einer Bauchbürste transportiert (Bauchsammler).

### 3 Vielfalt, Einzigartigkeit, Repräsentanz

Im relativ kleinflächigen Naturschutzgebiet „Ziegelhülle“ konnten fast 400 Tier- und Pflanzenarten nachgewiesen werden, darunter unter anderem 168 Arten aus der Gruppe der Gefäßpflanzen, 30 Vogel-, drei Reptilien-, acht Amphibien-, 19 Heuschrecken-, 15 Libellen-, 73 Laufkäfer- und 71 Stechimmenarten. Diese und viele andere Arten besiedeln 20 verschiedene Hauptbiotoptypen, von denen sechs auf der Roten Liste stehen, vier Biotoptypen wurden in Baden-Württemberg mit „gefährdet“ oder sogar „stark



Abbildung 13. Flache Kleingewässer als Laichplatz für die Gelbbauchunke. – Foto: NATUR-Bildarchiv Hafner.

gefährdet“ eingestuft. Das Gebiet zeigt für ein Sekundarbiotop mit angrenzenden Wiesen eine reiche Vielfalt an Lebensräumen und Arten auf. Im weiteren Umkreis ist eine derartige Zusammensetzung aus den Biotoptypen, der Flora und der Fauna nicht bekannt. Das Erdzwischenlager selbst ist ein aus Menschenhand entstandenes Sekundarbiotop, welches vielfältige Standortextreme mit trockenen und feuchten Bereichen, sonnigen und schattigen Plätzen sowie Tumpe unterschiedlichster Wassertiefen (Abb. 13) und Nassbereiche mit Schilfrohrriechen aufweist. Auch die umgebenden Grunlandtypen zeigen ein breites Standortspektrum von nass bis trocken. Neben einem viel genutzten Sommerlebensraum sind dies wichtige Wanderkorridore für Arten mit unterschiedlichen Sommer- und Winterquartieren.

Die Einzigartigkeit bezüglich der näheren Umgebung zeichnet sich vor allem durch das bedeutende Vorkommen der Gelbbauchunke aus, die sowohl im Erdzwischenlager als auch in den Gräben ihren Lebensraum hat. Einzigartig ist auch das Vorkommen des vom Aussterben be-

drohten Deutschen Sandlaufkafers und des stark gefährdeten Walzenformigen Schnelllaufers, die beide offene und trockene Ruderalflächen sowie die Steilwände besiedeln.

Das ehemalige Erdzwischenlager repräsentiert somit eine typische arten- und strukturreiche Entnahmestelle nach Nutzungsaufgabe des Menschen mit Rohböden, Ruderalflächen und Abbruchkanten. Diese Lebensräume waren früher in Stromtälern entlang größerer Flüsse weit verbreitet. Durch deren Begradigung und Eindämmung sind alle Pionierarten auf sogenannte Sekundarbiotope wie beispielsweise die Ziegelhule inklusive der sie vernetzenden Wiesenkorridore angewiesen.

#### 4 Schutzbedürftigkeit

Der Bereich des ehemaligen Erdzwischenlagers wurde nach der Nutzungsaufgabe sich selbst überlassen. Eine forstwirtschaftliche oder jagdliche Nutzung erfolgte nicht. Das Gelände ist durch hohe Lehmwalle und das kleinflächig wechselnde Relief für Spaziergänger kaum zu-

**Tabelle 2.** Nutzungen und durch sie verursachte, mögliche Beeinträchtigungen im NSG „Ziegelhule“. Beeintrchtigungsgrad + = mittel, ++ = hoch, +++ = sehr hoch.

Nutzungsart	Beeintrchtigungs-	Grad
	Art	
Landwirtschaftliche Nutzung	Intensive Grünlandnutzung/Beweidung (übermäßige Düngung und mehrmaliger jährl. Schnitt/Beweidung) in der Umgebung	+++
Industrielle Nutzung	Nutzung der Erdzwischenlager als Ablagerungsstätte von Schutt, Erde und Baustoffen	+++
Erholung und Freizeit	Trittbelastung der Flora und Fauna	+
Sonstiges	Zunehmende Vegetationsbedeckung – Reduktion von Pionierstandorten	+++
	Fortschreitende Sukzession – Verbuschung	+++

gänglich. Die Grube selbst ist teilweise durch Rohrlichte, Goldrutenbestande und Brombeergestrupp unzugänglich. Daher konnte sich in der Grube ein eigendynamisches Biotop entwickeln. Das umliegende Grünland wird landwirtschaftlich genutzt. Durch Zunahme der Nutzung undverstarkte Düngung entstehen im Gebiet Beeinträchtigungen (Tab. 2).

### 5 Schutzzweck

Die besondere Schutzwürdigkeit der Landschaft mit ihrem Naturhaushalt sowie die aus verschiedenen Gefährdungen resultierende Schutzbedürftigkeit rechtfertigen die Unterschutzstellung. Schutzzweck und Ziel der Unterschutzstellung des Naturschutzgebietes „Ziegelhule“ sind die Erhaltung, die Sicherung und die Entwicklung:

- der Stillgewässer als Laichplatz für Amphibien, insbesondere für die Arten Kammmolch, Gelbbauchunke und Springfrosch sowie der angrenzenden Grunlandtypen als Wanderstrecken und Sommerlebensraum;
- des Erdzwischenlagers, der Feldgehölze und der angrenzenden Wiesen als Jagdrevier, Nahrungs- und Fortpflanzungsstätte für Vogel-, Reptilien-, Heuschrecken-, Libellen-, Käfer- und Stechimmenarten;
- der Vielfalt an teilweise seltenen und spezialisierten Pflanzen- und Tierarten, insbesondere der an die unterschiedlichen Feuchtgradienten angepassten Arten;
- der in dem Gebiet vorkommenden Lebensräume nach Anhang I der FFH-Richtlinie, insbesondere der Mageren Flachland-Mähwiesen (LRT 6510) sowie der darin lebenden Tiere und Pflanzen sowie der entsprechend Anhang IV der FFH-Richtlinie besonders zu schützenden

Arten, insbesondere Zauneidechse, Kammmolch, Gelbbauchunke und Springfrosch;

- der Vielfalt an Pionierstandorten, wie die Steilwand im westlichen Teil des Erdzwischenlagers, die Rohböden sowie die permanent oder periodisch wasserführenden Stillgewässer und die daran angepassten Arten;
- der Vielfalt an Nass-, Feucht- und trockenen Magerwiesen sowie der Gräben als essentieller Sommerlebensraum und Wanderkorridor für Amphibien;
- der Vielfalt an seltenen und zum Teil gefährdeten Arten, welche an trockene und/oder nährstoffarme lichte Standorte angepasst sind, insbesondere Pflanzenarten der Ruderalfluren, Teichboden und mageren Wiesen.

### 6 Besondere Verbote

Die Gefährdung der vorhandenen Tier- und Pflanzenarten sowie die besondere Empfindlichkeit der Feuchtgebiete und der Ruderalflächen in ihren verschiedenen Ausprägungen erfordern folgende Einschränkungen und/oder Verbote für:

#### Industrielle Nutzung

- Die Fettwiesen werden meist zweimal – selten dreimal – pro Jahr gemahet. Der erste Grünschnitt sollte frühestens nach der ersten Blüte des Glatthaferes erfolgen. Eine Intensivierung der Landwirtschaft sowie eine verstärkte Düngung in den Wiesen des Naturschutzgebietes darf ebenso wie die Ausbringung von Gülle nicht erfolgen. Zum Erhalt der Feuchtwiesen ist eine Grabenlegung oder Drainage verboten. Mit Trockenlegen der Nasswiesen verschwinden schützenswerte Arten wie die Sumpfschrecke.

- Zum Erhalt des geschützten Großen Feuerfalters sind für Wiesenbereiche (1 m beidseitig der Gräben) mit Ampfervorkommen ein Mahdzeitpunkt vor dem 1. Juni und nach dem 1. September einzuhalten. Mehr als zwei Schnitte sollten nicht zulässig sein.
- Der Einsatz von Pestiziden (Fungizide, Herbizide, Insektizide) ist auf den landwirtschaftlich genutzten Wiesen verboten. Dieser würde sich kontraproduktiv auf die Artenzusammensetzung auswirken.
- Die Ablagerung von Erde, Schutt, Baustoffen und selbstverständlich eine vollständige Verfüllung der Grube ist untersagt. Dadurch würden die für die Tierwelt wichtigen Rohböden, Ruderalfluren, Stillgewässer sowie die klein-klimatischen und kleinreliefbetonten Standortbedingungen verloren gehen. Durch Veränderung der Bodengestalt, insbesondere durch Auffüllungen, Abgrabungen oder Bodenversiegelung würden seltene Arten verschüttet und mit den Veränderungen am Profil die Standortbedingungen für die Flora und Fauna vereinheitlicht und verschlechtert werden.

#### **Erholung und Freizeit**

- Das Betreten des ehemaligen Erdzwischenlagers darf nur zu Pflegezwecken (z.B. Mahd, Müllbeseitigung), zu wissenschaftlichen Arbeiten (z.B. Arterfassungen), zu naturpädagogischen Veranstaltungen (z.B. Fuhungen) oder zu Kontrollzwecken erfolgen, um Störungen von Brutvögeln und Beeinträchtigungen von Nist-, Brut- und Laichhabitaten zu vermeiden.
- Die Änderung der Nutzung der Grundstücke entgegen dem Schutzzweck muss untersagt werden, da dies die Tier- und Pflanzenwelt beeinträchtigt und in deren Folge verarmt.

#### **Jagd**

- Futter- und Kirrplatze, Wildacker und andere Wildasungsflachen dürfen nicht innerhalb des Erdzwischenlagers und auf nach § 30 BNatSchG / § 33 NatSchG bzw. FFH-Lebensraumtypen/-Lebensstätten angelegt werden, da durch die düngende Wirkung eines derartigen Futterplatzes die Boden- und Vegetationsstruktur verändert wird und artenarme, stickstoffliebende, konkurrenzstarke Pflanzengesellschaften solche mit geringem Stickstoffbedarf verdrängen oder Rohböden schneller besiedeln. Biotopstrukturen würden damit verfälscht und nachteilig beeinflusst.

Aufgrund der geringen Größe des Schutzgebietes und aufgrund der in den letzten Jahren anderenorts erstellten Jagdeinrichtungen, besteht dafür auch kein Bedarf.

#### **Sonstiges**

- Um die Pionierstandorte (z.B. besonnte Tümpel, Rohböden, Ruderalfluren und Steilwände) zu erhalten, sind umfangreiche Maßnahmen (Entfernung von Gehölzen, Schaffen von neuen Rohböden, Tümpeln) auf jährlich wechselnden Teilflächen erforderlich.

### **7 Pflege, Entwicklung, Information und Naturschutzbildung**

Um den aktuellen Zustand des Schutzgebietes mitsamt seinen teils seltenen, störungsempfindlichen Tier- und Pflanzenarten zu erhalten, sind folgende Erhaltungs-, Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen – die in einem später vom Regierungspräsidium Karlsruhe, Referat 56 (Naturschutz und Landschaftspflege), zu erstellenden Nutzungs-, Pflege- und Entwicklungsplan konkretisiert werden – notwendig:

- Förderung und Neuschaffung von Rohbodenflachen und vegetationsfreien Steilwänden mit ihren kleinräumig differierenden Standortverhältnissen als Nist- und Eiablageplätze für seltene Heuschrecken-, Käfer-, Wildbienen- und Wespenarten;
- Förderung von lückiger Ruderalvegetation trockenwarmer Standorte für seltene Reptilien- und Insektenarten;
- Erhaltung von Stillgewässern mit unterschiedlichsten Wassertiefen, Böschungsneigungen und Expositionen, Röhricht- und Riedflachen als Laich- und Eiablageplätze für bedrohte Amphibien- und Libellenarten;
- Erhaltung und Neuschaffung vegetationsarmer Tümpel als Laich- und Eiablageplätze für bedrohte Pionierarten unter den Amphibien und Libellen;
- Erhaltung der Hecken und Rohrichtbestande für Brutvögel;
- Erhaltung der Wiesen mit unterschiedlichen Feuchtegradienten sowie der Gräben als Lebensraum seltener Laufkäfer-, Stechimmen- und Heuschreckenarten sowie als Sommerlebensraum und Wanderkorridor für Amphibien.

Das Naturschutzgebiet „Ziegelhule“ liegt am Rand einer Landstraße. Die Siedlung Lienzingen sowie auch die Große Kreisstadt Mühlacker

sind nicht weit entfernt. Daher ist das zukünftige Schutzgebiet auf Verständnis und Unterstützung der Bevölkerung angewiesen. Beides kann durch naturpädagogische Führungen und ein Informationsfaltblatt gefördert werden.

#### Literatur

- BAUER, H. G., BOSCHERT, M., FÖRSCHLER M., HÖLZINGER, J., KRAMER, R. & MAHLER U. (2016): Rote Liste und kommentiertes Verzeichnis der Brutvogelarten Baden-Württembergs. – Naturschutz-Praxis, Artenschutz **11**: 239 S.; Karlsruhe.
- BREUNIG, T. & DEMUTH, S. (1999): Rote Liste der Farn- und Samenpflanzen Baden-Württemberg. – Fachdienst Naturschutz – Artenschutz **2**: 246 S.
- Bundesamt für Naturschutz (1996): Rote Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. – 716 S.; Bonn-Bad Godesberg.
- Bundesamt für Naturschutz (2008): Liste der in Deutschland vorkommenden Arten der Anhänge II, IV, V der FFH-Richtlinie. – 8 S.; Bonn-Bad Godesberg.
- Bundesamt für Naturschutz (2009): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. – 386 S.; Bonn-Bad Godesberg.
- DETZEL, P. (1998): Die Heuschrecken Baden-Württembergs. – 580 S.; Stuttgart (Verlag Eugen Ulmer).
- EBERT, G., HOFMANN, A., MEINEKE, J.-U., STEINER, A. & TRUSCH, R. (2005): Rote Liste der Schmetterlinge Baden-Württembergs. – In: EBERT, G. (Herausgeber): Die Schmetterlinge Baden-Württembergs **10**: 110-136; Stuttgart (Verlag Eugen Ulmer).
- HUNGER, H. & SCHIEL, F.-J. (2006): Rote Liste der Libellen Baden-Württembergs. – 13 S.; Freiburg, Sasbach.
- LAUFER, H. (1998): Die Roten Listen der Amphibien und Reptilien Baden-Württembergs (3. Fassung, Stand: 31.10.1998). – Fachdienst Naturschutz, Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg, **73**: 103-133.
- LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (2010a): Naturräume Baden-Württembergs. Naturräume in den Gemeinden Baden-Württembergs – 74 S.; Karlsruhe (Eigenverlag).
- LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (2010b): Im Portrait - die Arten und Lebensraumtypen der FFH-Richtlinie. – 175 S.; Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr Baden-Württemberg; Karlsruhe (Eigenverlag).
- LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (2013): Potentielle Natürliche Vegetation von Baden-Württemberg. – Naturschutz-Spectrum-Themen **100**: 342 S.; Karlsruhe (Eigenverlag).
- REIDL, K., SUCK, R., BUSHART, M., HERTER, W., KOLTZENBURG, M., MICHELS, H.-G. & WOLF, T. (2013): Potentielle Natürliche Vegetation von Baden-Württemberg. – 344 S.; Karlsruhe.
- STERNBERG, K. & BUCHWALD, R. (1999): Die Libellen Baden-Württembergs. – 2 Bände, 712 S.; Stuttgart (Verlag Eugen Ulmer).
- TRAUTNER, J. (2006): Rote Liste und Artenverzeichnis der Laufkäfer Baden-Württembergs. – 31 S.; Karlsruhe.
- WESTRICH, P. (1989): Die Wildbienen Baden-Württembergs. – 2 Bände 972 S.; Stuttgart (Verlag Eugen Ulmer).
- ZIMMERMANN, P., HAFNER, A. & ZIMMERMANN, A. (2013): Die Heuschrecken der Naturschutzgebiete im Enzkreis und Stadtkreis Pforzheim. – Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg, **76**: 41-72.

#### Gutachten

Die hier zitierten Gutachten und Mitteilungen sind hinterlegt beim Regierungspräsidium Karlsruhe, Referat 56 – Naturschutz und Landschaftspflege, Karlsruhe.

- GÖG Gruppe für ökologische Gutachten (2014): Faunistische und floristische Erhebungen zur Naturschutzgebietsplanung „Ziegelhülle“ im Enzkreis. – Bericht im Auftrag des Regierungspräsidiums Karlsruhe, 71 S.; Stuttgart.
- KÖBERLE, T. (2013): Erhebung von Arten im geplanten Naturschutzgebiet „Ziegelhülle“. – 1 S.; Mühlacker.
- TREIBER, R. (2012): Aktenvermerk zur naturschutzfachlichen Bedeutung und zukünftigen Entwicklung des geplanten NSG „Ziegelhülle im Enzkreis“. – 5 S.; Karlsruhe.
- ZIMMERMANN, P. (2012/2013): Erfassung der Libellen und Heuschrecken im geplanten Naturschutzgebiet „Ziegelhülle“. – 2 S.; Karlsruhe.
- ZIMMERMANN, P. (2012/2013): Erfassung der Amphibien und Reptilien im geplanten Naturschutzgebiet „Ziegelhülle“. – 1 S.; Karlsruhe.

**Anhang**

Tabellen der im Gebiet nachgewiesenen Pflanzen- und Tierarten. Quellen: Q1 = GÖG (2014); Q2 = ZIMMERMANN, P. (2012-2013); Q3 = TREIBER, R. (2012); Q4 = KÖBERLE, T. (2013).

Kategorie der Roten Liste: 0 = ausgestorben oder verschollen; 1 = vom Aussterben bedroht; 2 = stark gefährdet; 3 = gefährdet; G = Gefährdung anzunehmen, Kategorie unklar; V = Vorwarnliste (Sippe im Rückgang begriffen); d = Daten ungenügend; \* = ungefährdet.

Die Einstufung erfolgt auf Basis der jeweils aktuellen Roten Liste (siehe hierzu Literaturverzeichnis auf Seite XX). Bei den Vögeln (Aves) ist noch zusätzlich der Status der Art im Gebiet angegeben: B = Brutvogel; N = Nahrungsgast; D = Durchzügler.

**Farn- und Blütenpflanzen**

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Rote Liste		Quelle
		BW	D	
<i>Acer campestre</i>	Feld-Ahorn	*	*	Q 1
<i>Acer negundo</i>	Eschen-Ahorn	*	*	Q 1
<i>Acer platanoides</i>	Spitz-Ahorn	*	*	Q 1
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Berg-Ahorn	*	*	Q 1
<i>Achillea millefolium</i>	Gewohnliche Wiesenschafgarbe	*	*	Q 1
<i>Aegopodium podagraria</i>	Giersch	*	*	Q 1
<i>Agrimonia eupatoria</i>	Gewohnlicher Odermennig	*	*	Q 1
<i>Agrostis stolonifera</i>	Weißes Straußgras	*	*	Q 1
<i>Alliaria petiolata</i>	Knoblauchsrauke	*	*	Q 1
<i>Alnus glutinosa</i>	Schwarz-Erle	*	*	Q 1
<i>Alopecurus pratensis</i>	Wiesen-Fuchsschwanz	*	*	Q 1
<i>Amaranthus retroflexus</i>	Rauhhaariger Fuchsschwanz	*	*	Q 1
<i>Angelica sylvestris</i>	Wilde Engelwurz	*	*	Q 1
<i>Anthemis tinctoria</i>	Farber-Hundskamille	3	*	Q 1
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Gewohnliches Ruchgras	*	*	Q 1
<i>Anthriscus sylvestris</i>	Wiesen-Kerbel	*	*	Q 1
<i>Armoracia rusticana</i>	Meerrettich	*	*	Q 1
<i>Arrhenatherum elatius</i>	Glatthafer	*	*	Q 1
<i>Betula pendula</i>	Hange-Birke	*	*	Q 1
<i>Brachypodium pinnatum</i>	Fieder-Zwenke	*	*	Q 1
<i>Calamagrostis epigejos</i>	Land-Reitgras	*	*	Q 1
<i>Calystegia sepium</i>	Gewohnliche Zaunwinde	*	*	Q 1
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Gewohnliches Hirtentaschel	*	*	Q 1
<i>Cardamine pratensis</i>	Wiesen-Schaumkraut	*	*	Q 1
<i>Carex acutiformis</i>	Sumpf-Segge	*	*	Q 1
<i>Carex disticha</i>	Kamm-Segge	*	*	Q 1
<i>Carex flacca</i>	Blau-Segge	*	*	Q 1
<i>Carex hirta</i>	Behaarte Segge	*	*	Q 1
<i>Carex nigra</i>	Braune Segge	V	*	Q 1
<i>Carex panicea</i>	Hirsens-Segge	*	V	Q 1
<i>Carex vesicaria</i>	Blasen-Segge	*	V	Q 1

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Rote Liste		Quelle
		BW	D	
<i>Carlina vulgaris</i>	Gewöhnliche Eberwurz, Golddistel	*	*	Q 1
<i>Carpinus betulus</i>	Hainbuche	*	*	Q 1
<i>Centaurea jacea</i>	Wiesen-Flockenblume	*	*	Q 1
<i>Chenopodium album</i>	Weißer Gänsefuß	*	*	Q 1
<i>Cichorium intybus</i>	Gewöhnliche Wegwarte	*	*	Q 1
<i>Cirsium arvense</i>	Acker-Kratzdistel	*	*	Q 1
<i>Cirsium oleraceum</i>	Kohldistel	*	*	Q 1
<i>Cirsium vulgare</i>	Gewöhnliche Kratzdistel	*	*	Q 1
<i>Clematis vitalba</i>	Gewöhnliche Waldrebe	*	*	Q 1
<i>Convolvulus arvensis</i>	Acker-Winde	*	*	Q 1
<i>Conyza canadensis</i>	Kanadischer Katzenschweif	*	*	Q 1
<i>Cornus sanguinea</i>	Roter Hartriegel	*	*	Q 1
<i>Corylus avellana</i>	Gewöhnliche Hasel	*	*	Q 1
<i>Crataegus monogyna</i>	Eingriffeliger Weißdorn	*	*	Q 1
<i>Crepis biennis</i>	Wiesen-Pippau	*	*	Q 1
<i>Dactylis glomerata</i>	Wiesen-Knäuelgras	*	*	Q 1
<i>Daucus carota</i>	Wilde Möhre	*	*	Q 1
<i>Deschampsia cespitosa</i>	Rasen-Schmiele	*	*	Q 1
<i>Digitaria sanguinalis</i>	Blut-Fingerhirse	*	*	Q 1
<i>Dipsacus fullonum</i>	Wilde Karde	*	*	Q 1
<i>Echinochloa crus-galli</i>	Gewöhnliche Hühnerhirse	*	*	Q 1
<i>Eleocharis palustris</i>	Echte Sumpfbirse	d	*	Q 1
<i>Elymus repens</i>	Gewöhnliche Quecke	*	*	Q 1
<i>Epilobium angustifolium</i>	Wald-Weidenröschen	*	*	Q 1
<i>Epilobium hirsutum</i>	Zottiges Weidenröschen	*	*	Q 1
<i>Epilobium parviflorum</i>	Bach-Weidenröschen	*	*	Q 1
<i>Epilobium roseum</i>	Rosenrotes Weidenröschen	*	*	Q 1
<i>Equisetum arvense</i>	Acker-Schachtelhalm	*	*	Q 1
<i>Equisetum palustre</i>	Sumpf-Schachtelhalm	*	*	Q 1
<i>Erigeron annuus</i>	Einjähriger Feinstrahl	*	*	Q 1
<i>Euonymus europaeus</i>	Gewöhnliches Pfaffenkäppchen	*	*	Q 1
<i>Eupatorium cannabinum</i>	Echter Wasserdost	*	*	Q 1
<i>Fagus sylvatica</i>	Rotbuche	*	*	Q 1
<i>Festuca rubra</i>	Rotschwingel	*	*	Q 1
<i>Filipendula ulmaria</i>	Mädesüß	*	*	Q 1
<i>Fraxinus excelsior</i>	Gewöhnliche Esche	*	*	Q 1
<i>Galeopsis tetrahit</i>	Gewöhnlicher Holzzahn	*	*	Q 1
<i>Galium album</i>	Weißes Wiesenlabkraut	*	*	Q 1
<i>Galium aparine</i>	Kletten-Labkraut	*	*	Q 1

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Rote Liste		Quelle
		BW	D	
<i>Geranium dissectum</i>	Schlitzblattriger Storchschnabel	*	*	Q 1
<i>Geranium pratense</i>	Wiesen-Storchschnabel	*	*	Q 1
<i>Geranium pyrenaicum</i>	Pyrenaen-Storchschnabel	*	*	Q 1
<i>Geum rivale</i>	Bach-Nelkenwurz	*	*	Q 1
<i>Geum urbanum</i>	Echte Nelkenwurz	*	*	Q 1
<i>Glechoma hederacea</i>	Gundelrebe	*	*	Q 1
<i>Helictotrichon pubescens</i>	Flaum-Hafer	*	*	Q 1
<i>Heracleum sphondylium</i>	Wiesen-Barenklau	*	*	Q 1
<i>Hieracium pilosella</i>	Kleines Habichtskraut	*	*	Q 1
<i>Holcus lanatus</i>	Wolliges Honiggras	*	*	Q 1
<i>Iris pseudacorus</i>	Gelbe Schwertlilie	*	*	Q 1
<i>Juncus articulatus</i>	Glanzfruchtige Binse	*	*	Q 1
<i>Juncus effusus</i>	Flatter-Binse	*	*	Q 1
<i>Knautia arvensis</i>	Acker-Witwenblume	*	*	Q 1
<i>Lactuca serriola</i>	Kompass-Lattich	*	*	Q 1
<i>Lamium album</i>	Wee Taubnessel	*	*	Q 1
<i>Lapsana communis</i>	Rainkohl	*	*	Q 1
<i>Lathyrus pratensis</i>	Wiesen-Platterbse	*	*	Q 1
<i>Ligustrum vulgare</i>	Gewohnlicher Liguster	*	*	Q 1
<i>Linaria vulgaris</i>	Gewohnliches Leinkraut	*	*	Q 1
<i>Lotus corniculatus</i>	Gewohnlicher Hornklee	*	*	Q 1
<i>Lotus uliginosus</i>	Sumpf-Hornklee	*	*	Q 1
<i>Lycopus europaeus</i>	Ufer-Wolfstrapp	*	*	Q 1
<i>Lysimachia nummularia</i>	Pfennigkraut	*	*	Q 1
<i>Lythrum salicaria</i>	Blut-Weiderich	*	*	Q 1
<i>Malva neglecta</i>	Ganse-Malve	*	*	Q 1
<i>Medicago falcata</i>	Sichelklee	*	*	Q 1
<i>Medicago lupulina</i>	Hopfenklee	*	*	Q 1
<i>Melilotus albus</i>	Weer Steinklee	*	*	Q 1
<i>Myosotis scorpioides</i>	Sumpf-Vergissmeinnicht	*	*	Q 1
<i>Nuphar lutea</i>	Gelbe Teichrose	*	*	Q 1
<i>Oxalis fontana</i>	Aufrechter Sauerklee	*	*	Q 1
<i>Papaver rhoeas</i>	Klatsch-Mohn	*	*	Q 1
<i>Pastinaca sativa</i>	Pastinak	*	*	Q 1
<i>Phalaris arundinacea</i>	Rohr-Glanzgras	*	*	Q 1
<i>Phleum pratense</i>	Gewohnliches Wiesenlieschgras	*	*	Q 1
<i>Phragmites australis</i>	Schilf	*	*	Q 1
<i>Picris hieracioides</i>	Gewohnliches Bitterkraut	*	*	Q 1
<i>Pimpinella major</i>	Groe Pimpinell	*	*	Q 1

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Rote Liste		Quelle
		BW	D	
<i>Pinus sylvestris</i>	Wald-Kiefer	*	*	Q 1
<i>Plantago lanceolata</i>	Spitz-Wegerich	*	*	Q 1
<i>Plantago major</i>	Breit-Wegerich	*	*	Q 1
<i>Plantago media</i>	Mittlerer Wegerich	*	*	Q 1
<i>Poa annua</i>	Einjähriges Rispengras	*	*	Q 1
<i>Poa compressa</i>	Flaches Rispengras	*	*	Q 1
<i>Poa pratense</i>	Echtes Wiesenrispengras	*	*	Q 1
<i>Polygonum aviculare</i>	Gewöhnlicher Vogelknöterich	*	*	Q 1
<i>Populus tremula</i>	Espe	*	*	Q 1
<i>Potamogeton natans</i>	Schwimmendes Laichkraut	*	*	Q 1
<i>Potentilla anserina</i>	Gänse-Fingerkraut	*	*	Q 1
<i>Potentilla reptans</i>	Kriechendes Fingerkraut	*	*	Q 1
<i>Prunella vulgaris</i>	Kleine Brunelle	*	*	Q 1
<i>Prunus avium</i>	Vogel-Kirsche	*	*	Q 1
<i>Prunus spinosa</i>	Schlehe	*	*	Q 1
<i>Quercus robur</i>	Stiel-Eiche	*	*	Q 1
<i>Ranunculus acris</i>	Scharfer Hahnenfuß	*	*	Q 1
<i>Ranunculus ficaria</i>	Scharbockskraut	*	*	Q 1
<i>Ranunculus repens</i>	Kriechender Hahnenfuß	*	*	Q 1
<i>Ranunculus trichophyllus</i>	Haarblättriger Wasserhahnenfuß	*	*	Q 1
<i>Raphanus raphanistrum</i>	Hederich	*	*	Q 1
<i>Reseda luteola</i>	Färber-Resede	*	*	Q 1
<i>Rorippa palustris</i>	Gewöhnliche Sumpfkresse	*	*	Q 1
<i>Rubus fruticosus</i>	Brombeere	*	*	Q 1
<i>Rumex acetosa</i>	Wiesen-Sauerampfer	*	*	Q 1
<i>Rumex crispus</i>	Krauser Ampfer	*	*	Q 1
<i>Salix alba</i>	Silber-Weide	*	*	Q 1
<i>Salix caprea</i>	Sal-Weide	*	*	Q 1
<i>Salix cinerea</i>	Grau-Weide	*	*	Q 1
<i>Salix fragilis</i>	Bruch-Weide	*	*	Q 1
<i>Salix purpurea</i>	Purpur-Weide	*	*	Q 1
<i>Sambucus nigra</i>	Schwarzer Holunder	*	*	Q 1
<i>Sanguisorba officinalis</i>	Großer Wiesenknopf	*	*	Q 1
<i>Scutellaria galericulata</i>	Sumpf-Helmkraut	*	*	Q 1
<i>Securigera varia</i>	Bunte Kronwicke	*	*	Q 1
<i>Senecio erucifolius</i>	Raukenblättriges Greiskraut	*	*	Q 1
<i>Setaria viridis</i>	Grüne Borstenhirse	*	*	Q 1
<i>Silaum silaus</i>	Wiesensilge	*	*	Q 1
<i>Silene vulgaris</i>	Gewöhnlicher Taubenkropf	*	*	Q 1

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Rote Liste		Quelle
		BW	D	
<i>Sinapis arvensis</i>	Acker-Senf	*	*	Q 1
<i>Solidago canadensis</i>	Kanadische Goldrute	*	*	Q 1
<i>Solidago gigantea</i>	Riesen-Goldrute	*	*	Q 1
<i>Sonchus arvensis</i>	Acker-Gansedistel	*	*	Q 1
<i>Sorbus aria</i>	Echte Mehlbeere	*	*	Q 1
<i>Sorbus aucuparia</i>	Vogelbeere	*	*	Q 1
<i>Taraxacum sectio Ruderalia</i>	Wiesenlowenzahn	*	*	Q 1
<i>Thlaspi arvense</i>	Acker-Hellerkraut	*	*	Q 1
<i>Trifolium pratense</i>	Rot-Klee	*	*	Q 1
<i>Trifolium repens</i>	Weiß-Klee	*	*	Q 1
<i>Tripleurospermum perforatum</i>	Geruchlose Kamille	*	*	Q 1
<i>Tussilago farfara</i>	Huflattich	*	*	Q 1
<i>Typha latifolia</i>	Breitblattriger Rohrkolben	*	*	Q 1
<i>Urtica dioica</i>	Brennnessel	*	*	Q 1
<i>Valeriana officinalis</i>	Arzneibaldrian	*	*	Q 1
<i>Verbascum thapsus</i>	Kleinblutige Konigskerze	*	*	Q 1
<i>Verbena officinalis</i>	Gewohnliches Eisenkraut	*	*	Q 1
<i>Veronica beccabunga</i>	Bachbunge	*	*	Q 1
<i>Veronica persica</i>	Persischer Ehrenpreis	*	*	Q 1
<i>Vicia sepium</i>	Zaun-Wicke	*	*	Q 1

### Vogelarten

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Status	Rote Liste		Quelle
			BW	D	
<i>Accipiter nisus</i>	Sperber	D	*	*	Q1, Q3
<i>Anas platyrhynchos</i>	Stockente	B	V	*	Q1
<i>Buteo buteo</i>	Mausebussard	N	*	*	Q1
<i>Carduelis cannabina</i>	Hanfling	D	2	V	Q1
<i>Ciconia ciconia</i>	Weißstorch	D	V	3	Q1
<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	Kernbeißer	N	*	*	Q1
<i>Corvus corone</i>	Rabenkrahe	N	*	*	Q1
<i>Delichon urbicum</i>	Mehlschwalbe	D	V	V	Q1
<i>Dendrocopos major</i>	Buntspecht	B	*	*	Q1
<i>Dendrocopos medius</i>	Mittelspecht	N	*	*	Q1
<i>Dryocopus martius</i>	Schwarzspecht	N	*	*	Q1
<i>Emberiza citrinella</i>	Goldammer	B	V	*	Q1
<i>Erithacus rubecula</i>	Rotkehlchen	B	*	*	Q1
<i>Fringilla coelebs</i>	Buchfink	B	*	*	Q1
<i>Fulica atra</i>	Blasshuhn	B	*	*	Q1

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Status	Rote Liste		Quelle
			BW	D	
<i>Gallinula chloropus</i>	Teichhuhn	B	3	V	Q1
<i>Hirundo rustica</i>	Rauchschwalbe	D	3	V	Q1
<i>Milvus migrans</i>	Schwarzmilan	D	*	*	Q1
<i>Motacilla alba</i>	Bachstelze	B	*	*	Q1
<i>Parus caeruleus</i>	Blaumeise	B	*	*	Q1
<i>Parus major</i>	Kohlmeise	B	*	*	Q1
<i>Phylloscopus collybita</i>	Zilpzalp	B	*	*	Q1
<i>Pica pica</i>	Elster	N	*	*	Q1
<i>Picus viridis</i>	Grünspecht	N	*	*	Q1
<i>Prunella modularis</i>	Heckenbraunelle	B	*	*	Q1
<i>Sitta europaea</i>	Kleiber	B	*	*	Q1
<i>Sturnus vulgaris</i>	Star	B	*	*	Q1
<i>Sylvia atricapilla</i>	Mönchsgrasmücke	B	*	*	Q1
<i>Troglodytes troglodytes</i>	Zaunkönig	B	*	*	Q1
<i>Turdus merula</i>	Amsel	B	*	*	Q1

#### Reptilienarten

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Rote Liste		Quelle
		BW	D	
<i>Anguis fragilis</i>	Blindschleiche	n	n	Q1, Q2
<i>Lacerta agilis</i>	Zauneidechse	V	V	Q1, Q2
<i>Natrix natrix</i>	Ringelnatter	3	V	Q1, Q2

#### Amphibienarten

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Rote Liste		Quellen
		BW	D	
<i>Bombina variegata</i>	Gelbbauchunke	2	2	Q1-Q3
<i>Bufo bufo</i>	Erdkröte	V	n	Q1-Q3
<i>Rana dalmatina</i>	Springfrosch	3	n	Q1-Q3
<i>Rana esculenta</i>	Teichfrosch	D	n	Q1-Q3
<i>Rana temporaria</i>	Grasfrosch	V	n	Q1-Q3
<i>Triturus alpestris</i>	Bergmolch	n	n	Q1-Q3
<i>Triturus cristatus</i>	Kammolch	2	V	Q1-Q3
<i>Triturus vulgaris</i>	Teichmolch	V	n	Q1-Q3

**Laufkuferarten**

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Rote Liste		Quelle
		BW	D	
<i>Abax parallelepipedus</i>	Groer Brettlufer	*	*	Q1
<i>Abax parallelus</i>	Schmaler Brettlufer	*	*	Q1
<i>Acupalpus flavicollis</i>	Nahtstreifen-Buntschnellufer	*	*	Q1
<i>Acupalpus dubius</i>	Moor-Buntschnellufer	V	V	Q1
<i>Acupalpus exiguus</i>	Dunkler Buntschnellufer	3	3	Q1
<i>Acupalpus meridianus</i>	Feld-Buntschnellufer	*	*	Q1
<i>Agonum emarginatum</i>	Dunkler Glanzflachlufer	*	*	Q1
<i>Agonum micans</i>	Ufer-Flachlufer	*	*	Q1
<i>Agonum muelleri</i>	Gewhnlicher Glanzflachlufer	*	*	Q1
<i>Agonum viduum</i>	Grnlicher Glanzflachlufer	*	*	Q1
<i>Amara aenea</i>	Erzfarbener Kamellufer	*	*	Q1
<i>Amara bifrons</i>	Brauner Punkthals-Kamellufer	*	*	Q1
<i>Amara convexior</i>	Gedrungener Wiesen-Kamellufer	*	*	Q1
<i>Amara familiaris</i>	Gelbbeiniger Kamellufer	*	*	Q1
<i>Anchomenus dorsalis</i>	Bunter Enghalslufer	*	*	Q1
<i>Anisodactylus binotatus</i>	Gewhnlicher Rotstirnlufer	*	*	Q1
<i>Badister bullatus</i>	Gewhnlicher Wanderlufer	*	*	Q1
<i>Bembidion articulatum</i>	Hellfleckiger Ufer-Ahlenlufer	*	*	Q1
<i>Bembidion biguttatum</i>	Zweifleckiger Ahlenlufer	*	*	Q1
<i>Bembidion dentellum</i>	Metallbrauner Ahlenlufer	*	*	Q1
<i>Bembidion illigeri</i>	Illigers Ahlenlufer	*	*	Q1
<i>Bembidion lampros</i>	Gewöhnlicher Ahlenlufer	*	*	Q1
<i>Bembidion lunulatum</i>	Sumpfh-Ahlenlufer	*	*	Q1
<i>Bembidion mannerheimii</i>	Sumpfwald-Ahlenlufer	*	*	Q1
<i>Bembidion obtusum</i>	Schwachgestreifter Ahlenlufer	*	*	Q1
<i>Bembidion properans</i>	Feld-Ahlenlufer	*	*	Q1
<i>Bembidion quadrimaculatum</i>	Vierfleck-Ahlenlufer	*	*	Q1
<i>Carabus auronitens</i>	Goldglanzender Laufkufer	*	*	Q1
<i>Carabus coriaceus</i>	Lederlaufkufer	*	*	Q1
<i>Carabus violaceus</i>	Violetttrandiger Laufkufer	*	*	Q1
<i>Chlaenius nigricornis</i>	Sumpfwiesen-Sammellufer	V	V	Q1
<i>Cicindela campestris</i>	Feld-Sandlaufkufer	*	*	Q1
<i>Cicindela silvicola</i>	Berg-Sandlaufkufer	3	V	Q1
<i>Clivina collaris</i>	Zweifarbiger Grabspornlufer	*	V	Q1
<i>Clivina fossor</i>	Gewhnlicher Grabspornlufer	*	*	Q1
<i>Cylindera germanica</i>	Deutscher Sandlaufkufer	1	1	Q4
<i>Diachromus germanus</i>	Bunter Schnellufer	*	*	Q1
<i>Drypta dentata</i>	Grner Backenlufer	*	*	Q1

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Rote Liste		Quelle
		BW	D	
<i>Dyschirius globosus</i>	Gewöhnlicher Handläufer	*	*	Q1
<i>Elaphrus cupreus</i>	Glänzender Uferläufer	*	*	Q1
<i>Harpalus affinis</i>	Haarrand-Schnellläufer	*	*	Q1
<i>Harpalus</i> cf. <i>subcylindricus</i>	Walzenförmiger Schnellläufer	2	d	Q1
<i>Harpalus dimidiatus</i>	Blauhals-Schnellläufer	V	V	Q1
<i>Harpalus distinguendus</i>	Düstermetallischer Schnellläufer	*	*	Q1
<i>Harpalus luteicornis</i>	Zierlicher Schnellläufer	V	V	Q1
<i>Harpalus rubripes</i>	Metallglänzender Schnellläufer	*	*	Q1
<i>Leistus ferrugineus</i>	Gewöhnlicher Bartläufer	*	*	Q1
<i>Limodromus assimilis</i>	Schwarzer Enghalsläufer	*	*	Q1
<i>Loricera pilicornis</i>	Borstenhornläufer	*	*	Q1
<i>Microlestes maurus</i>	Gedrungener Zwergstutzläufer	*	*	Q1
<i>Microlestes minutulus</i>	Schmaler Zwergstutzläufer	*	*	Q1
<i>Nebria brevicollis</i>	Gewöhnlicher Dammläufer	*	*	Q1
<i>Nebria salina</i>	Feld-Dammläufer	*	*	Q1
<i>Notiophilus palustris</i>	Gewöhnlicher Laubläufer	*	*	Q1
<i>Oodes helopioides</i>	Eiförmiger Sumpfläufer	V	*	Q1
<i>Ophonus ardosiacus</i>	Blauer Haarschnellläufer	*	*	Q1
<i>Ophonus puncticeps</i>	Feinpunktiertes Haarschnellläufer	*	*	Q1
<i>Ophonus rupicola</i>	Zweifarbiger Haarschnellläufer	3	3	Q1
<i>Oxypselaphus obscurus</i>	Sumpf-Enghalsläufer	*	*	Q1
<i>Paranchus albipes</i>	Ufer-Enghalsläufer	*	*	Q1
<i>Paratachys bistratus</i>	Zweistreifiger Zwergahlenläufer	*	*	Q1
<i>Poecilus cupreus</i>	Gewöhnlicher Buntgrabläufer	*	*	Q1
<i>Poecilus versicolor</i>	Glatthalsiger Buntgrabläufer	*	*	Q1
<i>Pterostichus anthracinus</i>	Kohlschwarzer Grabläufer	*	*	Q1
<i>Pterostichus diligens</i>	Ried-Grabläufer	V	V	Q1
<i>Pterostichus melanarius</i>	Gewöhnlicher Grabläufer	*	*	Q1
<i>Pterostichus minor</i>	Sumpf-Grabläufer	V		Q1
<i>Pterostichus niger</i>	Großer Grabläufer	*	*	Q1
<i>Pterostichus nigrita</i>	Schwärzlicher Grabläufer	*	*	Q1
<i>Pterostichus ovoideus</i>	Flachäugiger Grabläufer	*	*	Q1
<i>Pterostichus vernalis</i>	Frühlings-Grabläufer	*	*	Q1
<i>Stenolophus teutonius</i>	Bunter Scheibenhals-Schnellläufer	*	*	Q1
<i>Trechus quadristriatus</i>	Gewöhnlicher Flinkläufer	*	*	Q1

**Stechimmenarten**

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Rote Liste		Quelle
		BW	D	
<b>Bienen</b>				
<i>Andrena cineraria</i>	Grauschwarze Sandbiene	*	*	Q1
<i>Andrena dorsata</i>	Keulen-Sandbiene	*	*	Q1
<i>Andrena flavipes</i>	Gelbfuige Sandbiene	*	*	Q1
<i>Andrena fulvicornis</i>	Gelbbraunfuhler-Sandbiene	3	3	Q1
<i>Andrena lathyri</i>	Zaunwicken-Sandbiene	*	*	Q1
<i>Andrena minutuloides</i>	Sandbienen-Art	*	*	Q1
<i>Andrena ovatula</i>	Ovale Sandbiene	*	*	Q1
<i>Anthidiellum strigatum</i>	Kleine Harzbiene	V	V	Q1
<i>Anthidium oblongatum</i>	Felsspalten-Wollbiene		V	Q1
<i>Anthidium punctatum</i>	Weißfleckige Wollbiene	3	V	Q1
<i>Bombus hortorum</i>	Gartenhummel	*	*	Q1
<i>Bombus lapidarius</i>	Steinhummel	*	*	Q1
<i>Bombus pascuorum</i>	Ackerhummel	*	*	Q1
<i>Bombus sylvarum</i>	Bunte Hummel	V	V	Q1
<i>Bombus terrestris</i>	Erdhummel-Art	*	*	Q1
<i>Ceratina cyanea</i>	Gewohnliche Keulhornbiene	*	*	Q1
<i>Colletes cunicularius</i>	Fruhlings-Seidenbiene	*	*	Q1
<i>Colletes similis</i>	Rainfarn-Seidenbiene	V	V	Q1
<i>Eucera nigrescens</i>	Mai-Langhornbiene	*	*	Q1
<i>Halictus maculatus</i>	Dickkopf-Furchenbiene	*	*	Q1
<i>Halictus scabiosae</i>	Gelbbindige Furchenbiene	V		Q1
<i>Halictus simplex</i>	Furchenbienen-Art	*	*	Q1
<i>Halictus subauratus</i>	Goldene Furchenbiene	*	*	Q1
<i>Halictus tumulorum</i>	Gewohnliche Furchenbiene	*	*	Q1
<i>Heriades truncorum</i>	Gewohnliche Locherbiene	*	*	Q1
<i>Hylaeus brevicornis</i>	Kurzfuhler-Maskenbiene	*	*	Q1
<i>Hylaeus communis</i>	Gewohnliche Maskenbiene	*	*	Q1
<i>Hylaeus cornutus</i>	Gehornnte Maskenbiene	*	*	Q1
<i>Hylaeus dilatatus</i>	Rundfleck-Maskenbiene	*	*	Q1
<i>Hylaeus gredleri</i>	Gredlers Maskenbiene	*	*	Q1
<i>Hylaeus styriacus</i>	Steirische Maskenbiene	*	*	Q1
<i>Lasioglossum glabriusculum</i>	Dickkopf-Schmalbiene	V	*	Q1
<i>Lasioglossum laticeps</i>	Breitkopf-Schmalbiene	*	*	Q1
<i>Lasioglossum malachurum</i>	Feldweg-Schmalbiene	*	*	Q1
<i>Lasioglossum morio</i>	Dunkelgrune Schmalbiene	*	*	Q1
<i>Lasioglossum pauxillum</i>	Lappenspornige Schmalbiene	*	*	Q1
<i>Lasioglossum politum</i>	Polierte Schmalbiene	*	*	Q1

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Rote Liste		Quelle
		BW	D	
<i>Lasioglossum villosulum</i>	Zottige Schmalbiene	*	*	Q1
<i>Lasioglossum zonulum</i>	Schmalbienen-Art	*	*	Q1
<i>Megachile pilidens</i>	Filzzahn-Blattschneiderbiene	3	3	Q1
<i>Megachile willughbiella</i>	Garten-Blattschneiderbiene	*	*	Q1
<i>Nomada distinguenda</i>	Wespenbienen-Art	3	G	Q1
<i>Nomada fucata</i>	Wespenbienen-Art	*	*	Q1
<i>Osmia tridentata</i>	Dreizahn-Stängelbiene	3	3	Q1
<i>Sphecodes albilabris</i>	Auen-Blutbiene	*	*	Q1
<i>Sphecodes ephippius</i>	Gewöhnliche Blutbiene	*	*	Q1
<i>Sphecodes rufiventris</i>	Geriefte Blutbiene	*	*	Q1
<b>Goldwespen</b>				
<i>Chrysis analis</i>	Goldwespenart	*	3	Q1
<b>Grabwespen</b>				
<i>Crossocerus exiguus</i>	Grabwespenart	*	*	Q1
<i>Ectemnius continuus</i>	Fliegengrabwespen-Art	*	*	Q1
<i>Ectemnius lituratus</i>	Breite Fliegengrabwespe	*	*	Q1
<i>Entomognathus brevis</i>	Grabwespenart	*	*	Q1
<i>Lestica clypeata</i>	Kleine Silbermundwespe	*	*	Q1
<i>Lindenius albilabris</i>	Grabwespenart	*	*	Q1
<i>Lindenius pygmaeus</i>	Grabwespenart	V	*	Q1
<i>Mimumesa unicolor</i>	Grabwespenart	*	*	Q1
<i>Oxybelus trispinosus</i>	Fliegenspießwespen-Art	*	*	Q1
<i>Pemphredon lethifer</i>	Grabwespenart	*	*	Q1
<i>Philanthus triangulum</i>	Bienenwolf	*	*	Q1
<i>Tachysphex pompiliformis</i>	Grabwespenart	*	*	Q1
<b>Wegwespen</b>				
<i>Arachnospila minutula</i>	Wegwespen-Art	*	*	Q1
<i>Arachnospila trivialis</i>	Wegwespen-Art	*	*	Q1
<b>Faltenwespen</b>				
<i>Ancistrocerus nigricornis</i>	Lehmwespen-Art	*	*	Q1
<i>Ancistrocerus parietum</i>	Lehmwespen-Art	*	*	Q1
<i>Dolichovespula saxonica</i>	Sächsische Wespe	*	*	Q1
<i>Eumenes coarctatus</i>	Töpferwespen-Art	*	*	Q1
<i>Polistes dominulus</i>	Gallische Feldwespe	*	*	Q1
<i>Polistes nimpha</i>	Heide-Feldwespe	*	*	Q1
<i>Vespa crabro</i>	Hornisse	3	*	Q1
<i>Vespula germanica</i>	Deutsche Wespe	*	*	Q1

**Heuschreckenarten**

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Rote Liste		Quelle
		BW	D	
<i>Chorthippus biguttulus</i>	Nachtigall-Grashupfer	*	*	Q1, Q2
<i>Chorthippus brunneus</i>	Brauner Grashupfer	*	*	Q1, Q2
<i>Chorthippus dorsatus</i>	Wiesengrashupfer	V	*	Q1, Q2
<i>Chorthippus parallelus</i>	Gemeiner Grashupfer	*	*	Q1, Q2
<i>Chrysochraon dispar</i>	Groe Goldschrecke	*	*	Q1, Q2
<i>Gomphocerippus rufus</i>	Rote Keulenschrecke	*	*	Q2
<i>Gryllus campestris</i>	Feldgrille	V	*	Q1, Q2
<i>Meconema thalassinum</i>	Gemeine Eichenschrecke	*	*	Q2
<i>Metrioptera roeselii</i>	Roesels Beischrecke	*	*	Q1, Q2
<i>Leptophyes punctatissima</i>	Punktierte Zartschrecke	*	*	Q1, Q2
<i>Phaneroptera falcata</i>	Gemeine Sichelschrecke	*	*	Q1, Q2
<i>Pholidoptera griseoptera</i>	Gewohnliche Strauchschrecke	*	*	Q1, Q2
<i>Conocephalus discolor</i>	Langflugelige Schwertschrecke	*	*	Q1, Q2
<i>Oecanthus pellucens</i>	Weinhahnchen	V	*	Q2
<i>Oedipoda caerulea</i>	Blauflugelige dlandschrecke	3	V	Q1, Q2
<i>Stethophyma grossum</i>	Sumpfschrecke	2	*	Q1, Q2
<i>Tetrix subulata</i>	Seldornschrecke	*	*	Q1, Q2
<i>Tetrix undulata</i>	Gemeine Dornschrecke	*r	*	Q1, Q2
<i>Tettigonia viridissima</i>	Grnes Heupferd	*	*	Q1, Q2

**Libellenarten**

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Rote Liste		Quelle
		BW	D	
<i>Aeshna cyanea</i>	Blaugrne Mosaikjungfer	*	*	Q1, Q2
<i>Anax imperator</i>	Groe Konigslibelle	*	*	Q1, Q2
<i>Coenagrion puella</i>	Hufeisen-Azurjungfer	*	*	Q1, Q2
<i>Enallagma cyathigerum</i>	Gemeine Becherjungfer	*	*	Q1, Q2
<i>Ischnura elegans</i>	Groe Pechlibelle	*	*	Q1, Q2
<i>Lestes barbarus</i>	Südliche Binsenjungfer	2	2	Q1, Q2
<i>Lestes viridis</i>	Weidenjungfer	*	*	Q1, Q2
<i>Libellula depressa</i>	Plattbauch	*	*	Q1, Q2
<i>Libellula quadrimaculata</i>	Vierfleck	*	*	Q1, Q2
<i>Orthetrum brunneum</i>	Sudlicher Blaupfeil	*	3	Q2
<i>Orthetrum cancellatum</i>	Groer Blaupfeil	*	*	Q2
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	Frhe Adonislubelle	*	*	Q1, Q2
<i>Sympecma fusca</i>	Gemeine Winterlibelle	*	3	Q1, Q2
<i>Sympetrum sanguineum</i>	Blutrote Heidelibelle	*	*	Q1, Q2
<i>Sympetrum vulgatum</i>	Gemeine Heidelibelle	*	*	Q1
<i>Sympetrum striolatum</i>	Groe Heidelibelle	*	*	Q2

