

# Nassauischer Verein für Naturkunde



## Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde



Band 140

Wiesbaden 2019

ISSN 0368-1254

**Nassauischer Verein  
für Naturkunde**



**Jahrbücher des  
Nassauischen Vereins  
für Naturkunde**

**Band 140**

**Wiesbaden 2019**

**ISSN 0368-1254**

## Titelbild



Korb mit gesammelten Pilzen  
zum Aufsatz von DR. THOMAS LEHR

© Nassauischer Verein für Naturkunde, Wiesbaden 2019  
ISSN 0368-1254

**Für den sachlichen Inhalt der Beiträge sind die Autorinnen und Autoren allein verantwortlich.**

Herausgabe und Vertrieb:  
Nassauischer Verein für Naturkunde  
c/o Museum Wiesbaden  
Friedrich-Ebert-Allee 2, 65185 Wiesbaden  
e-Mail: [webmaster@naturkunde-online.de](mailto:webmaster@naturkunde-online.de)  
<http://www.naturkunde-online.de>

Schriftentausch / publication exchange / échange de publications:  
Hessische Landesbibliothek  
Rheinstraße 55/57, 65185 Wiesbaden  
Telefon: (0611) 9495-1851 Frau Buchecker  
e-Mail: [ilona.buchecker@hs-rm.de](mailto:ilona.buchecker@hs-rm.de)

Schriftleitung:  
Prof. Dr. B. Toussaint  
65232 Taunusstein  
Telefon: (06128) 71737  
e-mail: [b\\_toussaint@web.de](mailto:b_toussaint@web.de)

Satz: Prof. Dr. B. Toussaint, Taunusstein  
Druck und Verarbeitung: AC medienhaus GmbH, Wiesbaden  
Printed in Germany/Imprimé en Allemagne

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier

# Inhaltsverzeichnis

<b>Editorial</b> .....	5
<b>Wissenschaftliche Abhandlungen</b>	
MIRCO ALBERTI	
<b>Paralejurus colossicus n. sp und Paralejurus flickorum n. sp. (Trilobita, Scutelluidae) aus dem basalen Rupbach-Schiefer (Ober-Emsium; Rheinisches Schiefergebirge)</b> .....	7
<i>Paralejurus colossicus n. sp and Paralejurus flickorum n. sp. (Trilobita, Scutelluidae) from the basal Rupbach Shales (Upper Emsium; Rhenish Slate Mountains)</i>	
MARIO HERGESELL	
<b>Grundwasserneubildung in Hessen</b> .....	47
Groundwater recharge in Hesse	
ALEXANDER STAHR	
<b>Podsole auf dem Taunuskamm – anthropogener Ursprung?</b> .....	59
Podzols on the Taunus ridge – anthropogenic genesis?	
EBERHARD KÜMMERLE	
<b>Von der „Aulenkaut“ zur „Ziegelstraße“. Was uns Straßennamen über Geologie verraten</b> .....	69
From the „Aulenkaut“ to the „Ziegelstraße“. What streetnames reveal us about geology	
ERNST MUNZEL	
<b>Der Wald im Wandel der vergangenen zwei Jahrhunderte, dargestellt am Beispiel des Stadtwaldes Taunusstein</b> .....	83
Forest changing during the last two centuries, presented by the example of the municipal forest of Taunusstein	
MARKUS DIETZ, AXEL KRANNICH & ANDREAS WENNEMANN	
<b>Die Bechsteinfledermaus im Naturpark Rhein-Taunus: eine Leitart für den Waldnaturschutz</b> .....	107
The Bechstein's bat in the wildlife park Rhine-Taunus: an indicator species for the forest conservation	
THOMAS LEHR	
<b>Speise und Giftpilze im Rhein-Main-Gebiet</b> .....	125
Edible and poisonous mushrooms in the Rhine-Main area	

STEFAN TISCHENDORF & ARNO SCHANOWSKI

<b>Zur Entwicklung der Bestandessituation von <i>Andrena decipiens</i> Schenk 1861 in Deutschland mit einem Wiederfund von <i>A. decipiens</i> und <i>A. flavilabris</i> Schenk 1874 in Hessen (Hymenoptera Apidae) .....</b>	<b>147</b>
Evolution of the population of <i>Andrena decipiens</i> Schenk 1861 in Germany with new records of <i>A. decipiens</i> and <i>A. flavilabris</i> Schenk 1874 in Hesse (Hymenoptera Apidae)	

ERWIN SCHWAB

<b>Entdeckungen von Kleinplaneten am Taunus-Observatorium .....</b>	<b>159</b>
Discoveries of minor planets at the Taunus Observatory	

## Verein

HELMUT ARNOLD

Bericht über den Nassauischen Verein für Naturkunde (NVN) im Jahr 2018 und sein 190. Geburtstag am 31. August 2019 .....	171
--	-----

## Neue Publikationen des Nassauischen Vereins für Naturkunde

Sonderband 5 des Jahrbuchs (2019): Carl Remigius Fresenius (1818-1897) und sein Laboratorium. Beiträge zur Weinanalytik, Önologie und Agrikulturchemie im 19. Jahrhundert .....	179
Band 139 des Jahrbuchs (2018) .....	181

## Buch-Rezensionen

POREZAG, K. (2017):

„... edle Gängevon Kupffer Ertz sich reichlich zeigen ...“ – Kupfererzbergbau und Kupferhüttenwesen um Wetzlar 1607–1897 .....	185
--	-----

KREMER, B.P. (2019):

Stille Wasser. Leben zwischen Regenpfütze und Salzsee .....	187
---	-----

ROSENDAHL, W., HUTH, TH., GEYER, M., MEGERLE, A. & JUNKER, B. (2019):

Entlang des Rheins von Basel bis Mannheim .....	189
---	-----

SCHÖNWIESE, CHR. (2019):

Klimawandel kompakt. Ein globales Problem wissenschaftlich erklärt .....	191
--	-----

Die Herausgabe des Jahrbuches **140** wurde durch die großzügige finanzielle Unterstützung seitens des Kulturrates der Landeshauptstadt Wiesbaden ermöglicht, wofür der Nassauische Verein für Naturkunde dankt.

## **Werte Mitglieder des Nassauischen Vereins für Naturkunde, sehr geehrte Damen und Herren!**

Seit 1844 erscheint das Jahrbuch des Nassauischen Vereins für Naturkunde (bis 1866: Verein für Naturkunde im Herzogthum Nassau) bis auf Krisen- und Kriegszeiten jährlich und zumeist auf hohem und breitem naturkundlichem Niveau (vgl. [www.naturkunde-online.de](http://www.naturkunde-online.de)).

Unsere Jahrbücher dokumentieren in besonderer Weise das Selbstverständnis des Vereins und seiner Mitglieder, mit einer fachlich ausgewiesenen regelmäßigen Publikation das Interesse an der – keineswegs nur regionalen – Natur und an ihrer Erforschung zu wecken sowie die allgemeine naturkundliche Bildung zu fördern.

Die Jahrbücher bieten von Anfang an – auch vielen namhaften – Wissenschaftlern und Hobbyforschern aus dem Kreis der Vereinsmitglieder und von außerhalb ein Forum, ihre Arbeitsergebnisse aus allen Gebieten der Naturkunde und zu Umweltfragen den Vereinsmitgliedern und der Öffentlichkeit mitzuteilen. Dabei gehen wissenschaftliche Genauigkeit, anschauliche Darstellung und verständliche Ausdrucksweise zumeist Hand in Hand. Die Jahrbücher haben einen guten Ruf und werden von der Hessischen Hochschul- und Landesbibliothek in Wiesbaden auch international getauscht.

Vor diesem Hintergrund rufen der Schriftleiter und der Vorstand des Nassauischen Vereins für Naturkunde dazu auf, dieses fachliche Forum stärker als bisher zu nutzen. Die Jahrbücher sollen Plattform für naturkundliche Beiträge sein, die sich nicht ausschließlich auf Wiesbaden oder die ehemalige nassauische Region, sondern auch auf andere Bundesländer beziehen. Auch internationale Themen, ggf. auch in englischer Sprache, könnten interessieren. Nationale wie internationale Fachleute sind eingeladen, die Ergebnisse ihrer naturkundlichen Studien in den Jahrbüchern des Nassauischen Vereins für Naturkunde zu veröffentlichen. Die Texte sollten allerdings so geschrieben sein, dass sie auch von interessierten Laien verstanden werden. Auch das angestrebte Themenspektrum wird die Gesamtheit der Naturwissenschaften, durchaus unter Bezug auf aktuelle Fragestellungen wie u. a. Klimawandel, umfassen.

Ab 2015 kann um ein Jahr versetzt die digitale Version der Jahrbücher von der Homepage ([www.naturkunde-online.de](http://www.naturkunde-online.de)) des Nassauischen Vereins für Naturkunde heruntergeladen werden und steht somit einem großen Leserkreis zur Verfügung. Somit können Autoren für sich selbst und für ihr Anliegen werben. Für Rücksprachen steht zur Verfügung

Prof. Dr. Benedikt Toussaint

[b\\_toussaint@web.de](mailto:b_toussaint@web.de)

[b.toussaint@t-online.de](mailto:b.toussaint@t-online.de)

Dieser Band beinhaltet ein breites Themenspektrum, das sich in neun Beiträgen widerspiegelt (Trilobitenfauna aus dem Ober-Ems des nördlichen Taunus; Grundwasserneubildung in Hessen, abgeleitet aus Modellergebnissen; Podsole auf dem Taunuskamm, vermutlich anthropogen bedingt; Straßennamen erinnern an örtliche geologische Besonderheiten, die z. T. heute nicht mehr gegeben sind; Wandel der Bestockung des Taunussteiner Waldes in den letzten 200 Jahren und seine Ursachen; Bechsteinfledermaus im Naturpark Rhein-Taunus und Empfehlungen für die Forstwirtschaft; essbare und giftige Pilze im Rhein-Main-Gebiet und Kriterien für ihre Unterscheidung; Beschreibung von zwei Wildbienenarten in Deutschland und erstmaliger Nachweis in Hessen; Nachweis von Kleinplaneten in unserem Sonnensystem).

Es folgt der Rechenschaftsbericht des Vereinsvorsitzenden für das Jahr 2018 mit einem Hinweis auf den 190. Geburtstag des Vereins am 31. August 2019.

In der Rubrik „Neue Publikationen“ werden der im Jahr 2018 erschienene Band 139 des Jahrbuchs vorgestellt und ebenso der Sonderband 5 des Jahrbuchs („Carl Remigius Fresenius (1818–1897) und sein Laboratorium“).

Auch im aktuellen Band werden wieder Bücher mit naturkundlichem/-wissenschaftlichem Hintergrund besprochen. Die vier rezensierten Fachbücher wurden von vier Verlagen zur Verfügung gestellt.

Der vorliegende Band 140 unseres Jahrbuchs umfasst insgesamt 192 Seiten, die es verdienen, gelesen zu werden.

### **Invitation to external resp. foreign authors to publish in our annals**

In special cases English writing scientists are also invited to publish the results of their natural scientific studies in the annals of the Nassau Natural History Society (Jb. Nass. Ver. Naturkde.). Our annals should serve as platform for potential authors to publish. The authors have a wide range of contributions, but the publications should be written in a popular scientific way. The topics need not be directly related to Hesse and surrounding German countries; but should, if possible. The readers of the annals have great interest in geo- and biosciences in a very broad sense, in meteorology – especially in connection with the climate change –, archaeology/prehistory and astronomy. Please note that only scientifically substantiated articles on current topics are selected for publication.

Beginning with 2015, everybody can – with a time lag of one year after the publication of the print annals of the Nassau Natural History Society – download the digital version from its homepage (see [www.naturkunde-online.de](http://www.naturkunde-online.de)). Therefore, authors can advertise themselves and their concern.

For any questions please feel free to contact

Prof. Dr. Benedikt Toussaint ([b\\_toussaint@web.de](mailto:b_toussaint@web.de); [b.toussaint@t-online.de](mailto:b.toussaint@t-online.de))

# ***Paralejurus colossicus* n. sp. und *Paralejurus flickorum* n. sp. (Trilobita, Scutelluidae) aus dem basalen Rupbach-Schiefer (Ober-Emsium; Rheinisches Schiefergebirge)**

MIRCO ALBERTI

Taunus, Ober-Emsium, Rupbach-Schiefer, Trilobiten, *Paralejurus* sp.

**K u r z f a s s u n g :** Mit *Paralejurus colossicus* n. sp. und *Paralejurus flickorum* n. sp. werden zwei scutelluide Trilobiten aus dem basalen Rupbach-Schiefer des Steinbruchs an der Heckelmann Mühle beschrieben und mit dem bislang aus jüngeren Rupbach-Schiefern bekannten *Paralejurus cameratus* (MAURER 1876) verglichen. *Paralejurus* sp. S aus dem basalen Rupbach-Schiefer des Schieferlagers der Grube „Schöne Aussicht“ lässt sich erhaltungsbedingt nicht näher zuordnen. *Paralejurus flickorum* n. sp. ist der älteste Vertreter seiner Gattung im Rupbach-Schiefer. Die Großwüchsigkeit des etwas jüngeren *Paralejurus colossicus* n. sp. wird auf besonders günstige Lebensbedingungen in seinem Lebensumfeld zurückgeführt. Die beschriebenen Taxa gehören zu den späten Formen ihrer Gattung. Für die spätere Entwicklungsgeschichte von *Paralejurus* wird ein möglicher Trend von einer ursprünglich semi-endobenthischen hin zu einer eher epibenthischen Lebensweise diskutiert.

## ***Paralejurus colossicus* n. sp. and *Paralejurus flickorum* n. sp. (Trilobita, Scutelluidae) from the basal Rupbach Shales (Upper Emsium; Rhenish Slate Mountains)**

Taunus mountains, Upper Emsium, Rupbach Shales, trilobites, *Paralejurus* sp.

**A b s t r a c t :** The scutelluid trilobites *Paralejurus colossicus* n. sp. and *Paralejurus flickorum* n. sp. from the basal Rupbach Shales in the quarry near the Heckelmann mill are described and compared with *Paralejurus cameratus* (MAURER 1876) so far known from the lower Rupbach Shales. *Paralejurus* sp. S from the basal Rupbach Shales corresponding to the beds of “Schöne Aussicht” mine cannot be effectively matched with the other taxa due to its poor preservation. *Paralejurus flickorum* n. sp. is the oldest representative of its genus known from the Rupbach Shales. The enormous size of the slightly younger *Paralejurus colossicus* n. sp. is referred to special beneficial life conditions in its environment. The described taxa are late forms of their genus. A possible evolutionary trend away from an originally semi-endobenthic mode of life to a rather epibenthic life habit is suggested for the later forms of *Paralejurus*.

## **Inhaltsverzeichnis**

1	Einleitung .....	8
2	Beschreibung der Fundumstände .....	9
2.1	Basale Rupbach-Schiefer .....	9
2.1.1	Fundlokalität „Schöne Aussicht“ .....	10
2.1.2	Fundlokalität „Heckelmann Mühle“ – SCH VI b .....	11
2.1.3	Fundlokalität „Heckelmann Mühle“ – „Riesen“-Bank .....	11

3	Material und Erhaltung .....	13
4	Systematischer Teil .....	14
5	Diskussion .....	27
6	Ausblick .....	31
7	Danksagung .....	31
8	Literatur.....	31
9	Bildtafeln der Abbildungen 7 bis 43 .....	34

## 1 Einleitung

Die Rupbach-Schiefer im nördlichen Taunus dokumentieren einen speziellen faziellen Umbruch im rhenohertzynischen Ablagerungsraum an der Wende Unterdevon / Mitteldevon. Die bis dahin rheinisch geprägte Fazies wurde dabei sowohl lithofaziell als auch biofaziell durch die sogenannte hertzynische Fazies ersetzt. Der Fazieswechsel an sich und sein Zusammenhang mit einer Subsidenz des damaligen Meeresbodens sind weitestgehend unstrittig. Ein markanter Wendepunkt des Fazieswechsels lässt sich insbesondere an der Basis der Rupbach-Schiefer feststellen. Der vor allem in biofazieller Hinsicht ziemlich abrupt erscheinende Wechsel ist allerdings bislang nur wenig verstanden. Als Grund dafür ist die oft schlechte Erhaltung der aus den entsprechenden Schichten stammenden Fossilien zu nennen, welche etwa zu den mehr als ein Duzend verschiedenen Trilobiten-Taxa aus den basalen Rupbach-Schiefern des Schieferlagers der Grube „Schöne Aussicht“ (im Folgenden kurz „Schöne Aussicht“) kaum Bestimmungen zulässt, die über die Gattungsebene hinaus gehen (ALBERTI 2016a). Ähnlich stellte sich bisher die Situation im Steinbruch nahe der Heckelmann Mühle im unteren Wasenbachtal dar. Die hier aus dem basalen Rupbach-Schiefer zu Tage geförderten Trilobiten konnten von BASSE & MÜLLER (2016) allenfalls bis zur Gattungsebene bestimmt werden. Mittlerweile lieferten diese Schichten jedoch Funde in solcher Qualität, dass nun auch Organismen aus dem frühesten Rupbach-Schiefer näher bestimmt werden konnten. Während mit *Leonaspis bassei* Alberti 2018b bereits ein Trilobit aus dem basalen Rupbach-Schiefer näher beschrieben wurde, erweitert die vorliegende Arbeit mit der Beschreibung von *Paralejurus colossicus* n. sp. und *Paralejurus flickorum* n. sp. die Dokumentation um zwei weitere Trilobiten-Taxa. Hiermit wird auch an die Arbeiten von BASSE & MÜLLER (2016, 2017) angeknüpft, welche unter anderem das Ziel einer möglichst umfangreichen Dokumentation der Trilobitenfaunen aus dem Unter- und Mitteldevon der Lahnmulde respektive des Rupbach-Schiefers verfolgen. BASSE & MÜLLER (2016) bestätigten das Vorkommen von *Paralejurus cameratus* (MAURER 1876) im tiefen Rupbach-Schiefer des unteren Wasenbachtals und erweiterten im Zusammenhang damit die Beschreibung der Art. Obwohl sie das Vorkommen zweier *Paralejurus*-Arten im Rupbach-Schiefer nicht ausschlossen, scheinen doch jegliche bekannten Funde der Gattung von hier in ihre Beschreibung von *Paralejurus cameratus* einbezogen worden zu

sein. Das mag die in einigen Punkten vergleichsweise vage Umschreibung der morphologischen Merkmalszustände erklären, wodurch eine Abgrenzung der Art deutlich erschwert wird. Daran änderte auch die Aufstellung von *Paralejurus rupbachensis* in BASSE & MÜLLER (2018) wenig, zumal darin offenbar erneut verschiedene Arten zusammengefasst wurden. Während der Fund eines *Paralejurus* sp. S aus dem basalen Rupbach-Schiefer von „Schöne Aussicht“ erhaltungsbedingt nicht für einen Vergleich zwischen den Formen des basalen und tiefen Rupbach-Schiefers zu gebrauchen war, ist dies mit den Funden von *Paralejurus colossicus* n. sp. und *Paralejurus flickorum* n. sp. aus dem basalen Rupbach-Schiefer im südlichen Teil des Steinbruchs an der Heckelmann Mühle nunmehr möglich. Hiermit wird ein größeres Formenspektrum der Gattung im Rupbach-Schiefer belegt als bisher angenommen. Die Vermutung liegt nahe, dass das mit nicht unwesentlichen Veränderungen der Ökotoptverhältnisse im sehr frühen Rupbach-Schiefer zusammenhängt.

## 2 Beschreibung der Fundumstände

### 2.1 Basale Rupbach-Schiefer

Die Rupbach-Schiefer sind nach ihrer Typuslokalität, dem unteren Rupbachtal im nordöstlichen Rhein-Lahn-Kreis (TK 25, Blatt 5613 Schaumburg), benannt. Es handelt sich dabei um mehr oder weniger geschieferte, karbonathaltige Tonsteinfolgen, die vom mittleren Ober-Emsium des Unterdevons bis ins Givetium (Mitteldevon) im sogenannten Rupbach-Schiefer-Becken auf dem epikontinentalen Schelf des Urkontinents Laurussia im nördlichen Rheia-Ozean abgelagert wurden. Sehr wahrscheinlich war das Rupbach-Schiefer-Becken, als Teilbereich des in mehr oder weniger große Teilbecken und Schwellen zergliederten Außenschelfs, selbst noch weiter in kleinräumige Schwellen- und Beckenbereiche untergliedert. Als Ursache für die Entwicklung des Beckens ab dem mittleren Ober-Emsium werden epirogenetische Krustenbewegungen angenommen. Die Subsidenz seines Meeresbodens macht sich dabei durch einen lithofaziellen Wechsel von einer grob-siliziklastischen (rheinische Fazies) hin zu einer feinklastischen Sedimentation mit verstärkt karbonatischen Anteilen (herzynische Fazies) bemerkbar sowie biofaziell mit einem Zurücktreten der an gut durchlüftete und durchlichtete Bewegtwasserhältnisse angepassten Faunenelemente. An die Stelle der typischen rheinischen Organismen – allen voran seien hier dickschalige und/oder grobberippte Brachiopoden genannt – traten dabei charakteristische herzynische Benthos-Bewohner und vermehrt pelagische Faunenvertreter. Somit unterscheiden sich die Rupbach-Schiefer von den unterlagernden Gesteinsfolgen der rheinisch geprägten Scheidt-Formation. Die Grenze zwischen der Scheidt-Formation und dem Rupbach-Schiefer findet sich im südlichen der beiden Steinbrüche bei der

Heckelmann Mühle im unteren Wasenbachtal, einem Seitental des unteren Rupbachs, aufgeschlossen. Bereits ALBERTI (2015) hatte hier eine Grenzziehung mit gewissem Abstand unter dem Liegend-Kontakt des alkalibasaltischen Lagergangs vorgenommen, was genauso auch für den nördlichen Steinbruchteil anzunehmen ist. BASSE & MÜLLER (2016) konkretisierten die Lage der Obergrenze der Scheidt-Formation im Top des westlichen Bereichs der Nordwestböschung des südlichen Steinbruchteils (bei UTM 32U N 5574121 424647) bzw. im Profil zwischen ihren Schichtabschnitten Schaumburg (SCH) VI a und Schaumburg (SCH) VI b. Nach eingehender Diskussion der biostratigraphischen Situation des Rupbach-Schiefers nehmen sie für seine Basis eine Position in der frühen *serotinus*-Biozone der Conodonten-Stratigraphie an, was für die Gliederung im Bereich der Moselmulde ungefähr dem Grenzbereich Lahnstein-/Laubach-Unterstufe bzw. einem mittleren Teil der Wiltz-Schichten der Standardgliederung der Eifel entspricht.

### 2.1.1 Fundlokalität „Schöne Aussicht“

Ganz frühe Rupbach-Schiefer sind aus der Grube „Schöne Aussicht“ im unteren Rupbachtal bekannt. Das Bergwerk selbst ist nicht mehr zugänglich und die zugehörige Schieferhalde ist mittlerweile weitgehend renaturiert. Bei UTM 32U N 5575529 423921 streichen allerdings verwitterte Schiefer desselben Schieferlagers an der Oberfläche aus. Die daraus stammende Fauna führt nach aktueller Kenntnis folgende Trilobiten (ALBERTI 2018b) (\*): Typuslokalität):

#### ***Paralejurus* sp. S**

*Diademaproetus* sp.

*Xiphogonium?* sp.

*Rhenocynproetus* sp.

*Tropidocoryphe* sp.

*Cyphaspis* sp. aff. *Cyphaspis?* sp. L BASSE & MÜLLER 2016

*Acastoides* sp.

*Kayseroops kochi* (Kayser 1884) (\*)

*Treveropyge* sp. L BASSE & MÜLLER 2016

*Rhenops* sp.

Phacopinae

*Leonaspis* sp. S ALBERTI 2018b

*Koneprusia* sp.

Die konkrete Basis der Rupbach-Schiefer von „Schöne Aussicht“ ist nicht bekannt. BASSE & MÜLLER (2016) geben eine stratigraphische Situation des Schieferlagers zwischen ihren SCH VI b und SCH V von „Heckelmann Mühle“ an und bestätigen damit etwa die Einschätzung von SCHUBERT (1996) und ALBERTI (2016a) einer basalen Position im Rupbach-Schiefer. Aus biostratigraphischer Sicht sind sie somit in der frühen *serotinus*-Biozone der Conodonten-Stratigraphie einzuordnen.

### 2.1.2 Fundlokalität „Heckelmann Mühle“ – SCH VI b

Nach ihrer Verortung dürfte die hiermit gemeinte Fundlokalität dem oberen Teil des Fundabschnitts SCH VI b von BASSE & MÜLLER (2016) entsprechen, weshalb deren Fundstellenbezeichnung hier übernommen wird. Es handelt sich dabei um an Makrofossilien reiche blaugraue, hellbeige-verwitternde Ton- und Siltsteine mit Anreicherung von Brachiopodenschill und sonstigem Detritus. Ein von BASSE & MÜLLER (2016) genannter erhöhter Kalkgehalt kann darin allerdings nicht bestätigt werden. Die Fundortbeschreibung von FLICK et al. (2006) lässt darauf schließen, dass deren Fundpunkt 6 die entsprechenden Ablagerungen meint. Die Fundlokalität lieferte bislang nach eigener Kenntnis folgende Trilobiten (\*): Typuslokalität):

***Paralejurus flickorum* n. sp. (\*)**

*Rhenocynproetus* sp. aff. *Rhenocynproetus vanvierseni* BASSE & MÜLLER 2016

*Kaysereps* sp. L. BASSE & MÜLLER 2016

Phacopinae

FLICK et al. (2006: Tab. 1) führten zu ihrem Fundpunkt 6 außerdem noch *Cyphaspis* und *Acastoides* auf. Nach BASSE & MÜLLER (2016) setzen die Rupbach-Schiefer in „Heckelmann-Mühle“ unmittelbar mit SCH VI b ein. Conodontenstratigraphisch ist die Fundlage demnach in die frühe *serotinus*-Biozone einzuordnen.

### 2.1.3 Fundlokalität „Heckelmann Mühle“ – „Riesen“-Bank

Der hier beschriebene *Paralejurus colossicus* n. sp. stammt aus einer an Makrofossilien reichen Fundlage im unmittelbar Hangenden von SCH VI b sensu BASSE & MÜLLER (2016), das heißt aus dem basalen Bereich des Rupbach-Schiefers im Südteil des Steinbruchs an der Heckelmann Mühle. Die kaum drei Dezimeter mächtige Fundschicht streicht hier entlang der Oberkante der Nordwestböschung aus. Es handelt sich dabei um graue und grünlich-graue, gelblich verwitternde Silt- und Tonsteine mit wechselnden Karbonat-Anteilen bis hin zu splittrig harten Karbonat-„Knollen“. Auch der Grad der Schieferung wechselt in der lateralen Verbreitung sowie damit im Zusammenhang die Erhaltungsqualität der Fossilien. Den Hauptanteil des Makrofossil-Inventars stellen Brachiopoden, oft doppelklappig erhalten. Auffällig häufig sind dabei Vertreter der uncinuloiden Art *Oligodermhynchus lodanensis* (BURHENNE 1899). Zur konkreten Benennung der Fundlage erschien eine weitere Unterteilung der Fundortbezeichnungen nach BASSE & MÜLLER (2016) etwa in SCH VI b-b oder SCH V a-a wenig zweckmäßig, da sie sich dafür sowohl von den unmittelbar liegenden Ablagerungen SCH VI b als auch von den hangenden Schichten SCH V a sensu BASSE & MÜLLER (2016) zu sehr unterscheidet. Wegen ihrer Führung des riesenhaften *Paralejurus colossicus* n. sp. (vgl. Abb. 1 u. 2) sowie vergleichsweise vieler Fossilreste der großwüchsi-

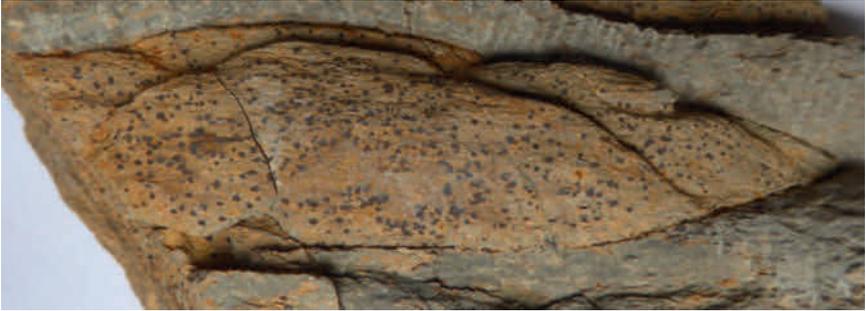


Abbildung 1: Großes, nicht ganz vollständiges, in die Breite deformiertes Cephalon von *Paralejurus colossicus* n. sp., Sedimentabguss der Ventralseite (Steinkern), Frontalansicht (Breite: 105 mm); Foto: Autor.

Figure 1: Large, incomplete, broadly deformed cephalon of *Paralejurus colossicus* n. sp., internal mold (width: 105 mm), anterior view; photo: author.



Abbildung 2: Pygidium von *Paralejurus colossicus* n. sp., Sedimentabguss der Ventralseite (Steinkern), Lateralansicht (Länge: 66 mm); Foto: Autor.

Figure 2: Pygidium of *Paralejurus colossicus* n. sp., internal mold (length: 66 mm), lateral view; photo: author.

gen *Psychopyge psyche* BASSE 2003 wird die Fundschicht hier bezeichnenderweise „Riesen“-Bank genannt. Die insgesamt nicht besonders individuenreiche Trilobitenfauna weist nach bisheriger Kenntnis folgende Formen auf ((\*): Typuslokalität):

***Paralejurus colossicus* n. sp. (\*)**

*Cyphaspis* sp. aff. *Cyphaspis?* sp. L BASSE & MÜLLER 2016

*Cyphaspis* sp. aff. *Cyphaspis kweberi* BASSE & MÜLLER 2016

*Cyphaspis konstantini* ALBERTI 2019 (\*)

*Diademaproetus* sp.

*Rhenocynproetus* sp.

*Ignoproetus?* sp.

*Harpes* sp.

*Acastoides* sp.

*Psychopyge psyche* BASSE 2003

*Morocops (Lahnops)* sp.

*Leonaspis bassei* ALBERTI 2018b (\*)

*Leonaspis* sp. aff. *Leonaspis kleini* BASSE 2004

*Koneprusia chimaera* ALBERTI 2019 (\*)

Die Makrofossilien weisen auffällig oft Epizoen-Bewuchs auf (ALBERTI 2018a). Inwieweit die Ablagerungen möglicherweise etwas jünger sind als die von „Schöne Aussicht“, ließ sich bisher nicht sicher klären (ALBERTI 2018b). Einer biostratigraphischen Einordnung in die frühe *serotinus*-Biozone der Conodonten-Stratigraphie spricht allerdings nichts entgegen. Ein scharfer Kontakt trennt die Fundlage von den hangenden Schichten. Darauf folgt eine fossilfreie, sandige Bank, welche vorbehaltlich näherer Untersuchungen hier als Aschelage bzw. Porphyroid gedeutet wird. Die nachfolgend abgelagerten Rupbach-Schiefer erweisen sich zunächst als auffällig arm an Makrofossilien.

### 3 Material und Erhaltung

Die Originale befinden sich, soweit nicht anders angegeben, in der Sammlung des Verfassers (Sammlung Mirco Alberti, Hainau). Weitere Aufbewahrungsorte der beschriebenen Fossilien sind:

- PWL = Landessammlung für Naturkunde Rheinland-Pfalz, Mainz
- Sammlung Hans-Alfred Knopp, Mündersbach

Die Fossilien liegen ausnahmslos in Steinkern-Erhaltung vor. Die originale Schalensubstanz bzw. deren etwaige Substitution sind dabei aus der Gesteinsmatrix herausgelöst. Der übrig gebliebene Hohlraum lässt sich im Fall der Trilobiten-Fossilien in den Sedimentabguss der Dorsalseite (auch Negativ-Abdruck genannt) sowie den Sedimentabguss der Ventralseite (üblicherweise Steinkern genannt) aufspalten. Zur Darstellung der ursprünglichen Außenstrukturen des Dor-

salpanzers wurden jeweils Silikonabformungen vom Sedimentabguss der Dorsal-  
seite angefertigt. Auf dem Sedimentabguss der Ventralseite zeichnen sich dage-  
gen die viszeralen Strukturen des ursprünglichen Panzers sowie die ursprünglich  
ventralseitig exponierten Strukturen des Trilobitenpanzers ab. Um letztere besser  
hervorzuheben, wurde in einem Fall (Taf. 3, Abb. 22) eine Silikonabformung vom  
Sedimentabguss der Ventralseite hergestellt. Mit Ausnahme der in den Abbildun-  
gen 1, 2, 4 und 5 abgebildeten Steinkerne wurden alle abgebildeten Fossilien mit  
Mangesiumoxid bedampft. Bei allen gezeigten Fossilien ist eine mehr oder weni-  
ger starke tektonische Verformung zu berücksichtigen.

## 4 Systematischer Teil

Stamm **Arthropoda** VON SIEBOLD, 1845  
 Unterstamm **Trilobitomorpha** STØRMER, 1944  
 Klasse **Trilobita** WALCH, 1771

Die Terminologie und verwendete Abkürzungen zur Beschreibung der  
Morphologie (Abb. 3 und 4) richten sich im Wesentlichen nach WHITTINGTON  
& KELLY (1997). Die englischen Termini wurden mangels offizieller deutscher  
Übersetzung in einzelnen Fällen frei übersetzt und richten sich ansonsten nach  
BASSE & MÜLLER (2004: 26-28). In Anlehnung an FEIST et al. (2010) wird bei der  
Beschreibung der Ventralseite des Panzers gelegentlich zwischen viszeralen und  
ventralen Strukturen unterschieden. Während erstere nach innen dem Weichkör-  
per des lebenden Tieres anhafteten, waren letztere ursprünglich nach außen ex-  
poniert. Abweichend von der oben genannten Terminologie wird hier zwischen  
Terrassenleisten auf der Außen- und Innenseite des Dorsalpanzers und Terrassen-  
linien auf der Ventralseite der Umschläge unterschieden.

Ordnung **Corynexochida** KOBAYASHI, 1935  
 Unterordnung **Illaeninae** JAANUSSON, 1959  
 Familie **Scutelluidae** RICHTER & RICHTER, 1955

Der Ansicht von BASSE & MÜLLER (2016) folgend, wird hier die ursprüngliche  
systematische Zuordnung von *Paralejurus* HAWLE & CORDA, 1847 zur Familie  
der gelegentlich mit den Styginidae VOGDES, 1890 synonymisierten Scutelluidae  
RICHTER & RICHTER, 1955 bevorzugt.

Unterfamilie **Paralejurinae** PILLET, 1972  
 Gattung **Paralejurus** HAWLE & CORDA, 1847  
 Typusart: *Bronteus campanifer* BEYRICH, 1845

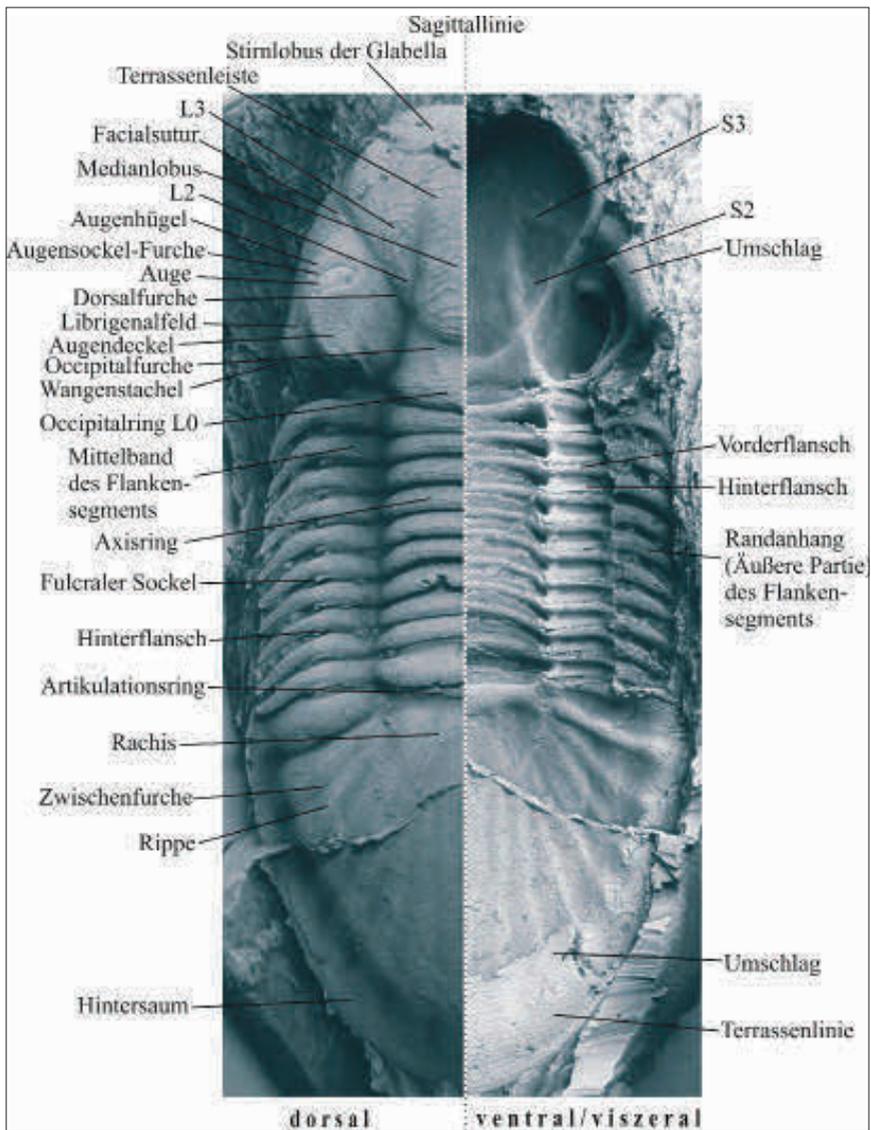


Abbildung 3: Zur verwendeten Terminologie (siehe auch Abb. 4).

Figure 3: Regarding the terminology used (see also fig. 4).

**Diagnose** (emend.): SCHRAUT & FEIST (2004: 714) sowie ergänzende Bemerkungen von BASSE & MÜLLER (2016: 65). Abgesehen von der Feststellung, dass sich unter *Paralejurus* auch sehr großwüchsige Formen ausbildeten, wird die bisherige Diagnose der Gattung durch die Neufunde nicht beeinträchtigt.



Abbildung 4: Leicht beschädigtes Cephalon von *Paralejurus colossicus* n. sp., Sedimentabguss der Ventralseite (Breite: 72 mm). a)-b) Verschiedene Dorsalansichten. Man beachte die ausgeprägten Seitenloben L2 und L3 der Glabella, den klar definierten, nach vorne konisch zulaufenden Medianlobus sowie die deutlichen Terrassenleisten. c) Lateralansicht. Gut zu erkennen ist die linke Facialsutur von  $\alpha$  über die Wendepunkte  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\epsilon$  und  $\zeta$  nach  $\omega$ .

Figure 4: Slightly damaged cephalon of *Paralejurus colossicus* n. sp., internal mold (width: 72 mm). a)-b) Different dorsal views. Note the distinctive glabellar lobes L2 and L3, the well defined median lobe and the pronounced terrace ridges. c) Lateral view. The facial suture from  $\alpha$  via flex points  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\epsilon$  and  $\zeta$  to  $\omega$  is well recognizable.

**Verbreitung und Umfang der Gattung:** siehe BASSE & MÜLLER (2016: 65)

***Paralejurus cameratus*** (MAURER 1876)

(Taf. 1, Abb. 7-12)

- v 2013 *Paralejurus* sp. – ALBERTI, Abb. 4
- v 2015 *Paralejurus cameratus* – ALBERTI
- v 2016 *Paralejurus cameratus* – BASSE & MÜLLER, Taf. 1, Figs. 1-9
- v 2018 *Paralejurus rupbachensis* – BASSE & MÜLLER, Abb. 4 d-g

*Paralejurus cameratus* (MAURER 1876) war bis vor kurzem die einzige aus dem Rupbach-Schiefer dokumentierte Art ihrer Gattung. Die Kenntnis zu dem Taxon aus dem tiefen Rupbach-Schiefer wurde durch BASSE & MÜLLER (2016) erheblich erweitert. Vom Holotypus der Art, einem Pygidium aus dem „Schiefer hinter der Fritzemühle“ (heute Heckelmann Mühle), ist lediglich noch die Zeichnung aus dem 19. Jh. vermittelt. Diese dürfte zwar, wie BASSE & MÜLLER (2016) bemerkten, mehr oder weniger idealisiert dargestellt sein, zeigt damit aber dennoch ein offenbar für die Art ganz charakteristisches Merkmal auf, nämlich die mehr oder weniger deutliche Gliederung der Rachis.

Hiermit wird vorgeschlagen, die dreiteilige Gliederung der Rachis des Pygidiums tatsächlich als diagnostisch relevantes Merkmal des Taxons zu verwenden. Tiere der Art dürften damit auch von *Paralejurus rupbachensis* BASSE & MÜLLER 2018 abzugrenzen sein. Dieses erst kürzlich aufgestellte Taxon kann aus redaktionellen Gründen hier leider nicht mehr näher verglichen werden..

Aus Abraum im südlichen Steinbruchteil von „Heckelmann Mühle“ stammt ein sehr kleines *Paralejurus*-Pygidium (Taf. 1, Abb. 10-11). Von wo genau ist unsicher. Eine Herkunft aus ober-emsischem Rupbach-Schiefer erscheint dagegen ziemlich sicher. Dessen längliche Rachis ist deutlich gegliedert. Der klar herausgehobene sagittale Wulst wird beiderseits von Furchen begrenzt. Wegen der somit klar dreigliedrigen Rachis dürfte das Pygidium *Paralejurus cameratus* (MAURER 1876) zuzuordnen sein. Der Fund lässt annehmen, dass die Ausprägung des Reliefs der Rachis, anders als von BASSE & MÜLLER (2016) angenommen, möglicherweise doch einem ontogenetischen Effekt unterlag. Ihr Relief schien im Verlauf der Ontogenese an Deutlichkeit zu verlieren. Auch das in Abb. 9 gezeigte, vergleichsweise kleine Pygidium weist noch eine deutlich durch einen sagittalen Wulst gegliederte Rachis auf.

***Paralejurus colossicus*** n. sp.

(Abb. 1, 2, 4 und 6; Taf. 2-5, Abb. 13-36)

- v 2018a *Paralejurus* n. sp. A – ALBERTI
- v 2018b *Paralejurus* n. sp. A – ALBERTI

**Etymologie:** *colossicus* (lat.) = riesenhaft, die Großwüchsigkeit der Art beschreibend.

**Holotypus** (hiermit): kleiner, vollständiger Panzer, Sedimentabguss der Dorsalseite, PWL 2018/5325-LS, Taf. 2, Abb. 13-18

**Locus typicus:** Südlicher der beiden Steinbrüche an der Heckelmann Mühle im unteren Wasenbachtal, Makrofossil-reiche Bank im unmittelbar Hangenden von SCH VI b sensu BASSE & MÜLLER (2016), hier „Riesen“-Bank genannt.

**Stratum typicum:** Basaler Rupbach-Schiefer (frühe *serotinus*-Biozone, mittleres Ober-Emsium)

**Material:** siehe Abbildung 1, 2, 4 und 6, Taf. 2-5 sowie einige weitere hier nicht abgebildete Funde.

### Diagnose

*Paralejurus* mit folgenden Merkmalen: Enorme Größen erreichend. Deutlich gefurchte Glabella mit klar markierten Seitenloben L2 und L3 sowie nach vorne konisch zulaufendem, seitlich eingeschnürt wirkendem Medianlobus. Frontaler Umriss des Stirnlobus der Glabella sagittal schwach eingezogen. Augenhügel auffällig stark gewölbt. Schuppenartige Terrassenleisten sowohl auf der Dorsal- als auch der Ventralseite (viszeral) des Panzers; auf dem Cephalon deutlicher hervortretend als auf dem Pygidium. Rückwärtigster Axisring besonders kräftig und breit (tr.); breiter als die Rachis des Pygidiums. Mehr oder weniger zungenförmig ausgelängtes, halbrundes Pygidium breit umsäumt. Undeutlich umrissene Rachis deutlich breiter als lang, ohne wesentliches Relief. Zwischenfurchen, mit Ausnahme der vordersten, vergleichsweise schwach markiert, allerdings im Übergang zum Saum auffällig grubenförmig eingetieft.

### Morphologie

Cephalon: Kein Vordersaum um Frontpartie des Craniums. Stattdessen Stirnlobus der Glabella hier unvermittelt nach ventral in die rostrale Einheit umbiegend. Frontaler Umriss der Glabella sagittal leicht eingezogen. Glabella im Umriss breit birnenförmig, vergleichsweise deutlich differenziert. Gliederung der Glabella dabei viszeral deutlicher hervortretend als dorsalseitig. Medianlobus klar definiert, nach vorne konisch zulaufend, querab der Seitenloben L2 und L3 jeweils eingeschnürt wirkend. L1 mit Medianlobus verschmolzen, lediglich im Umriss als Ausbuchtung am hinteren Rand desselben zu erahnen. L2 und L3 klar vom Medianlobus getrennt. L2 klein, gerundet dreieckig, nach vorne durch breite und flache, vorwärtsgebogen umlaufende S2 vom L3 abgesetzt. L3 groß, gerundet trapezoid. Die breitere (tr.) vordere Seite wird von einer vorwärts gebogenen S3 umgrenzt, welche dorsal kaum, viszeral dagegen recht deutlich zu erkennen ist. Occipitalfurchung breit, vom transversal mit gut abgerundeten Ecken umrissenen Hinterrand des Medianlobus viel deutlicher abgesetzt wirkend als vom breiten Occipitalring. Wendepunkt  $\beta$  der Facialsutur unweit von  $\alpha$ , deutlich vor (exsag.)

dem L3 gelegen. Konkav gebogener vorderer Ast der Suture von  $\beta$  nach  $\gamma$  zunächst parallel zur Dorsalfurche verlaufend, ab der Ebene des L3 (exsag.) weniger stark konvergierend und im hinteren Bereich etwa exsagittal verlaufend.  $\gamma$  ist dadurch deutlich querab (tr.) vom Hinterrand des L2 gelegen.  $\zeta$  kaum weiter abaxial als  $\delta$ . Terrassenleisten auf dorsal exponierten Partien des Cranidiums schuppenartig, grob transversal orientiert; an den lateralen Flanken des Stirnlobus der Glabella als subparallele Linien umlaufend und in den Furchen stark reduziert. Viszeral Terrassenleisten als subparallele Linien lateral und frontal um den Stirnlobus der Glabella umlaufend, in den übrigen Partien des Cranidiums kaum festzustellen. Außenrand der Librigena im vorderen Bereich saumartig, nach hinten in eine steile Flanke übergehend, deren distales Ende mit dem Hinterrand der Librigena in einen kleinen, dreieckig wirkenden Wangenstachel zusammenläuft. Hinterrand der Librigena annähernd transversal. Librigenales Feld unterhalb des Auges steil hügelartig aufgewölbt (hier Augenhügel genannt). Flanken des Augenhügels annähernd senkrecht geneigt, um den Augensockel plattformartig verflachend. Innerhalb dieser Plattform umläuft eine deutlich eingetiefte Furche den Augensockel. Ocellenfeld vergleichsweise niedrig bis auffällig schmal bei großen Individuen. Dorsal schuppenartige Terrassenleisten auf der Librigena, weitgehend transversal ausgerichtet, auf der hinteren Flanke des Augenhügels nach vorne divergierend. Viszeral keine Terrassenleisten auf der Librigena erkennbar.

Thorax: Axis nach hinten bis zum 9. Axisring kaum merklich breiter werdend. Zehnter, rückwärtigster Axisring dagegen merklich breiter (tr.) und kräftiger sowie deutlich breiter (tr.) als die Rachis des Pygidiums. Dorsale Oberfläche der Axisringe mit deutlichen, transversal angeordneten Terrassenleisten. Fulcrale Linien gerade, schwach nach hinten divergierend; ihr Verlauf ist durch den dorsal gut sichtbaren fulcralen Sockel klar markiert. Mittelbänder der Flankensegmente im inneren Bereich (adaxial) gebläht wirkend. Schmale Hinterflansche dorsal deutlich exponiert, mit zum fulcralen Sockel hin rückwärts biegender Hinterrand. Nur in viszeraler Ansicht (Steinkern) erkennbare Vorderflansche etwas breiter (exsag.) wirkend als die Hinterflansche. Äußere (abaxial) Partien bzw. Randaufhänge der Flankensegmente Sensenblattförmig, mit breiter (exsag.) vorwärts gekippter Flanke und schmalere (exsag.) rückwärts exponierter Flanke.

Pygidium: Pygidium etwa um ein Viertel länger als der Thorax. Im Umriss halb-elliptisch bzw. halbrund mit mehr oder weniger merklich zungenförmiger Auslängung. Breiter, nach außen völlig verflachender Hintersaum. Rachis auf dem Steinkern deutlicher umrissen als auf der Dorsalseite, annähernd halbkreisförmig, gelegentlich schwach kantig, sechseckig trapezoid wirkend; deutlich breiter als lang, dabei wesentlich breiter (tr.) als eine Flanke. Die im Wesentlichen ungegliederte Rachis weist nur gelegentlich in ihrem vorderen Drittel ein kaum merkliches Relief in Form zweier ganz schwach angedeuteter Depressionen auf. Kräftiger Artikulationsring („articulating half-ring“), so breit (tr.) wie die Rachis; darauf transversale Terrassenleisten. Vorderste Rippe kräftig, durch eine tiefe Zwischen-

furche vom übrigen Pleuralfeld separiert. Die übrigen Zwischenfurchen sind auf der Plattform nur schwach markiert, dabei nach hinten in ihrer Deutlichkeit abnehmend, genauso wie in adaxiale Richtung. Im Übergang zum Hintersaum sind die insgesamt sieben Zwischenfurchen auffällig grubenartig eingetieft. Auf dem Vorderrand der vordersten Rippe linear angeordnete Terrassenleisten. Ansonsten schuppenartige Terrassenleisten, in gleicher Weise wie auf der Dorsalseite auch viszeral markiert; weitgehend vorwärts-konvex im Bereich des Hintersaums dagegen eher rückwärts-konvex.

Ventralseiten: Das Hypostom ist nicht bekannt, die rostrale Einheit nur von einer Teilansicht (vgl. Taf. 2, Abb. 16-18). Deren ventrale Skulptur besteht demnach aus kräftigen, streng parallelen Terrassenlinien, die nach vorne den Einzug der Glabellafront nachzuzeichnen scheinen. Hier biegt die ventral gewölbte rostrale Einheit nach oben in die Glabella um, ohne dass hierbei eine klare Trennung erkennbar wäre. Die Umschläge der Librigenae reichen bis unter den hinteren und seitlichen Rand der Augensockel-Furche. Ihre ventralseitige Skulptur besteht aus bis zu einem Duzend subparallelen, den Außenrand der Librigena umlaufenden Terrassenlinien. Einige der Terrassenlinien biegen am Hinterrand des Augenhügels in adaxiale Richtung ein (vgl. Taf. 4, Abb. 28). Die Randanhänge der Pleuren erscheinen ventral ohne wesentliche Skulptur. Der unter etwas mehr als dem äußeren Viertel des Pygidiums umlaufende Umschlag weist ventral mindestens 19 deutliche, subparallel umlaufende Terrassenlinien auf.

### Vergleiche

*Paralejurus colossicus* n. sp. sticht aus allen bekannten Arten seiner Gattung durch seinen enormen Größenwuchs heraus. Während sich für die übrigen Formen kaum Größenangaben finden lassen, die die 10-Zentimeter-Marke überschreiten, erreichten Tiere der Art offenbar regelmäßig Größen von 15–20 cm oder gelegentlich sogar deutlich mehr. Nach einer nachrichtlichen Mitteilung von M. BASSE bildete lediglich ŠNAJDR (1960) ein Cranium von *Paralejurus campanifer* BEYRICH, 1845 ab, das zu einem Trilobiten vergleichbarer Größe gehört haben könnte.

Die größten bekannten Individuen von *Paralejurus cameratus* (MAURER 1876) erreichten kaum Längen über 7 cm und damit bei Weitem nicht die Ausmaße von *Paralejurus colossicus* n. sp. Einen den Außenumriss des Cephalons komplett umlaufenden Randsaum (vgl. BASSE & MÜLLER 2016, Taf. 1, Abb. 1-3) kennt man von *Paralejurus colossicus* n. sp. nicht. Dessen wesentlich deutlichere Furchung der Glabella macht sich insbesondere auf der Ventralseite bemerkbar. Genauso erscheinen die Terrassenleisten auf der Ventralseite des Craniums bei *Paralejurus cameratus* nicht annähernd so ausgeprägt wie bei *Paralejurus colossicus* n. sp. Dessen deutlich breiter als lang umrissene Rachis des Pygidiums zeigt nicht die für *Paralejurus cameratus* typische Dreiteilung mit sagittalem Wulst. Dagegen fehlen bei diesem die für *Paralejurus colossicus* n. sp. charakteristischen grubenförmigen Vertiefungen der Zwischenfurchen am Übergang in den Hintersaum.

Ansonsten treten die Zwischenfurchen bei *Paralejurus cameratus* deutlicher in Erscheinung. Anders als bei *Paralejurus cameratus* sind bei *Paralejurus colossicus* n. sp. die Terrassenleisten auf dem Pygidium deutlicher markiert und finden sich auch auf der Ventralseite (viszeral). Von *Paralejurus rupbachensis* BASSE & MÜLLER 2018 (Abb. 4 a-c) unterscheidet sich die neue Art am auffälligsten durch ihre undeutlich umrissene Rachis und die undeutlicher markierten, am Übergang zum breiteren Hintersaum grubenartig eingetieften Zwischenfurchen.

Für Vergleiche mit *Paralejurus flickorum* n. sp. siehe bei diesem.

Die dorsal- wie ventralseitige Terrassenleisten-Skulptur des Pygidiums ähnelt der von *Paralejurus intumescens* (F.A. ROEMER 1855) aus dem Ober-Emsium des Harzes. Allerdings erscheint sie weniger stark ausgeprägt als bei diesem (vgl. BASSE & MÜLLER 2004: Taf. 17, Fig. 207-209). Bei der Harzer Art fehlen die grubenförmigen Vertiefungen im Hintersaum des Pygidiums. Vergleichbar großwüchsige Individuen, wie bei *Paralejurus colossicus* n. sp., sind auch von dieser nicht bekannt.

Die grubenartigen Vertiefungen der Zwischenfurchen am Übergang in den Hintersaum des Pygidiums sind ein auffälliges Artmerkmal von *Paralejurus colossicus* n. sp. Die Art unterscheidet sich dadurch von etlichen ähnlich alten Gattungsvertretern, etwa der Gruppe um *Paralejurus dormitzeri* sowie *Paralejurus applanatus* (NOVÁK 1890) aus dem europäischen Ober-Emsium und *Paralejurus rehamnanus* G. ALBERTI 1970 und *Paralejurus tenuistriatus* SCHRAUT & FEIST 2004 aus Marokko.

Ähnliche Vertiefungen der Zwischenfurchen im Übergang zum Hintersaum des Pygidiums weist *Paralejurus carlsi* SCHRAUT & FEIST 2004 aus dem spanischen Unter-Emsium auf. Ähnlich wie bei *Paralejurus colossicus* n. sp. sind bei diesem auch die Glabellafurchen ziemlich deutlich markiert. *Paralejurus carlsi* unterscheidet sich ansonsten aber deutlich durch seine charakteristische Knötchen-Skulptur sowie seine distal durch ein Grübchen geteilte Mittelrippe. Außerdem treten bei *Paralejurus colossicus* n. sp. die Zwischenfurchen insgesamt viel weniger deutlich in Erscheinung.

*Paralejurus galloisi* (OEHLERT & OEHLERT 1890) aus dem nicht näher spezifizierten Emsium Westfrankreichs wird mit einem abgeknickt abgesetzten äußeren Abschnitt des aufgewölbten Pleuralfeldes beschrieben, was bei *Paralejurus colossicus* n. sp. nicht zu beobachten ist.

Die vor- bis frühemsischen *Paralejurus*-Formen unterscheiden sich in einigen Merkmalen grundsätzlich von den späteren Gattungsvertretern (vgl. SCHRAUT & FEIST 2004), weshalb sie hier nicht näher verglichen werden.

## Diskussion zur Art

*Paralejurus colossicus* n. sp. fällt unter den Formen des Rupbach-Schiefers, aber auch generell unter allen bekannten Arten der Gattung durch seine Großwüchsigkeit auf. Tiere der Art erreichten nicht selten Größen von 15–20 cm, eventuell

sogar deutlich mehr. Selbst die größten bekannten Vertreter der älteren *Paralejurus flickorum* n. sp. sowie der jüngeren *Paralejurus cameratus* (MAURER 1876) und *Paralejurus rupbachensis* BASSE & MÜLLER 2018 reichten größenmäßig kaum an die kleinsten bekannten Individuen der Art heran. Abgesehen von der Größe erweisen sich die Unterschiede zwischen den Arten des Rupbach-Schiefers als vergleichsweise gering. Insofern ließe sich unter Umständen spekulieren, ob die Großwüchsigkeit nicht Ausdruck einer Modifikation sein könnte, bei der es vielleicht, ausgelöst durch besonders günstige Lebensumstände, zur innerartlichen Ausbildung entsprechend großer Individuen kam. Die erkennbaren morphologischen Unterschiede wären damit als ontogenetische Effekte zu deuten. Gegen eine Form von Modifikation spricht allerdings die regelmäßige, sehr deutliche Ausprägung des Größenwuchses; viel mehr aber der Umstand, dass ganz offensichtlich kein Individuum der anderen *Paralejurus*-Formen des Rupbach-Schiefers auch nur ansatzweise entsprechende Größen erreichte. Wie weit die innerartlichen Modifikationen gehen konnten, hing grundsätzlich vom jeweiligen Maß der phänotypischen Plastizität eines Organismus ab. Je stärker ausgeprägt diese war, desto mehr konnten sich Umwelteinflüsse auf das jeweilige Erscheinungsbild von Individuen einer Art auswirken. Da sich alle bekannten Vertreter der übrigen *Paralejurus*-Arten größenmäßig innerhalb offenbar ziemlich fest gesetzter Grenzen bewegten, ist anzunehmen, dass bei diesen das Maß der phänotypischen Plastizität in Bezug auf die Körpergröße nicht besonders hoch gewesen ist. Jedenfalls nicht hoch genug, um die plötzliche innerartliche Ausbildung so viel größerer Formen zu erklären. Die deutlichen Größenunterschiede von *Paralejurus colossicus* n. sp. zu den übrigen *Paralejurus*-Formen des Rupbach-Schiefers dürften demnach tatsächlich eher genetisch bedingt gewesen sein.

***Paralejurus flickorum*** n. sp.

(Taf. 6, Abb. 37-43)

2006

*Paralejurus* sp. – FLICK, FLICK & REQUADT, 31, Tab. 1

**Etymologie:** Nach Prof. Heiner Flick und seinem Sohn Ulrich, die in ihrer Arbeit FLICK et al. (2006) *Paralejurus* aus dem entsprechenden Fundumfeld in „Heckelmann Mühle“ zuerst erwähnten.

**Holotypus** (hiermit): Pygidium, Sedimentabguss der Dorsalseite, PWL 2018/5407-LS, Taf. 6, Abb. 39

**Locus typicus:** Südlicher der beiden Steinbrüche an der Heckelmann Mühle im unteren Wasenbachtal, an Brachiopodenschill und Detritus reiche Silt- und Tonsteinlagen im Topbereich der Nordwestböschung, SCH VI b sensu BASSE & MÜLLER (2016).

**Stratum typicum:** Basaler Rupbach-Schiefer (frühe *serotinus*-Biozone, mittleres Ober-Emsium)

**Material:** siehe Taf. 6 sowie ein weiterer, nicht abgebildeter Pygidium-Steinkern.

### **Diagnose**

*Paralejurus* mit folgenden Merkmalen: Aufgebogener Randsaum um Vorderrand des Cranidium. Glabella kaum gefurcht. Librigenalfeld flach, ohne wesentlich aufgewölbten Augenhügel. Terrassenleisten auf Librigenae, Palpebralloben und Occipitalring, jedoch auf Glabella dorsalseitig genau so wenig erkennbar wie insgesamt auf der Ventralseite (viszeral) des Cephalons. Ocellenfeld vergleichsweise hoch. Breit gesäumtes, annähernd halbkreisförmiges Pygidium mit mäßig eingetieften Zwischenfurchen; davon die vordersten fünf klar markiert. Undeutlich markierte Rachis breiter als lang und selbst bei kleinen Individuen kaum merklich gegliedert. Schuppenartig wirkende Terrassenleisten auf dem Pygidium nur schwach angedeutet.

### **Morphologie**

Cephalon: Vorderrand des Cranidium mit deutlich ausgeprägtem, aufgebogenem Randsaum (Vordersaum). Vorderast der Facialsutur annähernd parallel zur Dorsalfurche verlaufend. Glabella ohne erkennbare Gliederung oder Skulptur, weder dorsal noch ventral (viszeral). Spindelförmiger Occipitalring mit kräftigen, transversalen Terrassenleisten. Querbinder-(Fliegen-)förmig umrissene Occipitalfurchen, adaxial verflachend. Kurze transversale Terrassenleisten auf dem halbkreisförmigen Augendeckel. Librigenalfeld flach. Augenhügel nicht wesentlich aufgewölbt. Ocellenfeld vergleichsweise hoch. Augensockel von deutlicher Furche umgrenzt. Terrassenleisten zum Hinterrand der Librigena kräftiger werdend; am distalen Hinterrand transversal, sonst schräg nach vorne divergierend und zum Außenrand der Librigena vorwärts bis vorwärts-konvergierend umbiegend. Viszeral keine Terrassenleisten auf der Librigena oder dem Palpebrallobus erkennbar. Hinterrand der Librigena annähernd transversal.

Pygidium: Pygidium im Umriss angenähert halbkreisförmig, breit umsäumt. Mäßig tiefe Zwischenfurchen von vorne nach hinten an Deutlichkeit abnehmend, adaxial verflachend und, mit Ausnahme der vordersten Furche, im inneren Bereich der Plattform annähernd verschwindend. Zumindest die vorderen fünf Zwischenfurchen sind deutlich markiert. Undeutlich markierte Rachis im Umriss merklich breiter als lang, ohne wesentliches Relief, selbst bei kleinen Individuen. Dorsal- und Viszeralansicht des Pygidiums unterscheiden sich hinsichtlich der groben Reliefmerkmale nicht merklich. Die auf der Dorsalseite ziemlich schwach angedeuteten, schuppenartig wirkenden Terrassenleisten sind viszeral noch schwieriger bis gar nicht auszumachen.

Ventralseiten: Rostrale Einheit, Hypostom und Umschläge der Librigenae sind nicht bekannt. Unter etwa dem äußeren Drittel des Pygidiums umlaufender Umschlag mit um die 22 deutlichen, subparallel umlaufenden Terrassenlinien.

## Vergleiche

*Paralejurus flickorum* n. sp. unterscheidet sich von *Paralejurus cameratus* (MAURER 1876) durch die im Verhältnis zu ihrer Länge deutlich breitere Rachis des Pygidiums. Diese ist offenbar auch bei kleineren Individuen nicht merklich gegliedert und wesentlich undeutlicher umrissen als bei *Paralejurus rupbachensis* BASSE & MÜLLER 2018.

Die Art erreicht bei Weitem nicht die Ausmaße von *Paralejurus colossicus* n. sp. sondern dürfte den bisher bekannten Funden zufolge kaum Längen von 10 cm erreicht haben. Die auffälligsten morphologischen Unterschiede ergeben sich aus dem Fehlen der grubenförmigen Vertiefungen am Übergang der Zwischenfurchen in den Hintersaum des Pygidiums und den undeutlicheren Terrassenleisten auf dem Pygidium sowie aus dem aufgebogenen Randsaum um den Vorderrand der Glabella. Das Sehfeld der Augen (Ocellenfeld) wirkt höher als bei *Paralejurus colossicus* n. sp., die Librigena dagegen vergleichsweise flach, ohne auffälligen Augenhügel.

*Paralejurus intumescens* (F.A. ROEMER 1855) unterscheidet sich von der neuen Art durch seine stark ausgeprägte Terrassenleisten-Skulptur auf der Dorsal- und Ventralseite des Pygidiums.

Auch bei *Paralejurus rehamnanus* G. ALBERTI 1970 sind die Terrassenleisten auf dem Pygidium stärker ausgeprägt. Dieser unterscheidet sich, genauso wie die andere ähnlich alte marokkanische Art *Paralejurus tenuistriatus* SCHRAUT & FEIST 2004, außerdem durch den weniger breiten Pygidium-Saum. Zwar ist der Wangenstachel von *Paralejurus flickorum* n. sp. bisher unbekannt. Der vorliegende Cephalonrest lässt allerdings erahnen, dass seine Wangenstacheln kürzer gewesen sein dürften als bei den marokkanischen Arten.

Eine für *Paralejurus applanatus* (NOVÁK 1890) beschriebene auffällig flache Wölbung des Panzers (BASSE 1994) lässt sich bei *Paralejurus flickorum* n. sp. nicht feststellen.

Unterschiede zu Artgruppe um *Paralejurus dormitzeri* lassen sich mit dem vorhandenen Material allenfalls am bei *Paralejurus flickorum* n. sp. ziemlich breiten Hintersaum des Pygidiums festmachen.

Von *Paralejurus galloisi* (OEHLERT & OEHLERT 1890) unterscheidet sich *Paralejurus flickorum* n. sp. aufgrund des fehlenden Knicks im Pleuralfeld des Pygidiums.

*Paralejurus carlsi* SCHRAUT & FEIST 2004 unterscheidet sich deutlich durch seine grubenartigen Vertiefungen im Saum des Pygidiums und die auffällige Knötchen-Skulptur.

Aus den gleichen Gründen wie bei *Paralejurus colossicus* n. sp. wird auf Vergleiche mit deutlich älteren vor- oder frühemsischen Formen verzichtet.

## Diskussion zur Art

Eine Unterscheidung von *Paralejurus flickorum* n. sp. und den jüngeren *Para-*



Abbildung 5: *Paralejurus* sp. S aus dem basalen Rupbach-Schiefer von „Schöne Aussicht“ (Sedimentabguss der Ventralseite; Länge: 108 mm; legit, Sammlung und Fotos: Hans-Alfred Knopp, Mündersbach).

Figure 5: *Paralejurus* sp. S from the basal Rupbach Shales of „Schöne Aussicht“ (internal mold; length: 108 mm; collection and photos: Hans-Alfred Knopp, Mündersbach).

*lejurus cameratus* (MAURER 1876) und *rupbachensis* BASSE & MÜLLER 2018 ist anhand des zahlenmäßig geringen, nicht optimal erhaltenen Materials schwierig. Insbesondere, wenn man möglicherweise entsprechend BASSE & MÜLLER (2016) keine ontogenetischen Effekte auf deren Form der Rachis annehmen sollte bzw. überhaupt der Gliederung ihrer Rachis, wie diese, wenig diagnostische Bedeu-

tung zuteil werden lässt. Tatsächlich geschieht die Abgrenzung der Art zu einem wesentlichen Teil eher als Konsequenz stratigraphischer Erwägungen. Von der jüngeren *Paralejurus colossicus* n. sp. unterscheidet sie sich jedenfalls eindeutiger. Deren Vorkommen trennt die Vorkommen von *Paralejurus flickorum* n. sp. im basalen Rupbach-Schiefer von denen der Arten *Paralejurus cameratus* und *rupbachensis* im jüngeren, tiefen Rupbach-Schiefer. In den dazwischenliegenden Abfolgen fehlen Funde von Formen, die *Paralejurus flickorum*, *Paralejurus rupbachensis* oder *Paralejurus cameratus* entsprechen könnten.

### *Paralejurus* sp. S

(Abb. 5)

v	2016a	<i>Paralejurus</i> sp. – ALBERTI, 14, Abb. 16
v	2016	<i>Paralejurus</i> - BASSE & MÜLLER, 20
v	2018b	<i>Paralejurus</i> sp. – ALBERTI
v	2018	<i>Paralejurus</i> sp. – BASSE & MÜLLER, Abb. 4 h

**Material:** Der in Abb. 5 gezeigte vollständige Panzer aus dem basalen Rupbach-Schiefer des Schieferlagers der Grube „Schöne Aussicht“ ist der bislang einzige dokumentierte Fund der Gattung *Paralejurus* von hier. Daneben liegt mittlerweile noch ein recht großes Cranidium vor. Die, bedingt durch die Schieferung und Verwitterung, mäßige Erhaltung erlaubt kaum eine Beschreibung von morphologischen Einzelheiten.

**Morphologie:** Soweit erhaltungsbedingt erkennbar, *Paralejurus* mit folgenden Merkmalen: Vergleichsweise großwüchsige Form. Cephalonrand saumartig. Hinterrand der Librigena annähernd gerade, daran distal ein kurzer, dreieckiger Wangenstachel. Ausgeprägte Terrassenleistenskulptur auf dem Cranidium; umlaufend auf dem Frontomedianlobus. Pygidium mit vergleichsweise breitem, randlich aufgebogen wirkendem Hintersaum. Unter dem äußeren Drittel des Pygidiums umlaufender Umschlag mit mindestens 20 deutlichen, subparallel umlaufenden Terrassenlinien.

**Vergleiche:** Die mäßige Erhaltung der Funde von *Paralejurus* sp. S erlaubt keinen sinnvollen Vergleich mit den bekannten *Paralejurus*-Arten des Rupbach-Schiefers. Aus stratigraphischer Sicht dürfte eine Zuordnung zu *Paralejurus colossicus* n. sp. oder *Paralejurus flickorum* n. sp. wohl eher in Betracht zu ziehen sein als zu den jüngeren *Paralejurus cameratus* (MAURER 1876) und *Paralejurus rupbachensis* BASSE & MÜLLER 2018. Das abgebildete Individuum ist mit 108 mm Länge vergleichsweise groß, was vielleicht aber auch ein Effekt der Schieferung sein kann.

## 5 Diskussion

SCHRAUT & FEIST (2004) schlossen aus der allgemeinen Morphologie von *Paralejurus* und dessen offenbar bevorzugten Lebensräumen auf eine semi-endobenthische Lebensweise. Auch FEIST et al. (2010) nahmen an, dass Vertreter von *Paralejurus* einen wesentlichen Teil ihres Lebens im Sediment vergraben verbrachten. Eine grabende Lebensweise mag jedoch auf die älteren Formen der Gattung eher zugetroffen haben als auf phylogenetisch jüngere mit deutlichem, abgeflachtem Hintersaum um das Pygidium. Zu letzteren zählen auch die bekannten Formen des Rupbach-Schiefers. Während insbesondere die gewölbte, kompakte Form von *Paralejurus* als Anpassung an eine grabende Lebensweise angeführt wird, ist die Ausbildung eines krepfenartigen Hintersaums am Pygidium nicht so recht damit in Einklang zu bringen. Zumal SCHRAUT & FEIST (2004) die Ausbildung eines solchen Saums sogar als morphologischen Trend in der evolutionären Entwicklung der Gattung benennen. Damit gleichgehend beschreiben FEIST et al. (2010) einen evolutionären Trend zu perfekter Einrollung bei den späteren, oberemersischen bis frühmitteldevonischen Formen. Sie nahmen dazu an, dass sich *Paralejurus* insbesondere bei gelegentlichen Aufenthalten auf der Sedimentoberfläche zum Schutz vor nekto-benthischen Fressfeinden einrollte. Wobei ein schnelles Einwühlen in den Meeresboden für einen grabend lebenden Trilobiten dagegen sicherlich die bessere Schutzstrategie gewesen wäre. Wenn FEIST et al. (2004) hierzu sogar ausführen, dass je mehr die Lebewesen im Sediment vergraben lebten, sie damit desto weniger Fressfeinden ausgesetzt waren und somit weniger zur Einrollung neigen mussten, argumentieren sie hiermit eigentlich gegen den von ihnen festgestellten Trend zur perfekter Einrollung. Sofern nämlich *Paralejurus*, wie sie annehmen, tatsächlich vorrangig grabend gelebt haben sollte, wäre ein solcher Entwicklungstrend wohl nicht erforderlich gewesen. Genauso wäre dann auch hinsichtlich der Morphologie von *Paralejurus* eher ein gegenläufiger Trend zu erwarten gewesen, nämlich eine weitere Kompaktion des Trilobitenpanzers und nicht, wie es der Trend zeigt, die zunehmende Ausbildung eines krepfenartigen Hintersaums am Pygidium entwicklungsgeschichtlich jüngerer Formen der Gattung. Beide Trends deuten demnach vielmehr auf eine Abkehr von einer ursprünglich im Sediment grabenden, semi-endobenthischen hin zu einer mehr an der Sedimentoberfläche orientierten oder gar epibenthischen Lebensweise im Laufe der Entwicklungsgeschichte von *Paralejurus* hin. Die im Querschnitt glockenförmigen Pygidien der späten *Paralejurus*-Formen wirken mehr so, als ob sie mit ihrem abgeflachten Saum an ein Leben auf dem flachen Meeresboden angepasst waren. Das gleiche gilt für die vergleichsweise kräftig umsäumten Cephalä. Möglicherweise wirkte der Panzer damit, angepresst auf den Meeresboden, tatsächlich auch wie eine Saugglocke. Das dürfte etwaigen Beutegreifern erschwert haben, die Trilobiten im schnellen Zugriff vom Meeresgrund abzuheben bzw. umzudrehen und zu erbeuten. Durch die weitgehend strukturlose Oberfläche des Trilobitenpanzers

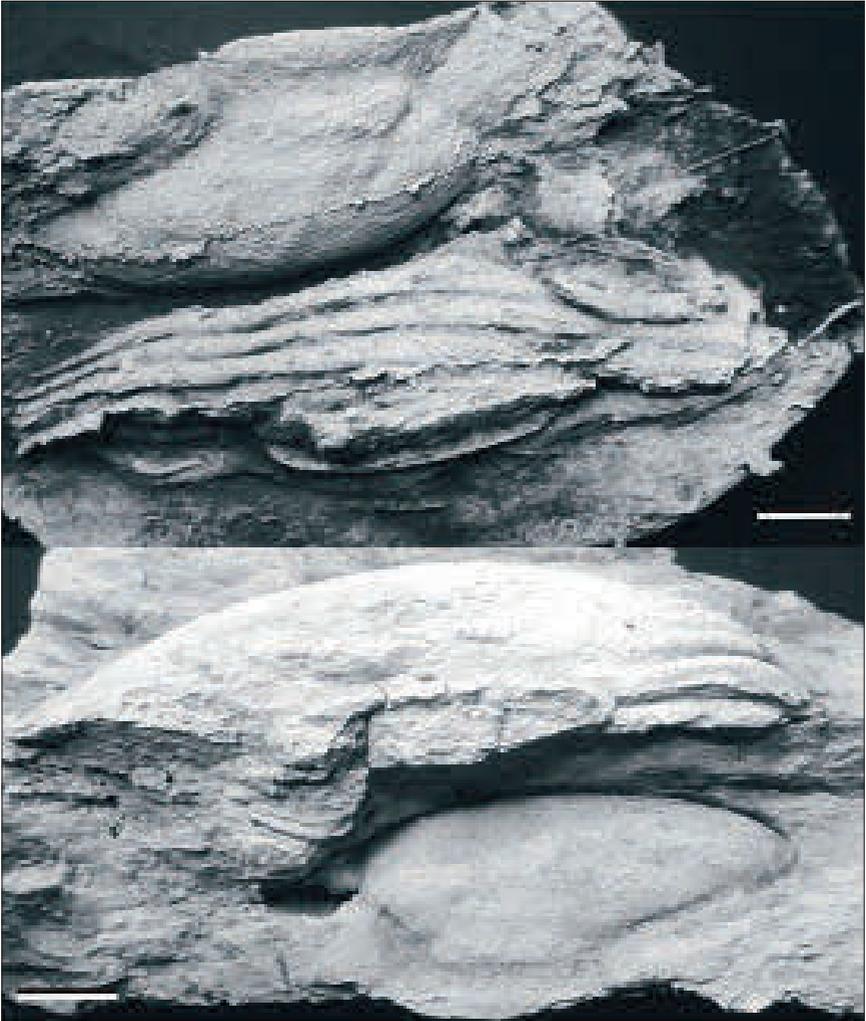


Abbildung 6: Disartikulierte Panzerreste von *Paralejurus colossicus* n. sp., vermutlich einer Exuvie. Oben: Silikonabformung vom Sedimentabguss der Dorsalseite. Unten: Steinkern desselben Individuums (Maßstab jeweils 10 mm).

Figure 6: Disarticulated specimen of *Paralejurus colossicus* n. sp., presumably an exuvia. Above: Silicone cast of the external (dorsal) mold. Below: Internal mold of the same specimen (scale bars: 10 mm).

wurde dabei ein stabiler Zugriff des Räubers vermutlich zusätzlich erschwert. Das konnte den Trilobiten für den Fall, dass der Räuber weiter nachgreifen wollte, gegebenenfalls ausreichend Zeit verschaffen, um sich in das Sediment zu flüchten oder einzurollen. Der evolutionäre Trend zur perfekten Einrollung lässt dabei ei-

nen Trend zur Bevorzugung der letzteren Strategie vermuten. Mit einer Abkehr von der endobenthischen Lebensweise stand vielleicht auch der morphologische Trend zur Ausbildung von Wangenstacheln im Zusammenhang, den SCHRAUT & FEIST (2004) bei den späteren *Paralejurus*-Formen feststellten. ALBERTI (2015) nahm eine unterstützende Funktion der Wangenstacheln beim Häutungsvorgang mancher Trilobiten an (Abb. 6). Diesen muss man sich aufgrund des breit umgeschlagenen Cephalon- und Pygidiumpanzers bei *Paralejurus* wahrscheinlich vergleichsweise schwierig vorstellen. Die grabend lebenden frühen Formen der Gattung dürften sich noch bevorzugt infaunal gehäutet haben, wobei die Reibungswirkung des Sediments das Abstreifen des Panzers erleichterte. Sofern sie tatsächlich eher epibenthisch lebten, mussten die späteren Formen dafür andere Strategien entwickeln. Hierzu konnten Panzeranhänge hilfreich sein, die zum Abstreifen der Exuvie mit dem Untergrund verankert wurden. Möglicherweise konnten die späteren *Paralejurus*-Formen ihre Wangenstachel nutzen, indem sie diese im Boden verhakten, um ihren Häutungsvorgang zu erleichtern (vgl. ALBERTI 2015, Abb. 8 und 18).

Auffällig viele der Makrofossilien in den basalen Rupbach-Schiefern von „Hekkelmann Mühle“ zeigen ursprünglichen Epizoen-Bewuchs (ALBERTI 2018a). Bei vielen davon lässt sich nicht mehr nachvollziehen, ob die Besiedlung noch zu Lebzeiten des besiedelten Organismus stattgefunden hatte oder nach dessen Ableben. Darunter sind auch einige *Paralejurus*-Reste. Bekannt sind hierbei Besiedlungen durch tabulate und rugose Korallen sowie weitere nicht näher bestimmbare Zooarien mit meist flächiger Ausbreitungsform. Hierbei kann es sich sowohl um tabulate Korallen als auch um Bryozoen, Schwämme oder Foraminiferen gehandelt haben. Nur auf den Panzerresten von *Paralejurus* ließen sich bislang nicht näher bestimmte Inkrustationen feststellen, die in einigen Fällen an *Cornulites* erinnern. Sollten sich manche der Besiedlungen tatsächlich als Bewüchse zu Lebzeiten der Trilobiten herausstellen, wäre dies wohl als weiteres Indiz dafür zu deuten, dass die Lebensweise der späteren *Paralejurus*-Vertreter nicht so sehr endobenthisch geprägt war, wie bislang angenommen.

Die auffällige Großwüchsigkeit von *Paralejurus colossicus* n. sp. spricht für ein besonders günstiges Lebensumfeld der Trilobiten. Ob der Riesenwuchs auf Modifikation zurückzuführen oder genetisch bedingt war, ist dabei unerheblich. Beide Möglichkeiten sind im Zusammenhang mit den damaligen Umweltbedingungen zu sehen. Die riesenhaften *Paralejurus* erscheinen im oberen Bereich einer Abfolge siltiger, karbonathaltiger Tonsteine, die nach ALBERTI (2018a) das Abtauchen des damaligen Meeresbodens unter die Wellenbasis markiert, der sogenannten „Riesen“-Bank. In ihrem Lebensraum herrschten Schlammbodenbedingungen vor; die Sedimentationsraten und Wasserbewegungen müssen phasenweise gering gewesen sein. Lediglich durch den Einfluss von Sturmwellen dürften die ruhigen Ablagerungsverhältnisse gelegentlich gestört worden sein. Das Ökosystem lag somit sehr wahrscheinlich noch in der photischen Zone. Die wenige Dezime-

ter mächtige Gesteinsfolge lässt gelegentlich ein bioturbates Bodengefüge erkennen, was auf eine mehr oder weniger reiche Lebewelt und entsprechendes Nahrungsangebot innerhalb des damaligen Meeresbodens schließen lässt. Die Verhältnisse entsprachen damit im Wesentlichen jenen, die auch SCHRAUT & FEIST (2004) sowie FEIST et al. (2010) für die von *Paralejurus* bevorzugten Lebensräume angeführt hatten. Für den enormen Größenwuchs der hiesigen Gattungsvertreter müssen im Lebensraum der „Riesen“-Bank vermutlich aber noch weitere positive Einflüsse hinzugetreten sein. Möglicherweise liefern dafür die speziellen Ablagerungsverhältnisse eine Erklärung, die sich aus der Subsidenz des hiesigen Meeresbodens ergeben hatten. Dessen Absenkung geschah offenbar in Schüben, was den abrupten Übergang der „Riesen“-Bank aus den mit Detritus und Brachiopodenschill angereicherten Abfolgen von SCH VI b erklärt. Diese entstanden wahrscheinlich noch oberhalb der Wellenbasis und somit in einem eher für die rheinische Fazies typischen Milieu. Die Brachiopodenschille der rheinischen Fazies bildeten abseits der Riffe sehr reichhaltige Ökosysteme (ALBERTI 2016b). Die nährstoffreichen Überreste eines solchen versunkenen und abgestorbenen Schill-Standortes bildeten vermutlich die Grundlage für ein reichhaltiges Bodenleben in den darauf lagernden Schlämmen der „Riesen“-Bank. Davon könnte *Paralejurus colossicus* n. sp. besonders profitiert haben. Dass nicht bereits *Paralejurus flickorum* n. sp. als unmittelbarer Bewohner der Schille entsprechende Ausmaße erreichte, lag vielleicht daran, dass sich *Paralejurus colossicus* n. sp. als Sekundärkonsument von speziellen bodenlebenden Organismen ernährte, die sich erst im Schlamm der „Riesen“-Bank angesiedelt hatten, um den nährstoffreichen Detritus im Untergrund zu verwerten. Oder aber die etwaig „frisch“ eingewanderte Form hatte sich noch nicht evolutionär an die vorherrschenden Lebensbedingungen angepasst. *Paralejurus flickorum* n. sp. ist der früheste bekannte Vertreter seiner Gattung im Rupbach-Schiefer. Die Annahme, dass *Paralejurus flickorum* möglicherweise eine noch nicht wirklich an die gegebenen Lebensumstände angepasste Form darstellte, würde die genetische Abgrenzung beider Arten unterstützen. Zumal die phänotypische Plastizität von *Paralejurus flickorum* n. sp. vor diesem Hintergrund tatsächlich wenig ausgeprägt gewesen sein musste. *Paralejurus colossicus* n. sp. wäre dann vermutlich in der direkten Abstammungslinie von *Paralejurus flickorum* n. sp. einzuordnen. Das Verschwinden von *Paralejurus colossicus* n. sp. koinzidiert in „Heckelmann Mühle“ mit der abrupten Einschaltung einer auffällig fossilfreien, sandigen Bank. Vorbehaltlich näherer Untersuchungen handelt es sich dabei wahrscheinlich um eine Asche- bzw. Porphyroidlage. Im Zusammenhang mit einem deutlich verarmt wirkenden Makrofossilien-Befund in den zunächst darauffolgenden Rupbach-Schiefern lässt sich vermuten, dass hierdurch ein katastrophales Ereignis markiert wird, welches vielleicht zur Auslöschung einiger spezieller Faunenelemente der „Riesen“-Bank geführt haben mag.

## 6 Ausblick

Der markante biofazielle Wechsel an der Basis der Rupbach-Schiefer ist immer noch wenig verstanden. Dass sich der Fazieswechsel auch auf die Trilobiten-Fauna auswirkte, war längst bekannt und zumindest auf Gattungsebene mit dem Verschwinden rheinischer und dem Auftreten herzynischer Formen belegt. ALBERTI (2018b) hatte am Beispiel von *Leonaspis* festgestellt, dass innerhalb der herzynischen Gattungen gegebenenfalls zwischen den Taxa des basalen und des tiefen Rupbach-Schiefers unterschieden werden muss. Dieser Befund wird durch die Kenntnis von *Paralejurus flickorum* n. sp. und *Paralejurus colossicus* n. sp. des basalen Rupbach-Schiefers bestätigt und erweitert. Zusammen mit *Paralejurus cameratus* (MAURER 1876) und *Paralejurus rupbachensis* BASSE & MÜLLER 2018 aus dem tiefen Rupbach-Schiefer sind auffällig viele Formen einer Trilobiten-Gattung in vergleichsweise enger stratigraphischer Abfolge belegt. Möglicherweise spiegelt das eine rasche und in Schüben vorstattengehende Subsidenz des damaligen Lebensraumes wider, wie sie ALBERTI (2018a) vermutete. Wie sich das für die übrigen Taxa des frühen und tiefen Rupbach-Schiefers verhält, bleibt noch näher zu untersuchen. In weiteren Untersuchungen und einer möglichst umfassenden Dokumentation des taxonomischen Bestandes wird ein mögliches Potenzial zum besseren Verständnis des biofaziellen Wechsels im frühen Rupbach-Schiefer gesehen. Umgekehrt lassen sich daraus möglicherweise auch Rückschlüsse auf die vielfach noch wenig bekannten Lebensweisen der verschiedenen Trilobiten erwarten.

## 7 Danksagung

Den folgenden Herren danke ich herzlich für ihre Unterstützung zu dieser Arbeit. Herrn Martin Basse, Bochum, für den ein oder anderen sachdienlichen Hinweis, Herrn Hans-Alfred Knopp, Mündersbach, für die Zurverfügungstellung von Fotos seines *Paralejurus* sp. S und Herrn Allart P. Van Viersen vom Naturhistorisch Museum Maastricht für die Durchsicht des Manuskripts.

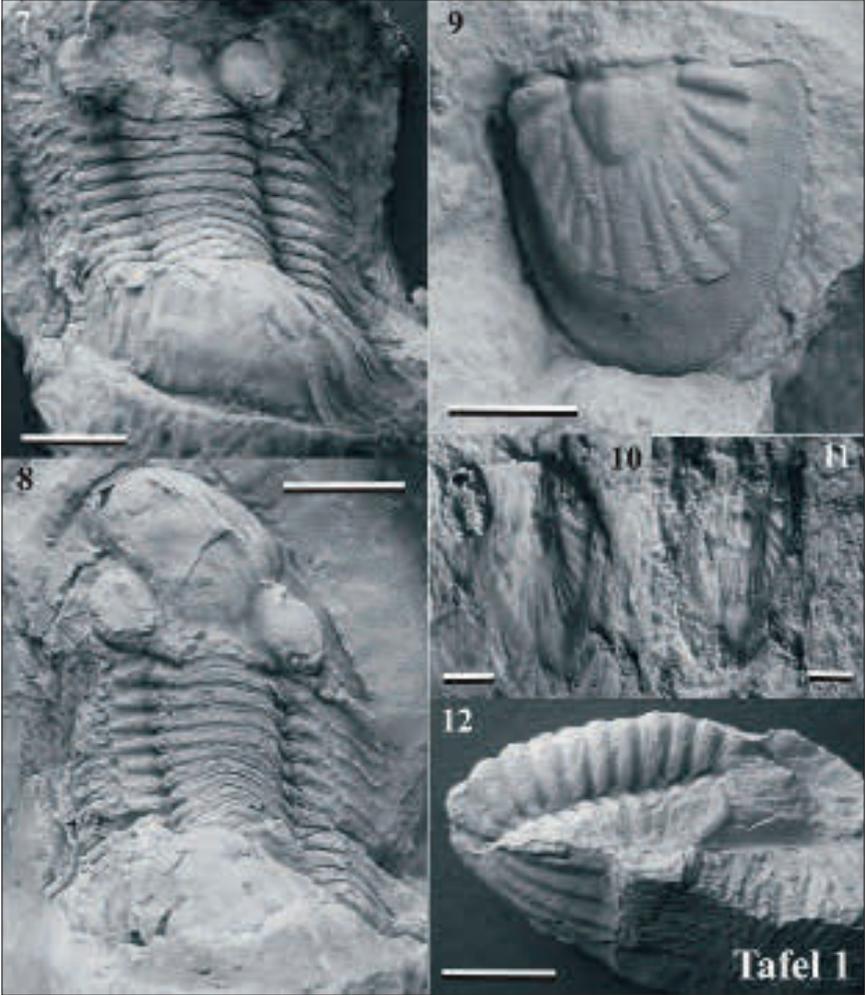
## 8 Literatur

- ALBERTI, G. (1970): Die Trilobiten des jüngeren Siluriums sowie des Unter- und Mitteldevons, II. – Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft, **525**: 1-233; Frankfurt a. M.
- ALBERTI, M. (2015): Zum Häutungsverhalten einiger Trilobiten aus den Rupbach-Schiefern (spätes Oberemsium bis frühes Eifelium; Südwestliche Lahn-Mulde; Rhenoherynikum). – Mainzer geowiss. Mitt., **43**: 25-66; Mainz.

- ALBERTI, M. (2016a): Rupbach-Trilobiten aus dem Schieferlager „Schöne Aussicht“. – Fossilien, **4/16**: 8-19; Wiebelsheim.
- ALBERTI, M. (2016b): Brachiopoden-Habitate im rheinischen Unterdevon-Meer. – Fossilien, **6/16**: 10-18; Wiebelsheim.
- ALBERTI, M. (2018a): Jeder Hartgrund zählte – Die Epizoofauna im frühen Rupbach-Schiefer. – Fossilien, **5/18**: 8-18; Wiebelsheim.
- ALBERTI, M. (2018b): *Leonaspis bassei* n. sp. (Trilobita, Odontopleuridae) aus dem frühen Rupbach-Schiefer (Ober-Emsium; Rhenohertzynikum). – Mainzer geowiss. Mitt., **46**: 7-22; Mainz.
- ALBERTI, M. (2019): Die Trilobiten *Cyphaspis konstantini* n. sp. (Aulacopleuridae) und *Koneprusia chimaera* n. sp. (Odontopleuridae) aus dem basalen Rupbach-Schiefer (Ober-Emsium; Rhenohertzynikum). – Mainzer geowiss. Mitt., **47**: 27-54; Mainz.
- BASSE, M. (1994): Kellerwald-Trilobiten: Arten und Verbreitung. – Fossilien, **6/1994**: 334-339; Wiebelsheim.
- BASSE, M. (2003): Eifel-Trilobiten 2. Phacopida 1: Cheiruriden, Acasten, Asteropygen. – 1-200; Korb (Goldschneck-Verlag).
- BASSE, M. & MÜLLER, P. (2004): Eifel-Trilobiten III. Corynexochida, Proetida (2), Harpetida, Phacopida (2), Lichida. – 261 S.; Wiebelsheim (Quelle & Meyer).
- BASSE, M. & MÜLLER, P. (2016): Trilobiten aus dem Ober-Emsium und frühen Eifelium der südlichen Lahnmulde (Rupach-Schiefer, Leun-Schiefer und Ballersbach-Kalk). – Abhandlungen der Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung, **572**: 329 S.; Frankfurt a. M.
- BASSE, M. & MÜLLER, P. (2017): Revision einiger Trilobiten aus dem Devon des Lahn-Dill-Gebietes (Grenzbereich Emsium/Eifelium, Rhenohertzynikum). – Mainzer geowiss. Mitt., **45**: 203-242; Mainz.
- BASSE, M. & MÜLLER, P. (2018): Status quo der Funde von *Paralejurus* aus den deutschen Varisziden (Trilobita, spätes Silur bis frühes Mitteldevon). – Mainzer geowiss. Mitt., **46**: 129-154; Mainz.
- BEYRICH, E. (1845): Ueber einige böhmische Trilobiten. – 1-47; Berlin (Reimer).
- BURHENNE, H. (1899): Beitrag zur Kenntnis der Fauna der Tentaculitenschiefer im Lahngebiet mit besonderer Berücksichtigung der Schiefer von Leun unweit Braunfels. – Abh. Preuss. Geol. L.-Anst., N.F., **29**: 1-56; Berlin.
- FEIST, R., LEROSEY-AUBRIL, R. & JOHNSON, R. (2010): Coaptive devices, enrollment, and life habits in *Paralejurus*, a particular case in scutelluid trilobites. – Paleodiversity and Paleoenvironments, **90** (2): 125-137; Frankfurt a. M. (Senckenberg).
- HAWLE, I. & CORDA, A. J. C. (1847): Prodrom einer Monographie der böhmischen Trilobiten. – 1-176; Prag (Calve).
- JAANUSSON, V. (1959): Order Illaenina JAANUSSON, nov. – In: MOORE, R.C. (Ed.): Treatise on Invertebrate Paleontology. Part O. Arthropoda I (Trilobitomorpha). – 365-415; Lawrence / Kansas (The University of Kansas Press, The Geological Society of America).
- KAYSER, E. (1884): Die Orthocerasschiefer zwischen Balduinstein und Laurenburg an der Lahn. – Jb. Preuss. Geol. L.-Anst., **1884** (für 1883): 1-56; Berlin.
- KOBAYASHI, T. (1935): The Cambro-Ordovician formations and faunas of South Chosen. Paleontology. Part 3. Cambrian faunas of South Chosen with a special study on the Cambrian trilobite genera and families. – Journal of the Faculty of Science, Imperial University of Tokyo, Section II, **4** (2): 49-344; Tokio.

- MAURER, F. (1876): Paläontologische Studien im Gebiet des rheinischen Devon. 3. Die Thonschiefer des Ruppbachthales bei Diez. – N. Jb. Min., Geol., Paläontol., **1876**: 808-848; Stuttgart.
- MAURER, F. (1896): Paläontologische Studien im Gebiet des rheinischen Devon. 10. Nachträge zur Fauna und Stratigraphie der Orthoceras-Schiefer des Ruppbachthales. – N. Jb. Min., Geol., Paläontol.; Beilage-Band, **10**: 613-756; Stuttgart.
- NOVÁK, O. (1890): Vergleichende Studien an einigen Trilobiten aus dem Hercyn von Bicken, Wildungen, Greifenstein und Böhmen. – Paläontologische Abhandlungen, Neue Folge, **1** (3): 1-46; Jena (G. Fischer).
- PILLET, J. (1972): Les trilobites du Dévonien inférieur et du Dévonien moyen du Sud-Est du Massif armoricain. – Société d'Études Scientifiques de l'Anjou, Les Mémoires, **1**: 1-307; Angers.
- RICHTER, R. & RICHTER, E. (1955): Scutelluidae n. n. (Tril.) durch „kleine Änderung“ eines Familien-Namens wegen Homonymie. – Senckenbergiana Lethaea, **36** (3/4): 291-293; Stuttgart (Schweizerbart).
- ROEMER, F.A. (1855): Beiträge zur Kenntnis des nordwestlichen Harzgebirges. – Dritte Abtheilung. Palaeontographica, **5**: 1-40; Cassel (Th. Fischer).
- SCHRAUT, G. & FEIST, R. (2004): The Devonian styginid trilobite *Paralejurus*, with new data from Spain and Morocco. – Journal of Paleontology, **78** (4): 709-722; Cambridge (Cambridge University Press).
- SCHUBERT, M. (1996): Die dysaerobe Biofazies der Wissenbacher Schiefer (Rheinisches Schiefergebirge, Harz, Devon). – Göttinger Arb. Geol. Pal., **68**: 1-131; Göttingen.
- SIEBOLD, C.T. von (1845): 1. Abth.: Wirbellose Thiere, 1. Heft. – In: SIEBOLD, C.T. von, STANNIUS, H. (Hrsg.): Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. – 1-192; Berlin (Veit & Comp).
- ŠNAJDR, M. (1960): Studie o čeledi Scutelluidae (Trilobitae). [A study of the family Scutelluidae (Trilobitae)]. – Rozprawy Ústředního ústavu geologického, **26**: 1-263; Prag.
- STØRMER, L. (1944): On the relationships and phylogeny of fossil and recent Arachnomorpha. A comparative study on Arachnida, Xiphosura, Eurypterida, Trilobita, and other fossil Arthropoda. – Skrifter utgitt av det Norske Videnskaps-Akademi i Oslo, I. Matematisk-naturvidenskabelig klasse, **5**: 1-158; Oslo.
- VOGDEN, A.W. (1890): A bibliography of Paleozoic Crustacea from 1698 to 1889 including a list of North American species and a systematic arrangement of genera. – Bulletin of the United States Geological Survey, **63**: 1-177; Washington D. C.
- WALCH, J.E.I. (1971): Die Naturgeschichte der Versteinerungen zur Erläuterung der Knorr'schen Sammlung von Merkwürdigkeiten der Natur, Dritter Theil. – 235 S.; Nürnberg (Felßcker).
- WHITTINGTON, H.B. (1959): Order Odontopleurida WHITTINGTON, nov. – In: MOORE, R.C. (Ed.): Treatise on Invertebrate Paleontology. Part O. Arthropoda 1 (Trilobitomorpha). – 415-419; Boulder/Colorado: The Geological Society of America, Lawrence/Kansas (The University of Kansas Press).
- WHITTINGTON, H.B. & KELLY, S.R.A. (1997): Morphological terms applied to Trilobita. – In: KAESLER, R.L. (Ed.): Treatise on Invertebrate Paleontology. Part O. Arthropoda 1. Trilobita, revised, Vol. 1: Introduction, Order Agnostida, Order Redlichiida. – 313-329; Boulder/Colorado: The Geological Society of America, Lawrence/Kansas (The University of Kansas Press).

9 Bildtafeln mit den Abbildungen 7 bis 43



**Tafel 1**, Abb. 7-12: *Paralejurus* aus dem tiefen Rupbach Schiefer von „Heckelmann Mühle“.

**Plate 1**, Fig. 7-12: *Paralejurus* from the lower Rupbach Shales of „Heckelmann Mühle“.

Abb. 7-8: *Paralejurus cameratus* (MAURER 1876) oder *rupbachensis* BASSE & MÜLLER 2018, vollständiger Panzer von SCH V sensu BASSE & MÜLLER (2016). Abb. 7: Dorsalansicht (Silikonabformung), Abb. 8: Sedimentabguss der Ventralseite (Steinkern) (Maßstab jeweils 10mm).

Fig. 7-8: *Paralejurus cameratus* (MAURER 1876) or *rupbachensis* BASSE & MÜLLER 2018, complete specimen from layer SCH V sensu BASSE & MÜLLER (2016). Fig. 7: Dorsal view (silicone cast), Fig. 8: Internal mold (scalebars: 10 mm).

Abb. 9: Kleines Pygidium von *Paralejurus cameratus* (MAURER 1876) aus Fundabschnitt SCH V sensu Basse & Müller (2016), Sedimentabguss der Ventralseite (Maßstab: 5 mm; legit Michael Ahrens, Weilburg).

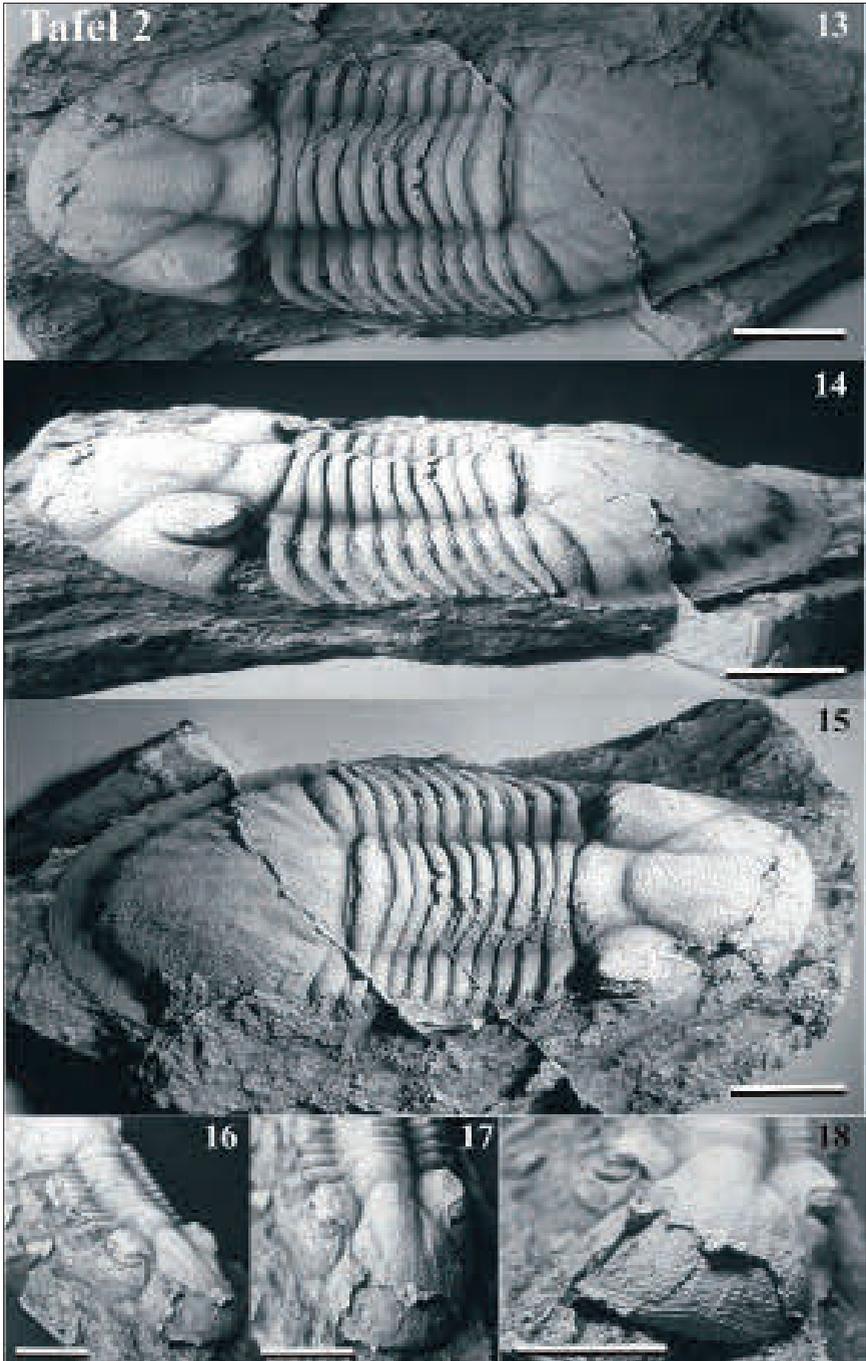
Fig. 9: Small pygidium of *Paralejurus cameratus* (MAURER 1876) from layer SCH V sensu BASSE & MÜLLER (2016), internal mold (scale bar: 5 mm; legit Michael Ahrens, Weilburg).

Abb. 10-11: Sehr kleines Pygidium von *Paralejurus cameratus?* (MAURER 1876) aus dem Oberemsum von „Heckelmann Mühle“. Abb. 10: Dorsalansicht (Silikonabformung), Abb. 11: Sedimentabguss der Ventralseite (Maßstab jeweils 2,5 mm).

Fig. 10-11: Very small pygidium of *Paralejurus cameratus?* (MAURER 1876) from the Upper Emsian beds of “Heckelmann Mühle”. Fig. 10: Dorsal view (silicone cast), Fig. 11: Internal mold (scale bars: 2,5 mm).

Abb. 12: Teilweise eingerollter *Paralejurus cameratus* (MAURER 1876) aus Fundabschnitt SCH V sensu BASSE & MÜLLER (2016), Steinkern (Maßstab: 10 mm).

Fig. 12: Partly enroled *Paralejurus cameratus* (MAURER 1876) from layer SCH V sensu BASSE & MÜLLER (2016), internal mold (scale bar: 10 mm).



**Tafel 2**, Abb. 13-18: *Paralejurus colossicus* n. sp. aus der „Riesen“-Bank, Holotypus (PWL 2018/5325-LS; Silikonabformung), verschiedene Ansichten der Dorsalseite (Maßstab jeweils 10 mm).

**Plate 2**, Fig. 13-18: Different dorsal views of *Paralejurus colossicus* n. sp. from the “Riesen”-Bank (“giants” bed), silicone cast of the holotype (external mold, PWL 2018/5325-LS) (Scale bars: 10 mm).

Abb. 13: Dorsalansicht A.

Fig. 13: Dorsal view A.

Abb. 14: Lateralansicht.

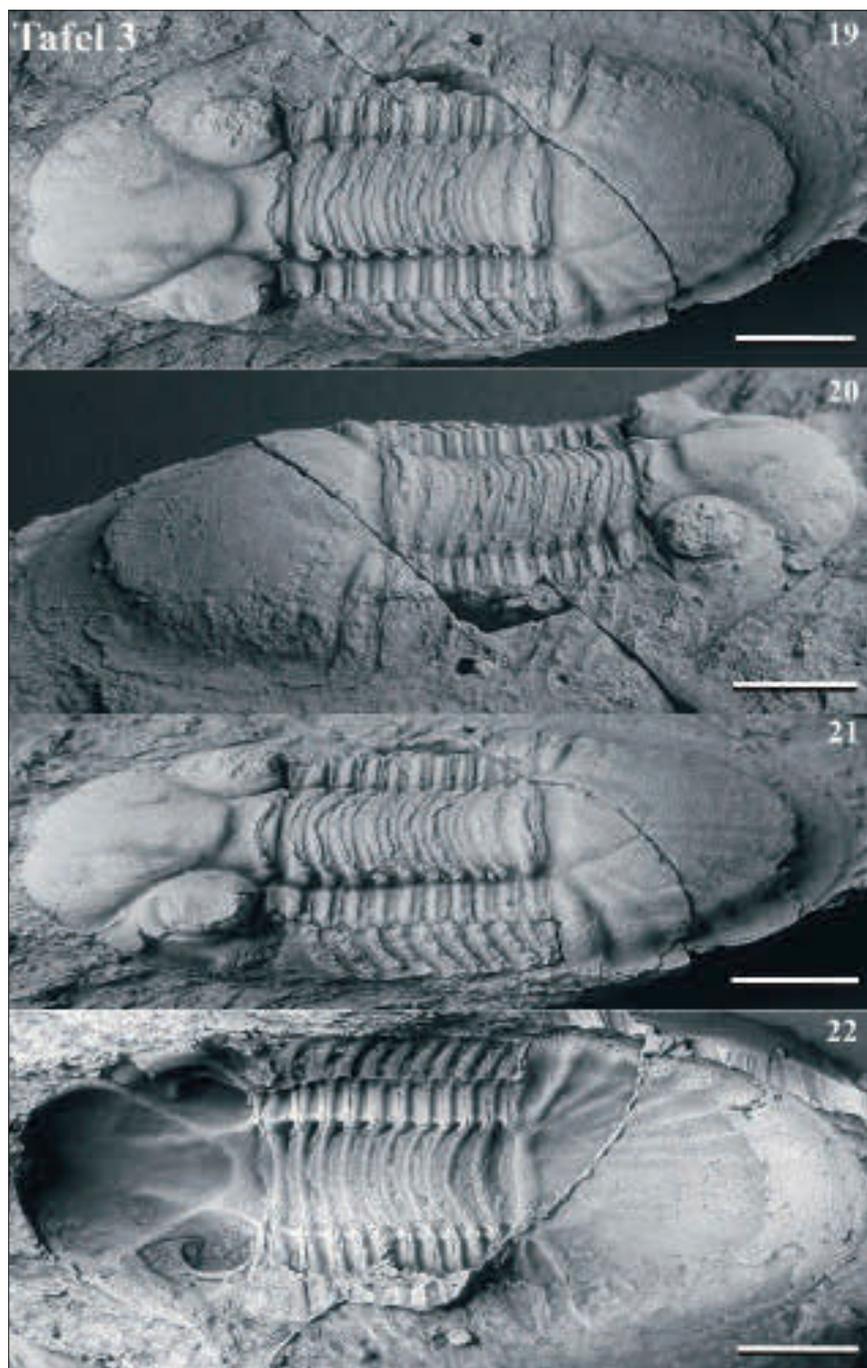
Fig. 14: Lateral view.

Abb. 15: Dorsalansicht B.

Fig. 15: Dorsal view B.

Abb. 16-18: Verschiedene Frontalansichten. Die Glabellafront ist nicht umsäumt. Vielmehr biegt die rostrale Einheit unvermittelt in den Stirnlobus der Glabella um, ohne dass dazwischen eine klare Trennfuge erkennbar wäre. Markant ist allenfalls der Übergang von den „streng“ parallelen Terrassenlinien der rostralen Einheit zu den eher unregelmäßig, schuppenartigen Terrassenleisten auf dem Stirnlobus der Glabella.

Fig. 16-18: Different frontal views. The rostral unit continues until the glabella without any noticeable furrow. Otherwise remarkable is a shift from the “strictly” parallelly running terrace lines of the rostral unit to the comparatively irregular, scale-like terrace ridges on the glabella.



**Tafel 3**, Abb. 19-22: *Paralejurus colossicus* n. sp. aus der “Riesen”-Bank (Maßstab jeweils 10 mm).

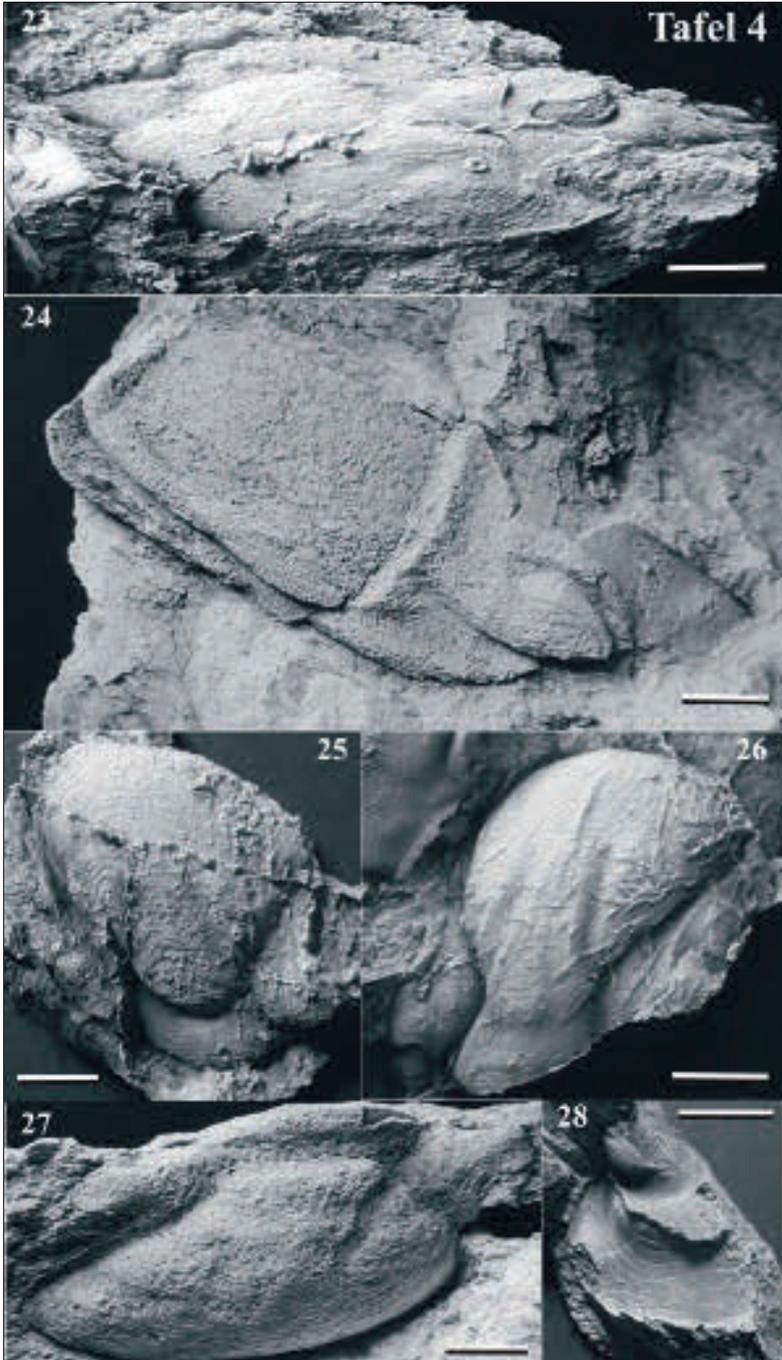
**Plate 3**, Fig. 19-22: *Paralejuru scolossicus* n. sp. from the “Riesen”-Bank (scale bars: 10 mm).

Abb. 19-21: Verschiedene Ansichten vom Sedimentabguss der Ventralseite (Steinkern) des Holotypus.

Fig. 19-21: Different views of the internal mold of the holotype.

Abb. 22: Silikonabformung vom Steinkern des Holotypus, d. h. Ansicht der Ventralseite.

Fig. 22: Silicone cast of the internal mold of the holotype, i. e. ventral view.



**Tafel 4**, Abb. 23-28: *Paralejurus colossicus* n. sp. aus der “Riesen”-Bank (Maßstab jeweils 10 mm).

**Plate 4**, Fig. 23-28: *Paralejurus colossicus* n. sp. from the “Riesen”-Bank (scale bars: 10 mm).

Abb. 23: Unvollständiges Cephalon (Silikonabformung der Dorsalseite), Frontalansicht (Epizoenbewuchs auf dem Occipitalring und der Glabella).

Fig. 23: Frontal view of an incomplete cephalon (silicone cast of the external mold). Occipital ring and glabella are covered by epizoans.

Abb. 24: Deformiertes Cephalon, Sedimentabguss der Ventralseite (Die aus der rechten Librigena ausgebrochene Partie gibt einen Blick auf den ventralseitigen Sedimentabguss des Umschlags frei).

Fig. 24: Internal mold of a distorted cephalon (Note the partly exposed ventral mold of the doublure of the right librigena).

Abb. 25: Cranidium, Silikonabformung der Dorsalseite.

Fig. 25: Cranidium, silicone cast of the external mold.

Abb. 26: Cranidium, Silikonabformung der Dorsalseite (diverser Bewuchs durch Epizoen).

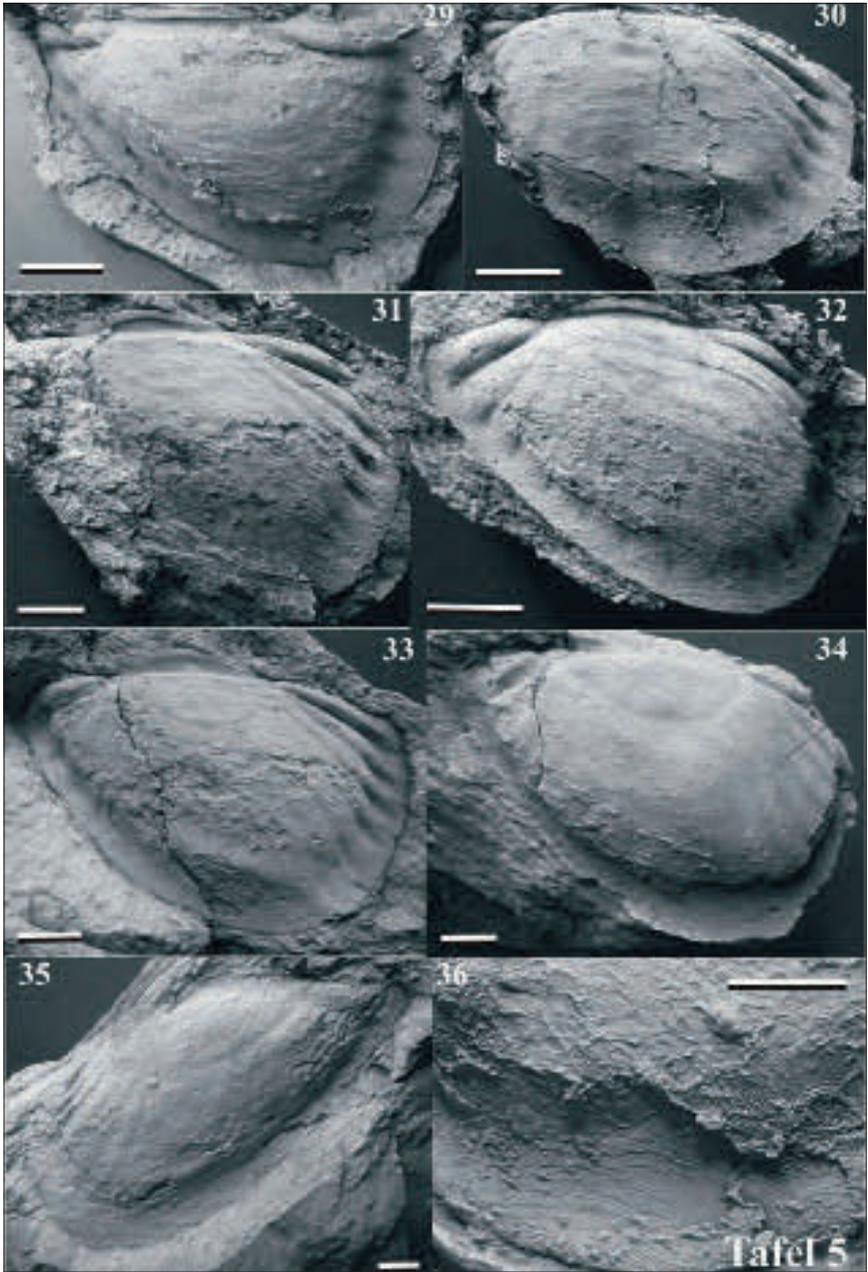
Fig. 26: Cranidium, silicone cast of the external mold (variably covered with epizoans).

Abb. 27: Cranidium, Sedimentabguss der Ventralseite (Steinkern).

Fig. 27: Internal mold of a cranidium.

Abb. 28: Unvollständige rechte Librigena, Steinkern mit freiliegendem Sedimentabguss der Ventralseite des Umschlags.

Fig. 28: Incomplete right librigena, internal mold exposing the ventral mold of the doublure.



**Tafel 5**, Abb. 29-36: *Paralejurus colossicus* n. sp. aus der “Riesen”-Bank (Maßstab jeweils 10 mm).

**Plate 5**, Fig. 29-36: *Paralejurus colossicus* n. sp. from the “Riesen”-Bank (scale bars: 10 mm).

Abb. 29: Pygidium, Silikonabformung der Dorsalseite (Microconchiden-Bewuchs auf dem rechten Hintersaum).

Fig. 29: Pygidium, silicone cast of the external mold (right border covered with microconchides).

Abb. 30: Pygidium, Silikonabformung der Dorsalseite (Microconchiden-Bewuchs im Bereich der Rachis).

Fig. 30: Pygidium, silicone cast of the external mold (axial region covered with microconchides).

Abb. 31: Pygidium, Silikonabformung der Dorsalseite (vgl. Abb. 33).

Fig. 31: Pygidium, silicone cast of the external mold (cf. Fig. 33).

Abb. 32: Pygidium, Silikonabformung der Dorsalseite.

Fig. 32: Pygidium, silicone cast of the external mold.

Abb. 33: Pygidium, Sedimentabguss der Ventralseite (Steinkern des Pygidiums in Abb. 31). Gut erhalten sind die Fulcralen Fortsätze, jeweils am Vorderrand der ersten Rippe.

Fig. 33: Internal mold of the pygidium shown in Fig. 31. Note the fulcral processes on the anterior margins of the first pleural ribs.

Abb. 34: Pygidium, Sedimentabguss der Ventralseite. Die abgebrochenen Saumpartien geben den Blick auf den ventralseitigen Sedimentabguss des Umschlags frei (Epizoenbewuchs auf dem Umschlag, hinten links).

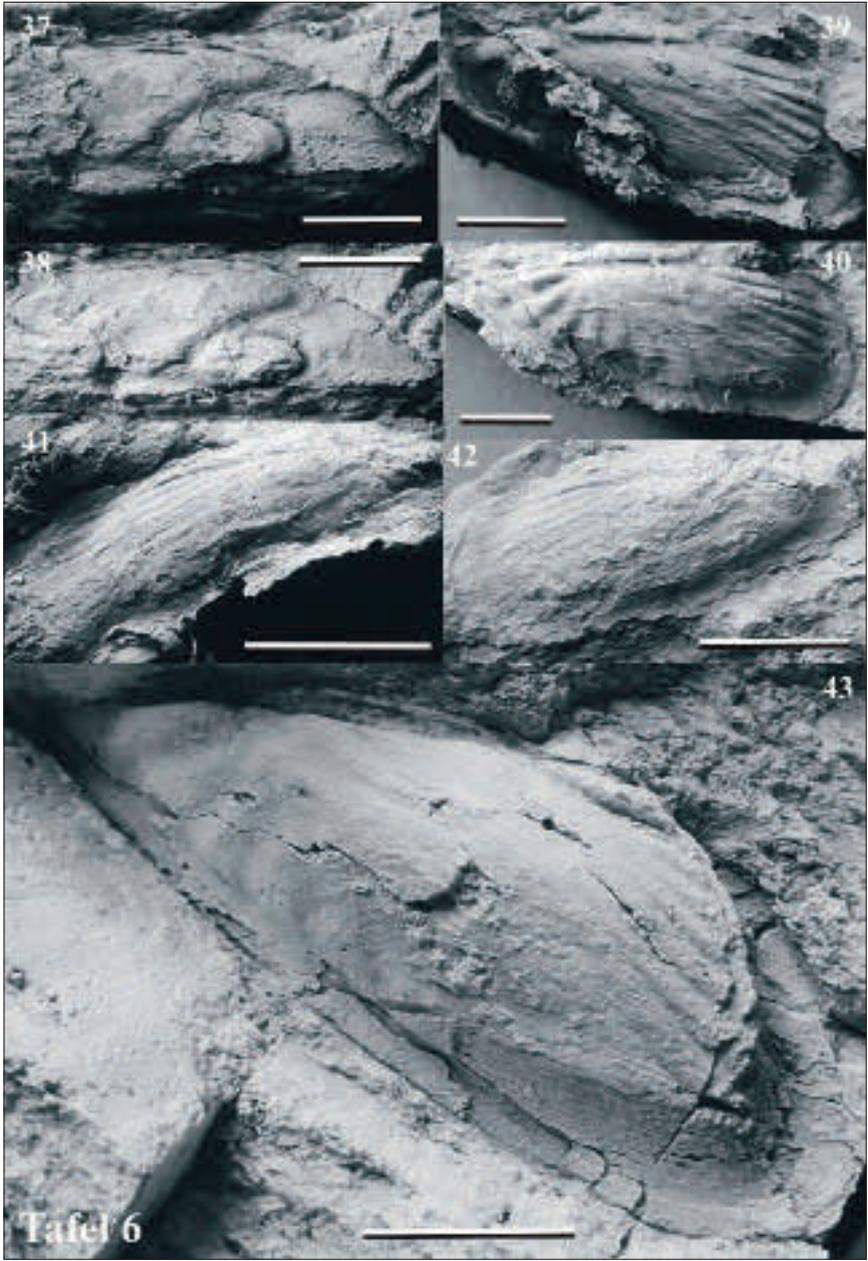
Fig. 34: Pygidium, internal mold. Parts of the border are broken off, exposing the ventral mold of its doublure (left posterior part of the doublure is covered with epizoans).

Abb. 35: Großes Pygidium, Sedimentabguss der Ventralseite.

Fig. 35: Internal mold of a large pygidium.

Abb. 36: Detailansicht der Terrassenleisten am Hinterrand eines Pygidiums (diverser Epizoenbewuchs).

Fig. 36: Detail view of the terrace ridges on the posterior part of a pygidium (siliconecast of the external mold; variably covered with epizoans).



**Tafel 6**, Abb. 37-43: *Paralejurus flickorum* n. sp. aus SCH VI b (Maßstab jeweils 10 mm).

**Plate 6**, Fig. 37-43: *Paralejurus flickorum* n. sp. from SCH VI b (scalebars: 10 mm).

Abb. 37: Cephalonrest, Silikonabformung der Dorsalseite (vgl. Abb. 38; Epizoenbewuchs auf dem Occipitalring und hinterer Partie der erhaltenen rechten Axialfurche).

Fig. 37: Partial cephalon, silicone cast of the external mold (cf. Fig. 38). Occipital ring and posterior part of the axial furrow are covered with epizoans.

Abb. 38: Cephalonrest, Sedimentabguss der Ventralseite (Steinkern zu Abb. 37).

Fig. 38: Partial cephalon, internal mold of the specimen shown in Fig. 37.

Abb. 39: Pygidium, Silikonabformung des Holotypus (PWL 2018/5407-LS), Dorsalansicht (vgl. Abb. 40).

Fig. 39: Dorsal view of a pygidium, silicone cast of the holotype (PWL 2018/5407-LS) shown in Fig. 40.

Abb. 40: Pygidium, Sedimentabguss der Ventralseite (Steinkern des Holotypus, Abb. 39).

Fig. 40: Internal mold of the holotype (cf. Fig. 39).

Abb. 41: Kleines Pygidium, Silikonabformung der Dorsalseite (vgl. Abb. 42).

Fig. 41: Small pygidium, silicone cast of the external mold (cf. Fig. 42).

Abb. 42: Kleines Pygidium, Sedimentabguss der Ventralseite (Steinkern zu Abb. 41).

Fig. 42: Small pygidium, internal mold of the specimen shown in Fig. 41.

Abb. 43: Großes Pygidium, Sedimentabguss der Ventralseite.

Fig. 43: Internal mold of a large pygidium.

MIRCO ALBERTI  
Hauptstraße 7  
56357 Hainau  
e-Mail: mirco.alberti@hainau.de

Manuskripteingang: 7. Mai 2018

# Grundwasserneubildung in Hessen

MARIO HERGESELL

Wasserkreislauf, Grundwasserneubildung, Wirkfaktoren, Bodenwasserhaushaltsmodell

**Kurzfassung:** Grundwasser als Teil des Wasserkreislaufs erfüllt bedeutende ökologische Funktionen, speist die oberirdischen Gewässer und ist für den Menschen als bei weitem wichtigste Süßwasserressource unverzichtbar. Daher müssen Grundwasservorkommen im Hinblick auf Quantität und Qualität geschützt werden. Um einer mengenmäßigen Übernutzung der Grundwasservorkommen im Zusammenhang mit der Gewinnung von Trinkwasser und konkurrierenden Nutzungen wie z. B. landwirtschaftliche Bewässerung oder Industrie vorzubeugen, ist die Kenntnis der Größenordnung der Grundwasserneubildung unabdingbar. Für die flächenhafte und räumlich differenzierte Ermittlung der Grundwasserneubildung aus Niederschlag kommt in Hessen und in benachbarten Bundesländern inzwischen ein zweistufiges Verfahren zum Einsatz, bei dem das Bodenwasserhaushaltsmodell GWN-BW mit einem speziell für Hessen entwickelten Regressionsmodell gekoppelt wird.

Demnach wurden im 30-jährigen Mittel 1971–2000 in Hessen etwa 12 % des Niederschlags in Höhe von rd. 845 mm zu Grundwasser, das entspricht rechnerisch 101 mm/a. Umgerechnet auf die Fläche Hessens (rd. 21.115 km<sup>2</sup>) wurden im Zeitraum 1971–2000 jährlich rund 2,13 Mrd. m<sup>3</sup> Grundwasser neu gebildet. Demgegenüber wurden im Durchschnitt jährlich rund 407 Mio. m<sup>3</sup> Grundwasser entnommen. Der Vergleich zeigt somit, dass im langjährigen Mittel hessenweit jährlich rd. 5-fach mehr Grundwasser neu gebildet als gefördert wurde.

## Groundwater recharge in Hesse

Water cycle, groundwater recharge, effective factors, soil-water balance model

**Abstract:** Groundwater as part of the water cycle performs major ecological functions, feeds surface waters and is vital for the well-being of people as the most important fresh water resource. Therefore, groundwater reserves must be protected with regard to quantity and quality. To prevent an overexploitation of groundwater in connection with drinking-water abstraction and competing utilizations such as agricultural irrigation or industry, the knowledge on the rate of groundwater recharge from precipitation is imperative. Nowadays, for the area-wide and spatially differentiated examination of groundwater recharge from precipitation, the specified public authorities in Hesse and adjacent federal countries apply a two-step procedure. The characteristic of this method is a link between the soil water balance model GWN-BW and a regression model especially developed for applications in Hesse.

Therefore, related to the long-term period 1971–2000 in Hesse about 12 percent of the average precipitation of 845 mm annually resulted in a groundwater recharge; that corresponded to an average recharge of 101 mm per year. Converted to the area of Hesse (around 21,115 km<sup>2</sup>), in this 30 years period about 2.13 million cubic meters of groundwater were replenished annually. By contrast, in this period about 407 million cubic meters of groundwater were extracted annually. Thus, the comparison illustrates, that all over Hesse the average annual groundwater recharge was five times more than its extraction.

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	48
2	Die wasserwirtschaftliche Bedeutung der Grundwasserneubildung.	50

3	Ermittlung der Grundwasserneubildung .....	51
4	Ergebnisse .....	54
5	Hinweise für die Interpretation der Modellergebnisse .....	57
6	Literatur .....	58

## 1 Einleitung

Rund 70 % der Erdoberfläche sind mit Wasser bedeckt. Jedoch sind nur etwa 2,5 % der globalen Wasserressource Süßwasser, wobei hiervon wiederum rund 69 % in Schnee und Eis gebunden und vor allem an den Polen vorhanden sind (GALLER 1999). Grundwasser ist vor diesem Hintergrund eine wertvolle Süßwasserressource, deren wie bei uns in Hessen weitgehend uneingeschränkte Nutzung, keine Selbstverständlichkeit ist.

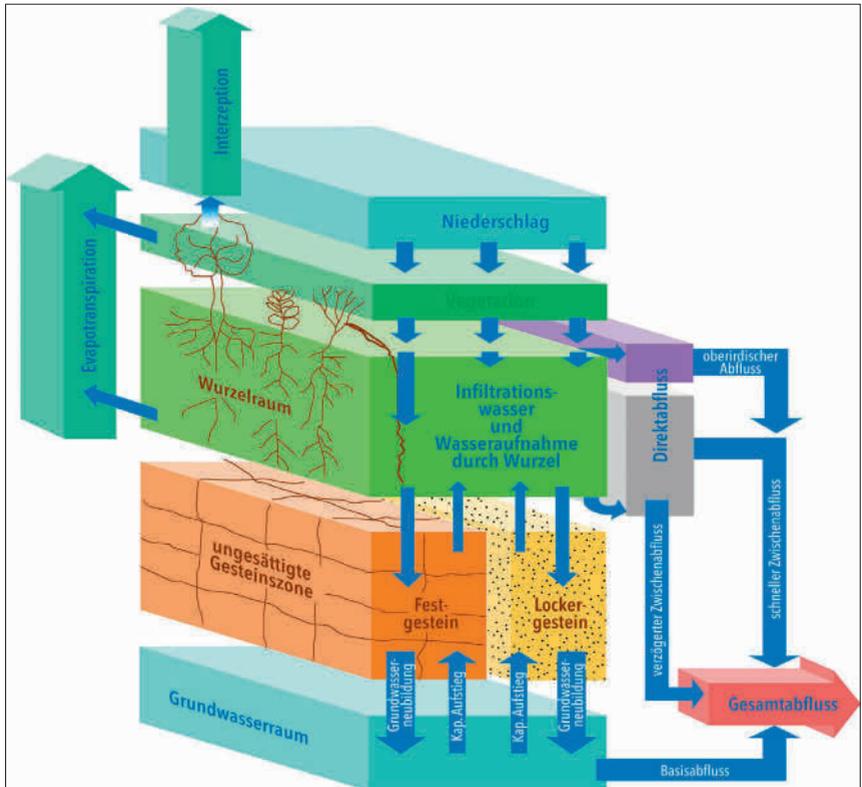


Abbildung 1: Der terrestrische Wasserhaushalt (DÖRHÖFER et al. 2001).

Figure 1: The terrestrial water balance (DÖRHÖFER et al. 2001).

Grundwasser erfüllt wichtige ökologische Funktionen. Für Mensch, Tier und Pflanze ist das Grundwasser die wichtigste Ressource zum Überleben und gilt daher als besonders schützenswert. Oberflächennahe Grundwasservorkommen versorgen Pflanzen mit Wasser und bilden wertvolle Feuchtbiotope. Das Grundwasser tritt in Quellen zu Tage und speist Bäche und Flüsse. Qualität und Menge des Grundwassers beeinflussen damit auch die oberirdischen Gewässer. In Deutschland stammen mehr als 70 Prozent des Trinkwassers aus dem Grundwasser, es ist hierzulande daher die wichtigste Trinkwasserressource. In Hessen wird das Trinkwasser sogar nahezu vollständig aus dem Grundwasser gewonnen.

Grundwasser ist Teil des Wasserkreislaufs (Abb. 1). Ein großer Anteil des auf die Erde fallenden Niederschlags gelangt durch verschiedene Verdunstungsprozesse (Transpiration, Evaporation, Interzeption), welche am Boden, an bzw. durch Pflanzen oder an Wasserflächen stattfinden, direkt wieder in die Atmosphäre. Die nicht verdunsteten Niederschlagsanteile (Gesamtanfall) gelangen teils als Direktanfall (Summe aus Oberflächenanfall und oberflächennahem Zwischenanfall) mit einer geringen zeitlichen Verzögerung in die oberirdischen Gewässer. Der restliche Teil versickert und gelangt nach einer Passage durch die luftgefüllte ungesättigte Gesteinszone mit einer deutlichen zeitlichen Verzögerung in den Grundwasseranfall.

Unter **Grundwasserneubildung** wird laut DIN 4049-3 der Zufluss von in den Boden infiltriertem Wasser zum Grundwasser verstanden. Das Volumen des auf einer bestimmten Fläche infiltrierten Wassers in einer bestimmten Zeit ergibt die Grundwasserneubildungsrate. Wie beim Abfluss wird unterschieden zwischen der Grundwasserneubildungshöhe [mm/a] und der Grundwasserneubildungsspende [ $l/(s \cdot km^2)$ ]. Letztere wird auf eine definierte Fläche, das unterirdische Einzugsgebiet, bezogen (HÖLTING & COLDEWEY 2013).

Als ein Teilprozess des terrestrischen Wasserkreislaufs (Abb. 1) ist die Grundwasserneubildung von einer Vielzahl von Einflussgrößen abhängig und daher ein sehr komplexer Prozess. Neben den klimatischen Bedingungen (Niederschlag und Verdunstung) wird die Grundwasserneubildung durch die Landnutzung, die Bodenart, den geologischen Aufbau des Untergrunds, die Topographie, den Grundwasserflurabstand und durch die Lage zu oberirdischen Gewässern beeinflusst. Neben der Niederschlagsversickerung können auch versickernde oberirdische Gewässer zur Grundwasserneubildung beitragen. Zudem kann der unterirdische Zustrom aus Nachbargebieten das Grundwasserangebot erhöhen.

Stellt man die erweiterte terrestrische Wasserhaushaltsgleichung um, lässt sich die Grundwasserneubildung vereinfacht durch folgende Gleichung ausdrücken:

$$GWN = N - ET - I - A_d - \Delta S$$

mit

GWN Grundwasserneubildung

N Niederschlag

ET Evapotranspiration

I	Interzeption
$A_d$	Direktabfluss
$\Delta S$	Speicheränderung

Aufgrund des jahreszeitlichen Verlaufs der klimatischen Einflussgrößen, der daraus resultierenden Wachstumsperioden und der regional verschiedenen Gebietseigenschaften weist die Grundwasserneubildung eine sowohl zeitliche als auch räumliche Variabilität auf. In Hessen findet die aus dem Niederschlag resultierende Grundwasserneubildung überwiegend während des Winterhalbjahres statt, wenn die Verdunstung sowie der Wasserverbrauch durch die Vegetation gering ist und der Niederschlag daher größtenteils versickern kann.

Auch versickernde oberirdische Gewässer tragen zur Grundwasserneubildung bei, dieser Anteil ist auf die Landesfläche bezogen jedoch marginal und bleibt daher bei der Bilanz unberücksichtigt.

Äußerst unwillkommen ist eine Grundwasserneubildung, die aus undichter Kanalisation austretendem Abwasser resultiert, da es dadurch zu einer qualitativen Beeinträchtigung der Grundwasservorräte kommt. Mangels Daten sind auch dazu keine Aussagen möglich.

Ein Spezialfall ist das wegen der Trinkwassergewinnung für die Rhein-Main-Region wasserwirtschaftlich stark beanspruchte Hessische Ried, in dem seit 1989 zwecks Stabilisierung des Grundwasserstandes eine Anreicherung des Grundwassers durch Infiltration von aufbereitetem Rheinwasser vorgenommen wird. Es handelt sich somit um eine künstliche Grundwasserneubildung.

## 2 Die wasserwirtschaftliche Bedeutung der Grundwasserneubildung

Die Grundwasserneubildung ist eine wichtige hydrogeologische Kenngröße für die Beurteilung des **mengenmäßigen** Grundwasserzustands. Sie ist eine zentrale Größe bei der nachhaltigen Bewirtschaftung von Grundwasser und ein Maß für die natürliche Regenerationsfähigkeit der Grundwasserressourcen. Das nutzbare Grundwasserdargebot ist durch die Grundwasserneubildung nach oben begrenzt, meist jedoch erheblich kleiner als diese. Die Gegenüberstellung von Grundwasserdargebot und Grundwasserbedarf ist eine zwingende Voraussetzung für eine nachhaltige Bewirtschaftung der Grundwasservorkommen und ist für die mengenmäßige Beschreibung der Grundwasserkörper nach der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) sowie für wasserrechtliche Genehmigungsverfahren zur Grundwasserentnahme vorgeschrieben. So schreibt Artikel 4 der EU-WRRL vor, dass Grundwasservorkommen nicht übernutzt werden dürfen. Wird einem Grundwasserkörper mehr Wasser entnommen als neu gebildet wird, kann es zu einer Absenkung des Grundwasserspiegels kommen, was eine Schädigung grundwasserabhängiger Biotope und Feuchtgebiete, land- und forstwirtschaftliche Ertragsminderungen sowie Gebäude- und sonstiger In-

frastrukturschäden infolge ungleichmäßiger Setzung des Untergrundes nach sich ziehen kann.

Die Grundwasserneubildung hat nicht nur einen Einfluss auf den mengenmäßigen Zustand, sondern auch auf die **Beschaffenheit** des Grundwassers. Die Menge an Wasser, die durch die Bodenpassage und die Gesteine in das Grundwasser gelangt, kann Einfluss auf die Konzentration von Stoffen im Grundwasser haben. Einerseits ist mit einer höheren Grundwasserneubildung ein verstärktes Auswaschen von Stoffen möglich, andererseits kann es durch eine erhöhte Grundwasserneubildung auch zu Verdünnungseffekten im Grundwasser kommen. Flächendetaillierte Kenntnisse über die Grundwasserneubildung werden daher auch für die Abschätzung des Gefährdungspotentials des Grundwassers durch den Eintrag von Schadstoffen, wie z. B. durch Nitratauswaschung, benötigt.

Regional differenzierte Informationen zur Grundwasserneubildung werden in Hessen routinemäßig für unterschiedliche hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Fragestellungen und Aufgaben verwendet:

- Dimensionierung von Wasserrechten (Wasserrechtsverfahren)
  - Ausweisung von Wasserschutzgebieten
  - Ermittlung von Verweilzeiten und der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung (= Gesteinspaket zwischen Gelände- und Grundwasseroberfläche)
- Untersuchung der Auswirkungen des Klimawandels auf das Grundwasser
- Bereitstellung von Eingangsdaten für Grundwassermodelle
- Beurteilung des mengenmäßigen Zustands der Grundwasserkörper gemäß EU-WRRL

### 3 Ermittlung der Grundwasserneubildung

Direkte Messungen der Grundwasserneubildung bzw. der Sickerwasserrate sind nur punktuell mit Lysimetern möglich, die für großräumige Untersuchungen nicht in Frage kommen. Für die indirekte Ermittlung der Grundwasserneubildung kommen in der Praxis unterschiedliche Methoden je nach Fragestellung und Genauigkeitsanspruch zum Einsatz, wie z. B. die Ermittlung der Grundwasserneubildungsrate aus dem Abfluss in oberirdischen Gewässern insbesondere in Zeiten ohne wesentlichen Niederschlag, aus der Schwankung des Grundwasserspiegels in Grundwassermessstellen oder aus Wasserwerksdaten, sofern das unterirdische Einzugsgebiet hinreichend genau bekannt ist. Diese Verfahren liefern auf meist kleine Gebiete bezogen eher eine summarische Größenordnung der Grundwasserneubildung. Für die flächenhafte und räumlich differenzierte Ermittlung der Grundwasserneubildung kommen mittlerweile verbreitet Bodenwasserhaushaltmodelle zum Einsatz. Die Eingangsparameter dieser Modelle, deren gemeinsame Basis die Wasserhaushaltsgleichung ist, müssen flächenhaft verfügbar sein. Die unterschiedlichen Modellansätze unterscheiden sich hin-

sichtlich der Differenzierung der einzelnen berücksichtigten Prozesse und der zeitlichen und räumlichen Auflösung.

Die Zuverlässigkeit der Ergebnisse ist nicht nur von dem gewählten Verfahren, sondern auch von der Qualität der Eingangsdaten bzw. Fehlern bei der Datenermittlung abhängig. Bei aller noch so sorgfältigen und genauen Erfassung der für die Berechnung notwendigen Parameter ist die Genauigkeit der Ergebnisse begrenzt. Dafür sind die geologischen und meteorologischen Inhomogenitäten häufig zu groß und nicht voll erfassbar (HÖLTING & COLDEWEY 2013). Deshalb sollten für die Ermittlung der Grundwasserneubildung möglichst unterschiedliche Verfahren zur Anwendung kommen.

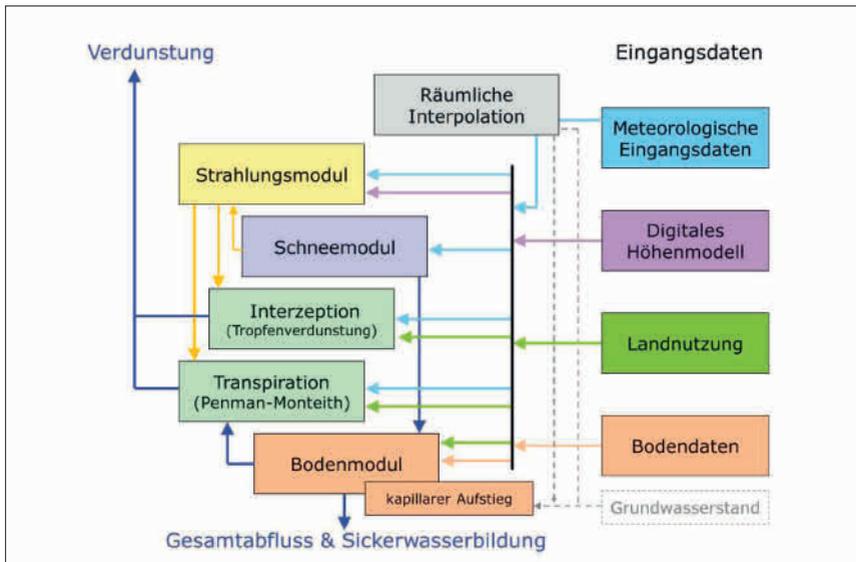


Abbildung 2: Modularer Aufbau des Bodenwasserhaushaltsmodells GWN-BW und schematische Darstellung der benötigten Eingangsdaten (KOPP et al. 2018).

Figure 2: Modular structure and input data required by the soil-water balance model (KOPP et al. 2018).

In Hessen kommt für die Modellierung des Bodenwasserhaushalts und der Grundwasserneubildung ein zweistufiges Verfahren zum Einsatz, bei dem das Einschicht-Bodenwasserhaushaltsmodell GWN-BW (KLIWA 2012; GUDERA & MORHARD 2015) mit einem speziell für Hessen entwickelten Regressionsmodell (HERGESELL & BERTHOLD 2005) gekoppelt wird. GWN-BW ist ein deterministisches, flächendifferenziertes Modell zur Berechnung der aktuellen Evapotranspiration, zur Simulation des Bodenwasserhaushaltes sowie zur Bestimmung der unterhalb der durchwurzelten Bodenzone gebildeten Sickerwassermenge. Das Modell wird im Rahmen des Kooperationsprojektes KLIWA (Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft) länderübergreifend in den Bundesländern Baden-Württemberg, Bayern, Rheinland-Pfalz und Hessen angewendet

(KOPP et al.). In den einzelnen Teilmodulen kommen sowohl physikalisch basierte als auch konzeptionelle Ansätze zur Beschreibung der an den Vorgängen von Verdunstung und Sickerwasserbildung beteiligten Prozesse zur Anwendung. Die Berechnung erfolgt auf Basis von Tagesschritten, die räumliche Diskretisierung erfolgt in Hessen durch ein zugrunde gelegtes 100 m-Raster.

Für die Simulation des Bodenwasserhaushalts gehen als meteorologische Eingangsdaten Tageswerte für Niederschlag, Lufttemperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Sonnenscheindauer und Windstärke ein. Bis auf den Niederschlag werden hierzu Stationsdaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) verwendet, die mit GWN-BW räumlich interpoliert werden. Bei den Niederschlagsdaten wird auf die vom DWD regionalisierten REGNIE-Rasterdaten (= Regionalisierte Niederschlagshöhen) zurückgegriffen. Die für die Strahlungsberechnung benötigten Parameter Hangneigung und Exposition werden aus dem digitalen Höhenmodell abgeleitet. Als Landnutzung werden ATKIS-Daten verwendet, die in 16 simulationsrelevante Nutzungsklassen klassifiziert wurden. Die wichtigste Kenngröße zur Simulation des Bodenwasserhaushalts ist die nutzbare Feldkapazität des effektiven Wurzelraums (nFKWe). Diese wird auf Grundlage der Bodenflächendaten Hessen 1 : 50000 aus der nutzungsspezifischen Durchwurzelungstiefe, dem Bodensubstrat und dessen Gründigkeit abgeleitet. Sie stellt den entleer- bzw. auffüllbaren Bodenspeicher dar. Darüber hinaus werden Angaben zu Substrat, Gründigkeit und mittlerem Grundwasserflurabstand benötigt, um den kapillaren Aufstieg zu berücksichtigen.

Die mit GWN-BW berechnete Sickerwasserrate entspricht in Gebieten mit vernachlässigbaren schnellen lateralen Abflusskomponenten (z. B. in den meist mehr oder weniger horizontal liegenden Porengrundwasserleitern) der Grundwasserneubildung aus Niederschlag. In Festgesteinsgebieten, insbesondere im Falle stärker ausgeprägter Morphologie, kann die mit GWN-BW berechnete Sickerwasserbildung nicht direkt mit der Grundwasserneubildung gleichgesetzt werden, da ein Teil des gebildeten Sickerwassers beispielsweise im Falle dachziegelartig Hänge bedeckender Schuttmassen oberhalb des Grundwasser-raums als sog Zwischenabfluss seitlich abgelenkt wird. Daher wird in reliefierten Festgesteinsgebieten die Sickerwasserrate unter Verwendung des auf Basis von Abflussmessungen regressionsanalytisch ermittelten und regionalisierten Baseflow-Index (BFI) in die schnellen lateralen Direktabflussanteile und der Grundwasserneubildung separiert.

Anzumerken ist, dass dieses Verfahren zur Ermittlung der Grundwasserneubildung aus Niederschlag ursprünglich für die Ermittlung langjähriger Mittelwerte der Grundwasserneubildung entwickelt wurde, da bei größeren Grundwasserflurabständen in Abhängigkeit von den hydrogeologischen Verhältnissen neugebildetes Sickerwasser im Untergrund unter Umständen Jahre unterwegs sein kann, bis es die Grundwasseroberfläche erreicht. Unter Zurückstellung fachlicher Bedenken und Inkaufnahme gewisser Modellunsicherheiten wird dieses hier vorgestellte Verfahren im Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt

und Geologie (HLNUG) trotzdem für die Ermittlung auch von von jährlichen Grundwasserneubildungsraten bzw. -spenden eingesetzt, um insbesondere wasserwirtschaftlichen Berichtspflichten genügen zu können.

## 4 Ergebnisse

Auf der Grundlage korrigierter Niederschlagsdaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) fielen in Hessen im 30-jährigen Mittel der Periode 1971–2000 rund 845 mm Niederschlag pro Jahr. Im Landesmittel verdunsteten rund 70 % des gefallenen Niederschlags (reale Verdunstung: 589 mm/a), die verbliebenen 30 % standen als Gesamtabfluss (256 mm/a) für die verschiedenen Abflussprozesse zur Verfügung. Vom Gesamtabfluss in Höhe von 256 mm/a entfielen 155 mm/a auf den Direktabfluss und 101 mm/a auf die Grundwasserneubildung aus Niederschlag, d. h. nur 12 % des Niederschlags wurden zu Grundwasser.

Die mittlere jährliche Grundwasserneubildung aus Niederschlag ist für die Referenzperiode 1971–2000 in Abbildung 3 als Übersichtskarte dargestellt. Aufgrund der vielen Einflussgrößen ist die Grundwasserneubildung durch ein sehr heterogenes Verteilungsmuster gekennzeichnet. Die Verteilung des Niederschlags ist deutlich zu erkennen. Regional und lokal treten allerdings andere Einflussgrößen in den Vordergrund. So sind z. B. die niedrigeren Grundwasserneubildungshöhen im Rheinischen Schiefergebirge auf die dort anzutreffenden geringen hydraulischen Durchlässigkeiten und Speicherkapazitäten der Gesteine des Untergrundes zurückzuführen.

Umgerechnet auf die Fläche Hessens (rd. 21.115 km<sup>2</sup>) wurden im langjährigen Mittel (1971–2000) jährlich rund 2,13 Mrd. m<sup>3</sup> Grundwasser neu gebildet. Demgegenüber wurden im Mittel jährlich rund 407 Mio. m<sup>3</sup> Grundwasser entnommen. Der Vergleich zeigt, dass im langjährigen Mittel hessenweit jährlich rd. 5-fach mehr Grundwasser neu gebildet als gefördert wurde. Allerdings war die Grundwasserneubildung durch eine ausgeprägte jährliche und periodische Variabilität gekennzeichnet.

In Abbildung 4 ist die Entwicklung der Grundwasserneubildung von 1951 bis 2017 dargestellt (KLIWA 2017). Die Jahreswerte unterliegen extremen Schwankungen, der Schwankungsbereich beträgt mehr als 200 mm. Für die Grundwasserneubildung ist über den gesamten Betrachtungszeitraum kein einheitlicher Trend erkennbar. Auffällig ist, dass die bis zum Jahr 2003 zu beobachtende extreme jährliche Variabilität danach deutlich weniger ausgeprägt ist und die jährliche Grundwasserneubildung bis auf die Jahre 2007 und 2013 unterhalb des langjährigen Mittelwertes liegt. Ausgeprägte niederschlagsreiche Jahre, sog. Nassjahre, wurden in Hessen seit 2003 nicht mehr beobachtet. Besonders die letzte halbe Dekade zeichnet sich durch sehr niedrige Grundwasserneubildungshöhen aus.

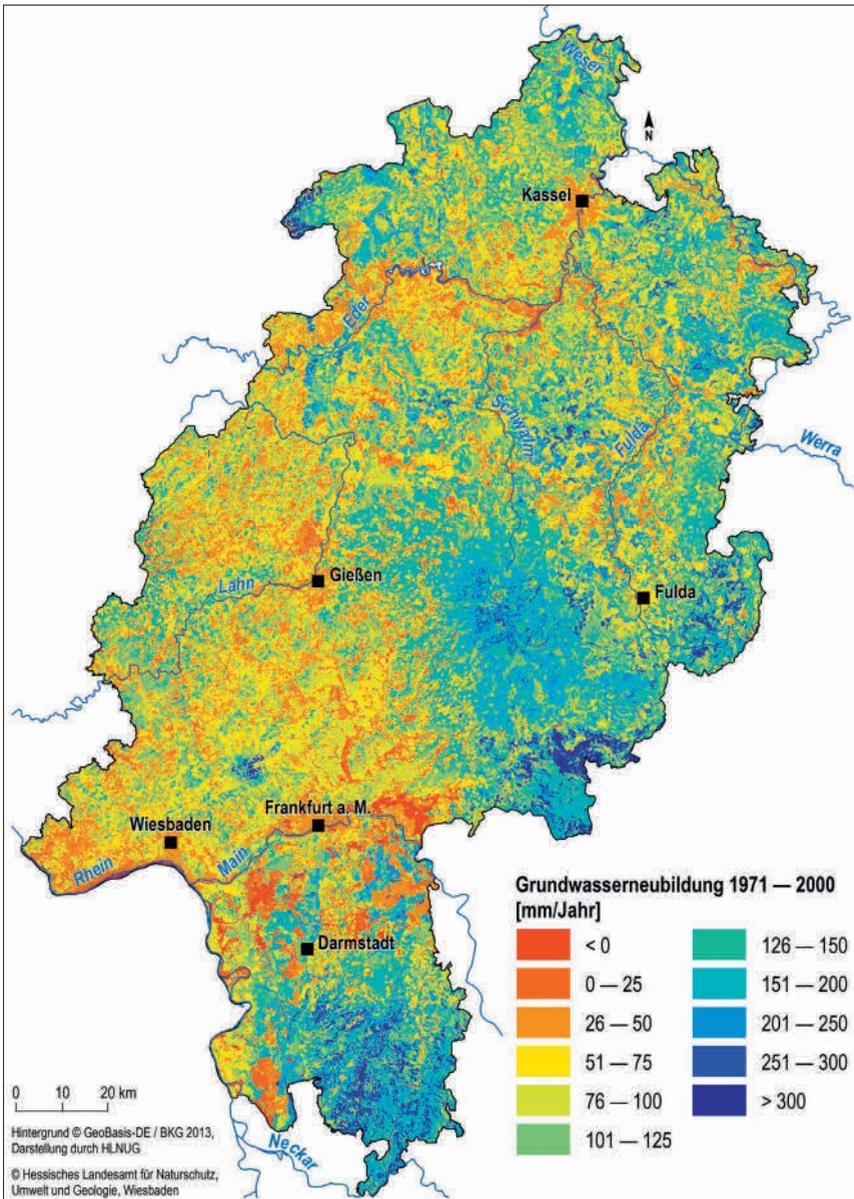


Abbildung 3: Grundwasserneubildung aus Niederschlag (30-jähriges Mittel 1971–2000).

Figure 3: Groundwater recharge from precipitation (average of the 30-year period 1971–2000).

Die Variabilität der Grundwasserneubildung drückt sich in **Schwankungen des Grundwasserstandes** als Folge für die Vorratsänderung im Grundwasserleiter aus. In Abbildung 5 ist eine typische Grundwasserstandsganglinie darge-

stellt. Sie zeigt die Entwicklung des Grundwasserstandes von 1965 bis 2018 in der Grundwassermessstelle Bauschheim Nr. 527244, die sich im Porengrundwasserleiter des nördlichen Oberrheingrabens befindet. Da sie tektonisch bedingt

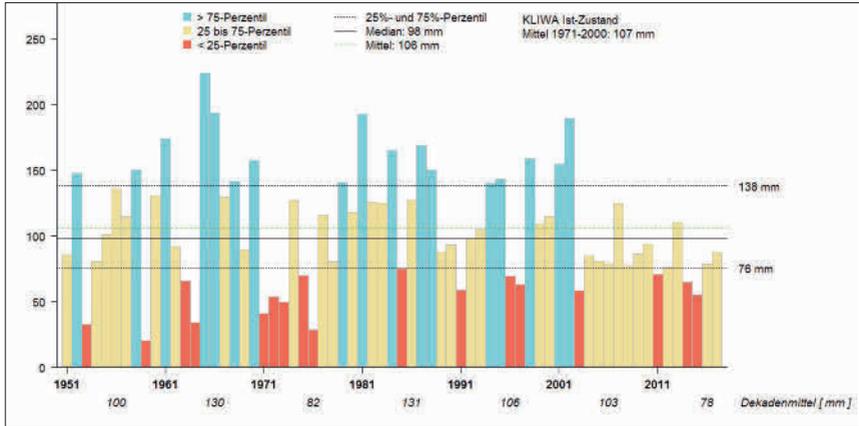


Abbildung 4: Entwicklung der Grundwassererneuerung (KLIWA 2017, aktualisiert).  
 Figure 4: Changes in groundwater recharge (KLIWA 2017, updated).

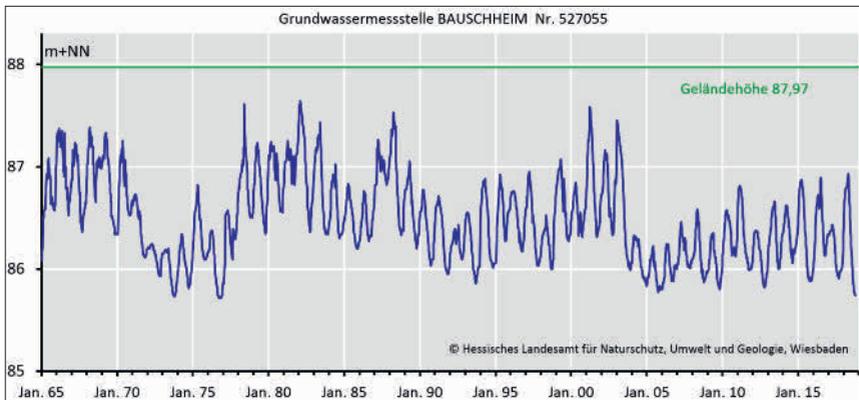


Abbildung 5: Ganglinie des Grundwasserstands in der Grundwassermessstelle Bauschheim Nr. 527055.  
 Figure 5: Groundwater hydrograph line of the monitoring well Bauschheim No 527055.

auf einem „Wasserberg“ liegt, ist der Grundwasserspiegelgang im Gegensatz zu vielen anderen Messstellen im Hessischen Ried nicht durch Trinkwasserbrunnen beeinflusst.

Die Grundwasserstände sind jahreszeitlich geprägt mit steigenden Wasserständen im Winterhalbjahr und sinkenden im Sommer und Herbst. Hierbei handelt es sich um saisonale Schwankungen, die man in der Regel für jedes Jahr beobachten kann. Die saisonalen Schwankungen werden von Trocken- und

Nassperioden überlagert, den periodischen Schwankungen. Die saisonalen und periodischen Schwankungen können wiederum von langfristigen Trends überlagert werden. Die Messstelle Bauschheim zeigt hohe Grundwasserstände in den 1960er-Jahren. Die Trockenperiode von 1971 bis 1976 war mit deutlich sinkenden Wasserständen ausgeprägt. Der Wiederanstieg in den 1980er Jahren erreichte die hohen Wasserstände früherer Jahre. Nach einer erneuten Trockenperiode von 1990 bis 1993 stieg das Grundwasser bis zu einem Höhepunkt im Frühjahr 2001. Nach dem Trockenjahr 2003 sanken die Grundwasserstände stark ab und blieben bis heute auf einem deutlich niedrigeren Niveau. Infolge der langandauernden Trockenheit und hohen Temperaturen seit dem Frühjahr 2018 wurden an der Messstelle am Ende des hydrologischen Sommerhalbjahres 2018 sehr niedrige Grundwasserstände registriert.

## 5 Hinweise für die Interpretation der Modellergebnisse

Bei der Verwendung der Modellergebnisse müssen die Vereinfachungen des Modells berücksichtigt werden. Auch wenn die Modellergebnisse hessenweit im 100 m-Raster vorliegen, sind die Modellergebnisse nicht dafür geeignet, um einzelne Rasterwerte für quantitative Auswertungen (Bilanzierungen) zu verwenden. Dies liegt in erster Linie an dem Maßstab der Eingangsdaten (z. B. HÜK 200, ATKIS-Landnutzung). Das Modell wurde in erster Linie für großräumige Betrachtungen auf regionaler Maßstabsebene (1:200.000) konzipiert. Für die Abschätzung der Grundwasserneubildung in Siedlungsgebieten wird zwischen acht Versiegelungsgraden unterschieden. Da für versiegelte Gebiete keine Bodenkennwerte flächenhaft vorhanden und die Versiegelungsgrade auf der Grundlage von ATKIS-Daten nicht immer eindeutig zu bestimmen sind, sind die Ergebnisse für Ortslagen nur als grobe Näherungswerte zu verstehen. Die reale Grundwasserneubildung kann lokal deutlich von den ermittelten Werten abweichen.

Grundwasseraustritt über schwebenden Grundwasserkörpern, Influenz und Effluenz entlang von oberirdischen Gewässern, laterale Grundwasserströmung (Randzustrom aus Nachbargebieten) sowie die Zusickerung und Aussickerung von Grundwasser aus bzw. in andere Grundwasserleiter werden von dem Modell nicht berücksichtigt. Daher muss für die standortbezogene Beurteilung des Grundwasserdargebotes auf lokaler Maßstabsebene den lokalen, im Modell nicht abgebildeten Gegebenheiten zusätzlich Rechnung getragen werden.

Die ermittelte Grundwasserneubildung aus Niederschlag ist in der Regel nicht mit dem Grundwasserdargebot gleichzusetzen. Die Grundwasserneubildung begrenzt das nutzbare Grundwasserdargebot nach oben und stellt somit das maximal mögliche oder potentielle Dargebot dar. Meist fällt das nutzbare Grundwasserdargebot u. a. aus brunnentechnischen Gründen oder wirtschaftlichen Überlegungen aber erheblich kleiner als die Grundwasserneubildung aus. Das gilt insbesondere für an Festgesteine gebundene Klufftgrundwasserleiter. Die

Ergiebigkeit des Grundwasservorkommens und die Zeitskala, auf der der Grundwasserumsatz im Grundwasserleiter erfolgt, sind für die Grundwasserneubildung nicht maßgeblich, für das genutzte Dargebot dagegen sehr wohl.

## 6 Literatur

- DÖRRHÖFER, G., KUNKEL, R., TETZLAFF, B. & WENDLAND, F. (2001): Der natürliche Grundwasserhaushalt in Niedersachsen. – Arbeitsh. Wasser, 1: 109-167; Hannover.
- GALLER, J. (1999): Lehrbuch Umweltschutz – Fakten, Kreisläufe, Maßnahmen. – 137-144; Landsberg (ecomod).
- GUDERA, T. & MORHARD, A. (2015): Hoch aufgelöste Modellierung des Bodenwasserhaushalts und der Grundwasserneubildung mit GWN-BW. – Hydrologie und Wasserbewirtschaftung, **59** (5): 205-216; Koblenz (DOI: 10.5675/HyWa\_2015,5\_1).
- HERGESELL, M. & BERTHOLD, G. (2004): Entwicklung eines Regressionsmodells zur Ermittlung flächendifferenzierter Abflusskomponenten in Hessen durch die Regionalisierung des Baseflow-Index (BFI). – Jahresbericht des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie, **2004**: 47-66; Wiesbaden.
- HÖLTING, B. & COLDEWEY, W.G. (2013): Hydrogeologie – Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie, 8. Aufl. – XXXVII, 438 S.; Heidelberg (Spektrum Akad.-Verl.).
- KLIWA (2012): Auswirkungen des Klimawandels auf Bodenwasserhaushalt und Grundwasserneubildung in Baden-Württemberg, Bayern und Rheinland-Pfalz. Untersuchungen auf Grundlage von WETTREG2003- und WETTREG2006-Klimaszenarien. – KLIWA Berichte, **17**: 112 S.; Karlsruhe ([https://www.kliwa.de/\\_download/KLIWAHeft17.pdf](https://www.kliwa.de/_download/KLIWAHeft17.pdf)).
- KLIWA (2017): Entwicklung von Bodenwasserhaushalt und Grundwasserneubildung in Baden-Württemberg, Bayern, Rheinland-Pfalz und Hessen (1951-2015). – KLIWA-Berichte., **21**: 102 S.; Karlsruhe ([https://www.kliwa.de/\\_download/KLIWAHeft21.pdf](https://www.kliwa.de/_download/KLIWAHeft21.pdf)).
- KOPP, B., BAUMEISTER, C., GUDERA, T., HERGESELL, M., KAMPE, J., MORHARD, A. & NEUMANN, J. (2018): Entwicklung von Bodenwasserhaushalt und Grundwasserneubildung in Baden-Württemberg, Bayern, Rheinland-Pfalz und Hessen von 1951 bis 2015. – Hydrologie und Wasserbewirtschaftung, **62** (2): 62-76; Koblenz (DOI: 10.5675/HyWa\_2018.,2\_1).

MARIO HERGESELL  
Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie  
Rheingastr. 186  
65203 Wiesbaden  
Tel.: 0611/6939-704  
E-Mail: mario.hergesell@hlnug.hessen.de

Manuskripteingang: 18. Oktober 2018

# Podsole auf dem Taunuskamm – anthropogener Ursprung?

ALEXANDER STAHR

Podsolierung, anthropogen, Standortbedingungen, Korngrößenzusammensetzung

**K u r z f a s s u n g :** Ausgangssubstrat der Bodenbildung auf dem Taunuskamm ist überwiegend die lösslehm- und tephrahaltige periglaziale Hauptlage (Solifluktionsschuttdecke). Die äolischen Komponenten wirken einer Podsolierung trotz hohem Quarzanteil in der Matrix und hohen Niederschlagsmengen entgegen. Dort, wo im Bereich von historischen Quarzsteinbrüchen Abraum die Hauptlage überdeckt, weisen die Böden trotz sonst gleicher Standortfaktoren eine Podsolierung auf.

## Podzols on the Taunus ridge – anthropogenic genesis?

Podzolisation, anthropogenic, location factors, grain size fraction

**A b s t r a c t :** At the Taunus ridge soils are mostly developed in the loess- and tephra containing periglacial upper layer (solifluction deposit). Despite the high contingent of quartzite in the soil matrix and high precipitation, the aeolian material counteract podzolization. In cases where around historical stone quarries the upper layer is covered with mining waste, soils show despite equal location factors podzolization.

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	59
2	Boden und Podsolierung auf dem Taunuskamm .....	61
3	Historie .....	66
4	Literatur .....	66

## 1 Einleitung

Die Bodenentwicklung wird in der Bodenkunde als Pedogenese bezeichnet (von griechisch pédon = Boden und génesis = Entstehung). Eine der wichtigsten Voraussetzungen für die Entwicklung der meisten Böden ist die Verwitterung der Gesteine. Der „meisten“ deshalb, da auch Moore und organische Auflagen aus Blättern oder Baumnadeln, die sogenannte Streu, als Boden definiert sind. Bodenkundler unterscheiden prinzipiell zwischen physikalischer und chemischer Verwitterung. Auch der Vorgang der Verwesung oder Verrottung von Tieren und Pflanzenteilen ist eine wichtige Voraussetzung für die Entwicklung eines Bodens. Zu beiden Vorgängen oder Prozessen – Verwitterung und Umwandlung von organischer Substanz – treten weitere hinzu.

Dazu zählen Verlagerungsprozesse innerhalb des Bodens, Umwandlungsprozesse, Durchmischungsvorgänge und die Bodenabtragung durch Wasser, Wind oder die Schwerkraft. Alle Prozesse laufen solange ab, bis ein Endstadium der Bodenentwicklung, ein so genanntes Klimaxstadium, erreicht wird. In welcher Art und Weise all diese Prozesse ablaufen und welche typischen Merkmale ein Boden schließlich hat, hängt von den jeweiligen Umweltbedingungen ab, die der

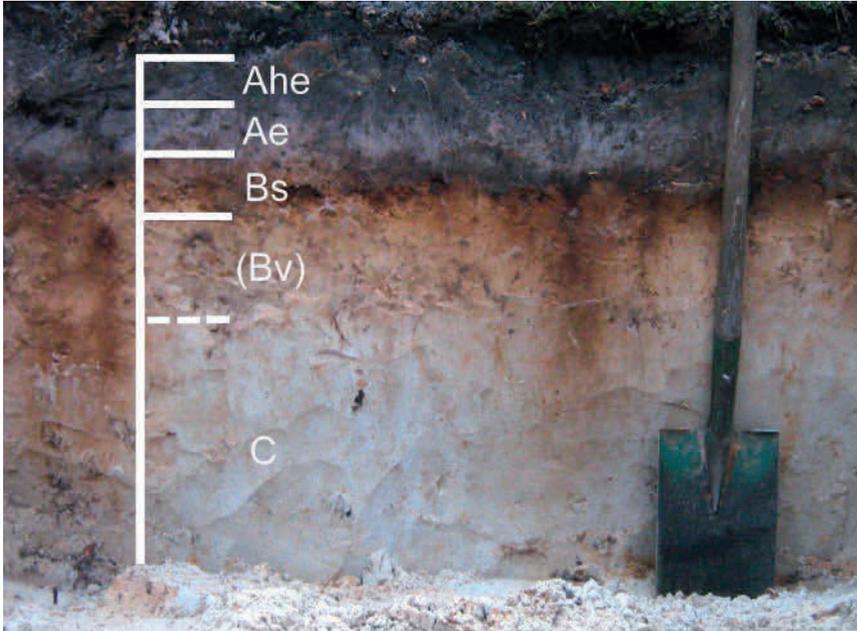


Abbildung 1: Typisches Profil eines Podzols auf nährstoffarmen pleistozänen glazifluvialen Sanden (Krausnicker Berge, Brandenburg); Foto: Gemeinfrei.

Die Symbole bedeuten: Ahe = A-Horizont (Oberboden), ungleichmäßig humos, mäßig bis stark podsolig mit diffus wolkigen Bleichflecken; Ae = A-Horizont (Oberboden), podsolig, sauergebleicht (Eluvialhorizont); Bs = B-Horizont (Unterboden), mit Sesquioxiden durch Umlagerung angereichert (Illuvialhorizont), keine Humusanreicherung erkennbar; (Bv) = B-Horizont (Unterboden), durch Verwitterung verbraunt und verlehmt (Tonbildung und/oder Lösungsrückstände), in diesem Bodenprofil nur rudimentär vorhanden; C = Ausgangsgestein (glazifluvialer Feinsand).

Figure 1: Typical profile of a podzol on nutrient-poor Pleistocene glaciofluvial sands (Krausnicker Berge, Brandenburg); photo: in the public domain.

The symbols mean: Ahe = A-horizon (topsoil), unevenly distributed humus, moderately to strongly podzolic with diffusely cloudy bleached patches; Ae = A-horizon (topsoil), podzolic, acid-bleached (eluvial horizon); Bs = B-horizon (subsoil), with sesquioxides enriched by displacement (illuvial horizon), humus enrichment not apparent; (Bv) = B-horizon (subsoil), browned and formation of clay by weathering (formation of clay and/or remains of dissolution), in this soil profile only rudimentary; C = parent rock (glaciofluvial fine sands).

*Please note that the lowercase suffixes characterising special features of each soil horizon in English speaking countries or in international soil classification systems may considerably differ from the soil description usual in Germany (see Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden 2005). For instance an Ahe, Aeh or Ae layer, usually lighter in colour than an underlying horizon (topsoil) and identified by a loss of silicate clay, iron, aluminium, or some combination of these, is treated as an independent E horizon.*

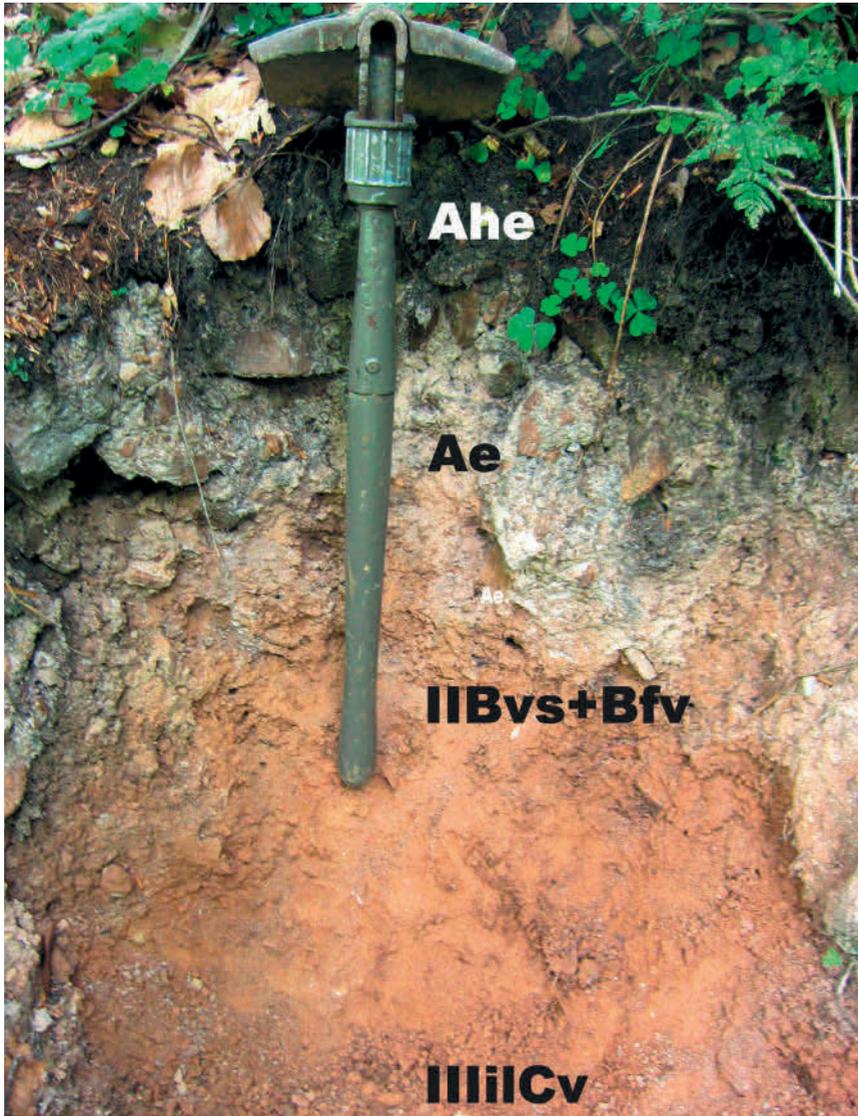
Bodenkundler als Standortfaktoren bezeichnet. Zu diesen Faktoren zählen das Klima, die Geländeoberfläche oder das Relief, das Gestein, Tiere und Pflanzen, die Tätigkeit des Menschen und die Zeit.

In calcium- und magnesiumarmen, sandig-grusigen Ausgangsmaterialien der Bodenbildung findet sich bei relativ hoher Luftfeuchte, hohen Niederschlägen, niedrigen Jahresmitteltemperaturen und schwer zersetzbarer Streu von Koniferen oder Heidekrautgewächsen (z. B. Heidelbeere *Vaccinium myrtillus*, Gemeine Fichte *Picea abies*) der Bodentyp des Podsoles (von russisch „Ascheboden“). Diese Bezeichnung ist treffend, da typische Podsole an ihrem gebleichten, weißlich-grau gefärbten Oberboden zu erkennen sind. Im sauren Boden aus genannten Ausgangssubstraten sorgen vor allem Pilze und Bakterien für den Abbau organischer Substanzen. Größere Bodenwühler wie Regenwürmer sind kaum anzutreffen. Beim Zersetzen der organischen Substanz entstehen leicht mit dem Sickerwasser transportierbare organische Säuren (z. B. Zitronensäure, Fulvosäuren). Silikate wie z. B. Tonminerale werden unter Freisetzung der Metallionen zerstört. Die Ionen bilden mit den organischen Substanzen metallorganische Komplexe. Diese Chelate werden mit dem Sickerwasser in tiefere Bodenbereiche verlagert. Ebenso Oxide. Da die Oxide dem Boden die braune Farbe verleihen, bedeutet dieser Translokationsprozess ein Ausbleichen des Oberbodens. Diesen Horizont bezeichnet man daher als Eluvial- oder Ae-Horizont (e vom lateinischen Verb *eluere* = ausspülen). Darüber folgt noch ein Ahe- oder Ae-Übergangshorizont des Oberbodens (Abb. 1). Im Unterboden lagern sich erst die organischen Substanzen, darunter die Oxide ab. Dadurch entsteht unter dem gebleichten Horizont ein dunkler Bh-Horizont [h von Humus], gefolgt von einem rötlichbraunem Bs-Horizont [s von Sesquioxide, eine Sammelbezeichnung für Oxide und Hydroxide des Aluminiums (Al), Eisens (Fe) und Mangans (Mn)].

## 2 Boden und Podsolierung auf dem Taunuskamm

Das Ausgangssubstrat der Bodenentwicklung im Bereich des Taunuskamms ist [bis auf felsige Partien und deren Verwitterungsprodukte in der unmittelbaren Kammlage = Härtlinge aus Quarzit (z. B. Altenstein bei Taunusstein, Hohler Stein zwischen Niedernhausen-Oberjosbach und Idstein-Lenzhahn)] eine ubiquitäre Abfolge periglazialer Lagen, die heute in eine Basislage (LB), eine lösslehmhaltige Mittellage (LM), eine lösslehmhaltige Hauptlage (LH) und eine steinreiche Oberlage (LO) z. B. unterhalb von Felsklippen gegliedert werden (AG Boden 2005). Die am weitesten verbreitete Bodenform im Bereich des Taunuskamms oder des „Hohen Taunus“ ist die Braunerde aus lösslehmhaltiger (auch Laacher-See-Tephra haltiger) Hauptlage über Basislage oder aus Hauptlage über anstehendem Quarzit (oft im Taunuskamm oberhalb 500 m ü. NN).

Der Taunuskamm ist heute klimatisch durch mittlere Jahresniederschläge zwischen etwa 800 und 1000 mm, eine relativ hohe Luftfeuchte und vergleichs-



weise niedrige Jahresmitteltemperaturen von 5,5 °C (Großer Feldberg) bis 7,5 °C charakterisiert. Diese klimatischen Voraussetzungen in Kombination mit schwer zersetzbaren Pflanzenrückständen (ab dem 19. Jh. Koniferen) wären ideale Voraussetzungen für die Entwicklung des Bodentyps Podsol. Doch der Lösslehm- und Tephraanteil der Hauptlage bewirkt einen Großteil der Pufferkapazität gegenüber Säuren, so dass sich der Bodentyp Braunerde in den periglazialen Lagen entwickelt hat (wenn auch trotzdem stark sauer bzw. oligotroph). In sehr sandigen Substraten (häufig <10–15 % Schluff und Ton) bildeten sich die Auswa-

Nebenstehende Abbildung 2: Lockerbraunerde-Podsol auf dem Taunuskamm; Foto: A. Stahr. Unter einer sehr steinreichen, sandigen und feinmaterialarmen, sauergebleichten Lage (Oberlage), die offensichtlich mit dem ehemaligen Betrieb des Steinbruchs zusammenhängt (Abraum), folgt die im oberen Bereich mit Sesquioxiden angereicherte, stark tephrahaltige Hauptlage, die noch Restmerkmale eines Bfv-Horizontes aufweist. Darunter folgt die Basislage aus Quarzit. Die Humusform ist ein Graswurzelfilz-Moder unter einer Vegetation aus Gemeiner Fichte (*Picea abies*), Rotbuche (*Fagus sylvatica*), Waldsauerklee (*Oxalis acetosella*) und Drahtschmiele (*Deschampsia flexuosa*). Bodenform: Graswurzelfilz-Moder, Lockerbraunerde-Podsol aus (offensichtlich) anthropogen verlagertem Material (anthropogene oder holozäne Lage) über lösslehm- und tephrahaltiger, grusführender Hauptlage und Basislage aus Quarzit. Bfv ist der locker gelagerte Unterboden der Lockerbraunerde. Das + Zeichen bedeutet hier und in Abbildung 3, dass es sich um einen Übergangshorizont mit mehreren Merkmalen handelt, die vorangestellten römischen Ziffern II und III beziehen sich auf unterschiedliche geologische Schichten, die in diesem Fall silikatisch (Index i) und locker (Index l) gelagert sind.

Opposite figure 2: Cambic andic podzol on the Taunus ridge; photo: A. Stahr.

An acid bleached upper layer, consisting of very stony sands and gradually removed fine material results obviously from former stone quarrying. This excavation material overlies the main layer, rich in tephra, in its upper part enriched with sesquioxides and reflecting weak characteristics of a Bfv soil horizon. Underneath follows the base layer of quartzite. Humus form: grassroot-behaved decay. Vegetation: Norway spruce (*Picea abies*), copper beech (*Fagus sylvatica*), wood sorrel (*Oxalis acetosella*) and hair grass (*Deschampsia flexuosa*). Soil formation: grassroot decay, cambic andic podzol consisting of (obviously) anthropogenically displaced material (anthropogenic or Holocene layer) which superpose the residual loess, tephra and fine rubble containing main layer and the base layer of quartzite. Bfv is the subsoil of the loosely packed cambisol. The + sign in the figures 2 and 3 stands for a transitional horizon with several soil features, the preceded roman numbers II and III refer to different geological formations which are in this case siliceous (index i) and loosely packed (index l).

schungs- oder Ae-Horizonte von Podsolen. Als Grenze der Podsolierung wird ein Sand/Schluff-Verhältnis von  $>6$  angenommen. Höhere Anteile an Feinmaterial (Schluff, Ton) im Ausgangssubstrat bzw. ein Sand/Schluff-Verhältnis  $<6$  wirkt daher der Podsolierung, wie im Falle der meisten Böden im Bereich des Taunuskamms, entgegen.

Deshalb ist es auffällig, dass in verschiedenen Bereichen des Taunuskamms unmittelbar neben Braunerden sich Braunerde-Podsole oder podsolierte Braunerden bei gleichen klimatischen Bedingungen und unter gleicher Vegetation finden lassen. Die von Podsolierung betroffenen Böden weisen in der Regel noch Merkmale von Braunerden (Bv-Horizonte) auf. Da die Untergrenze der mit Sesquioxiden angereicherten Horizonte bei diesen Böden meist oberhalb von 7 dm Tiefe liegt, handelt es sich definitionsgemäß (AG Boden 2005) um den Subtyp Braunerde-Podsol. Typische Podsole (Eisenhumus-Podsole) mit fast weißem Oberboden, dunkler Humus- und darunter leuchtend rostfabener Sesquioxidanreicherung, wie man sie u. a. in Niedersachsen, Brandenburg oder in der Oberpfalz antrifft oder vielleicht aus Lehrbüchern der Bodenkunde kennt, finden sich im Bereich des Taunuskamms nicht.

Auffallend ist an all diesen Lokalitäten der relativ kleinräumige Substratunterschied zwischen den entwickelten Bodentypen, der offensichtlich anthropogenen Ursprungs ist (vgl. DAMBECK et al. 2007). Augenfällig wird dies im Bereich von historischen, längst stillgelegten Quarzitsteinbrüchen im Bereich des Taunuskamms (STAHN 2014), die noch bis zur Mitte des 19. Jh. u. a. zur Gewinnung von Pflastersteinen für Straßen benötigt wurden.

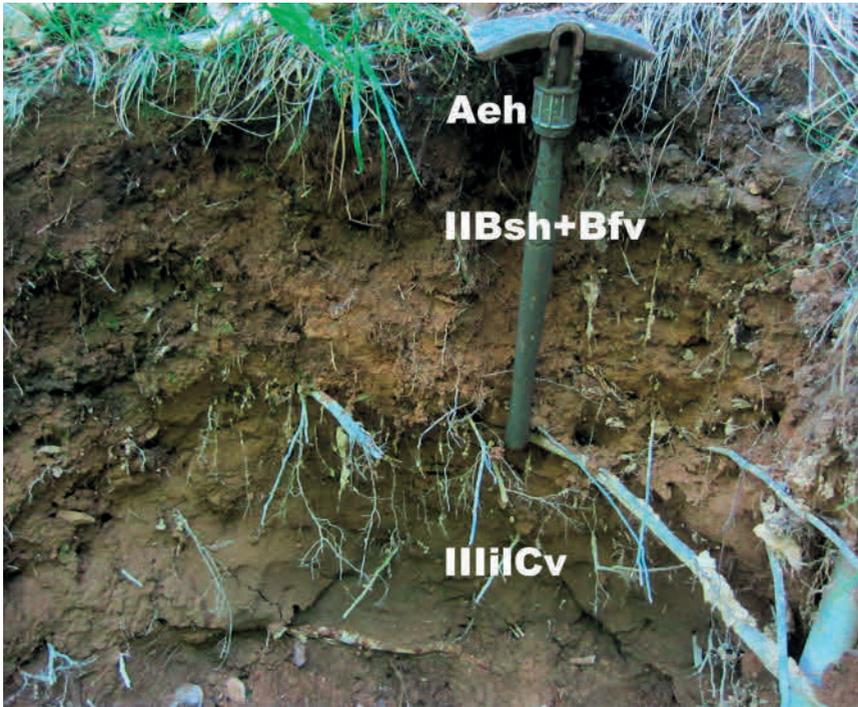


Abbildung 3: Schwach podsolierte Lockerbraunerde; Foto: A. Stahr.

Im Oberboden liegt aufgrund einer geringmächtigen Überdeckung der Hauptlage mit steinigem Substrat (Abraum) eine schwache Podsolierung mit einer Verlagerung von Humus und Oxiden vor (Aeh). Die Humusform ist Rohhumus unter einer Vegetation aus Gemeiner Fichte (*Picea abies*), Rotbuche (*Fagus sylvatica*), Waldsauerklee (*Oxalis acetosella*) und Draht-Schmiele (*Deschampsia flexuosa*). Bodenform: Schwach podsolierte oligotrophe Lockerbraunerde aus (offensichtlich) anthropogener (holozäner) Lage über löss-lehm- und tephrahaltiger, grusführender Hauptlage (IIBsh + Bfv) über Laacher-See-Tephra über Basislage aus verwittertem Quarzit (IIIilCv).

Figure 3: Weakly Dystric andic Cambisol; photo: A. Stahr.

Because the main layer is covered by a thin layer of stony substrate (excavation material) the topsoil shows a weak podzolsation with a displacement of humus and oxides (Aeh). The humus form is raw humus under a vegetation consisting of Norway spruce (*Picea abies*), copper beech (*Fagus sylvatica*), wood sorrel (*Oxalis acetosella*) and hair grass (*Deschampsia flexuosa*). Soil formation: oligotrophic dystric andic Cambisol from an (obviously) anthropogenic (Holocene) layer over residual loess, tephra and fine rubble over Laacher-See-tephra over base layer of quartzite (IIIilCv).

Ein gutes Beispiel ist der Steinbruch am Forstweg, der am unteren Ende des Parkplatzes Hohe Wurzel an der L3037 (Lahnstraße in Richtung Bad Schwalbach) beginnt und zuerst in östliche Richtung verläuft. In unmittelbarer Nähe zum Steinbruch hat sich nahe dem Forstweg in recht grobkörnigem Substrat (Oberlage aus Abraum) über stark Laacher-See-Tephra-haltiger Hauptlage ein Lockerbraunerde-Podsol gebildet (Abb. 2). Wenige Meter südöstlich davon am Wegesrand ist der Abraum nur noch geringmächtig und feinkörniger. Es hat sich eine schwach podsolierte Lockerbraunerde entwickelt (Abb. 3). Wiederum weni-

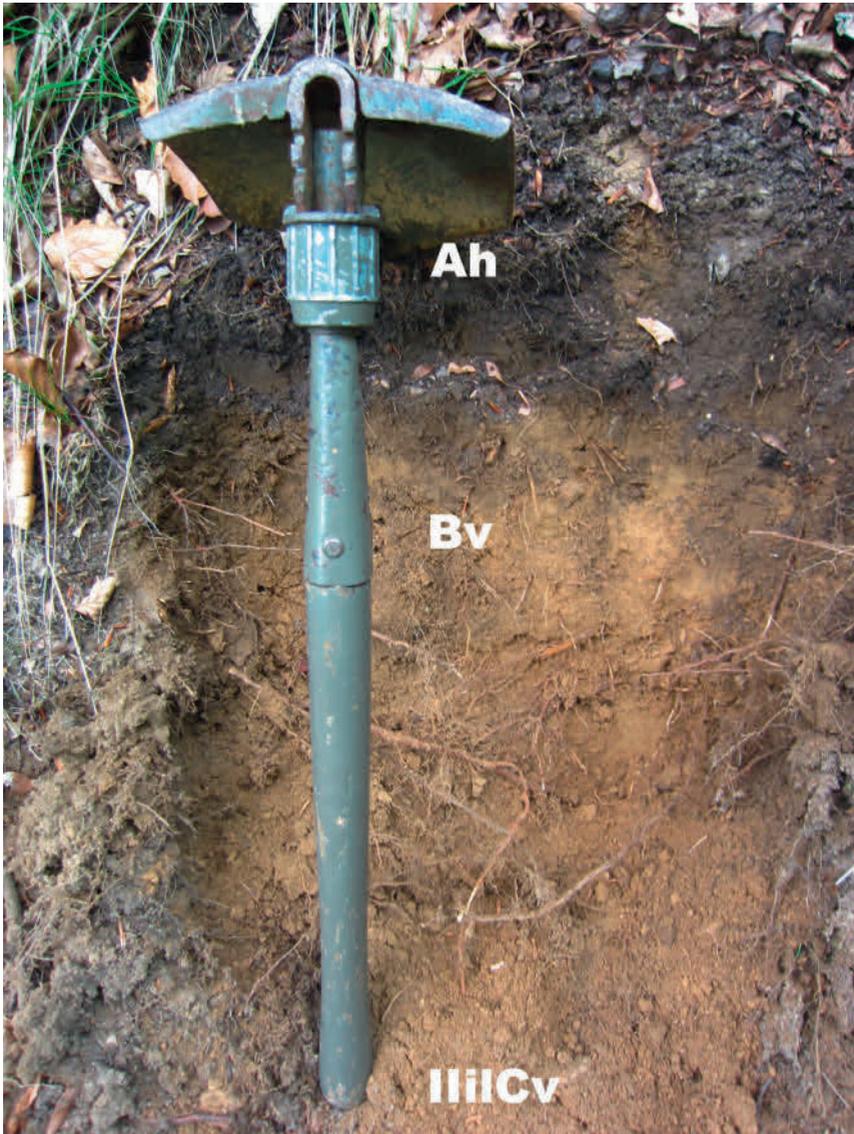


Abbildung 4: Braunerde; Foto: A. Stahr.

Die Abbildung zeigt unter humosem Oberboden (Ah) eine Braunerde im Bereich der Hohen Wurzel unweit der schwach podsolierten Lockerbraunerde (Abb. 3). Die grusführende Hauptlage (Bv) weist an dieser Stelle einen recht hohen Lösslehmanteil auf, eine steinige Überlagerung fehlt. Im Liegenden folgt die Basislage aus verwittertem Quarzit (IIIICv).

Figure 4: Dystric Cambisol; photo: A. Stahr.

The figure shows under humic topsoil (Ah) a cambisol in the Hohe Wurzel area not far from the weakly podzolic cambisol (fig. 3). The detritus comprising main layer (Bv) contains at this location a very high proportion of residual loess, a stony cover is absent. The base layer consists of weathered quartzite (IIIICv).

ge Meter entfernt am Wegesrand findet sich eine oligotrophe, stark Lösslehm enthaltende Braunerde aus Hauptlage über Basislage (Quarzit). Eine Überlagerung durch Abraum fehlt (Abb. 4). Diese Bodenabfolge (Catena) an diesem Standort belegt überaus deutlich den anthropogenen Einfluss auf die lokale Podsolierung von Böden auf dem Taunuskamm, der bereits von DAMBECK et al. (2007) andernorts für den Taunuskamm und Mittelgebirge allgemein diskutiert wurde.

Als weitere Beispiele von vielen für eine anthropogen bewirkte Podsolierung in Abraummaterial sind der Steinbruch am Geopfad bei Niedernhausen-Oberjosbach (Informationstafel Station 10, Bergbau und Rohstoffe im Taunus) sowie ein Steinbruch oberhalb Taunusstein-Bleidenstadt (Schutzhütte am Herzogsweg) zu nennen.

### 3 Historie

Auch DAMBECK et al. (2007) sind der Überzeugung, dass podsolierte Böden in Mittelgebirgen in der überwiegenden Zahl der Fälle quasi-natürliche Bildungen, also vom Menschen und seiner Nutzung des Bodens initiierte Bodenentwicklungen, darstellen. Zudem war der Taunuskamm bis zu den Aufforstungen im 19. Jh. weitgehend verwüstet (STAHR & BENDER 2007; DAMBECK & STAHR 2008), so dass das Zurückhalten von Niederschlägen auf der Oberfläche der Vegetation (Interzeption) sowie der Wasserverbrauch und die Verdunstung im Vergleich zu heute gering waren. Dadurch konnten Niederschläge weitgehend ungehindert die Böden bzw. grobkörnige Substrate (z. B. Abraum von Steinbrüchen) durchsickern und Verlagerungsprozesse in Form der Podsolierung beschleunigen. Auch bei steinreicher Hauptlage in Oberhangbereichen des Taunuskamms sind lokal mitunter Podsolierungstendenzen feststellbar. Insgesamt gesehen stellt die anthropogen generierte Korngrößenzusammensetzung (Bodenart) bei sonst gleichen Standortbedingungen ein wesentlicher Faktor für den Prozess der Podsolierung im Bereich des Taunuskamms dar.

### 4 Literatur

- Ad-Hoc-Arbeitsgruppe Boden (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. Aufl. – 438 S.; 41 Abb., 103 Tab., 31 Listen; Hannover (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in Zusammenarbeit mit den Staatlichen Geologischen Diensten).
- DAMBECK, R., MÜLLER, S. & STEPIEN, H. (2007): Podsol – Boden des Jahres 2007: Indikator für historische Waldnutzung in Mittelgebirgen? – Mitt. dt. bodenkdl. Ges., **110**: 441-442; 1 Abb.; 1 Tab.; Oldenburg.
- DAMBECK, R. & STAHR, A. (2008): Wovon Räuber Leichtweiß, Schinderhannes & Co. nur träumen konnten. Spuren historischer Waldnutzung im Idsteiner Land. – Jb. Rheingau-Taunus-Kreis, **59**: 123-126; Bad Schwalbach.

- STAHR, A. (2014): Die Böden des Taunuskamms. – 64 S., 56 Abb.; München (Verlag Dr. Friedrich Pfeil).
- STAHR, A. & BENDER, B. (2007): Der Taunus. Eine Zeitreise. Entstehung und Entwicklung eines Mittelgebirges. – XIII, 253 S., 253 Abb; Stuttgart (Schweizerbart).

DR. ALEXANDER STAHR  
Dresdener Str. 16  
65232 Taunusstein  
Tel.: 06128/488956  
E-Mail: info@lesestein.de

Manuskripteingang: 1. Juni 2019

# Von der „Aulenkaut“ zur „Zieglerstraße“ Was uns Straßennamen über Geologie verraten

EBERHARD KÜMMERLE

Straßennamen, Geologie, Wiesbaden, Rheingau

**Kurzfassung:** Viele unserer Straßen sind nach Landschaftselementen benannt, die es oft gar nicht mehr gibt, die aber in den Straßennamen erhalten blieben. Es werden Straßen und Plätze in Wiesbaden und Umgebung in Augenschein genommen, deren Namen aus der örtlichen Geologie zu erklären sind.

## From the “Aulenkaut” to the “Zieglerstraße” What streetnames reveal us about geology

Streetnames, geology, Wiesbaden area, Rheingau

**Abstract:** Many of our streets are named after landscape features which no longer exist, but are still preserved in the streetnames. The author has a look at streets and public locations in the city of Wiesbaden and surrounding area, which reflect the local geology in their names.

### Inhaltsverzeichnis

1	Von Quellen und Brunnen .....	69
2	Von Hohlwegen und Ziegeln .....	76
3	Von Felsen, Sand und Kies .....	79
4	Von den „Aulnern“ und ihren „Dippen“ .....	80
5	Literatur .....	81

## 1 Von Quellen und Brunnen

Vor der Hauswasserversorgung gab es in unseren Kommunen öffentliche Brunnen. Sorgsame Fassung und zuweilen denkmalartige Gestaltung derselben zeigen die hohe Wertschätzung, die unsere Vorfahren dem Lebensmittel Nr. 1, dem Trinkwasser, entgegenbrachten. Beispiele sind der Wiesbadener Marktbrunnen sowie der Markobrunnen und Nussbrunnen zwischen Erbach und Hattenheim. Die Brunnen spendeten aber nicht nur Wasser. Sie waren auch Treffpunkt und Zentrum von Brunnengenossenschaften, wie sie spätestens für das 17. Jahrhundert bezeugt sind. So in Johannisberg oder Mittelheim. Zu diesen Brunnennachbarschaften lesen wir: „Ihre erste Aufgabe war, für die Säuberung und Instandhaltung der Brunnen zu sorgen, und umfassten alle die Nachbarn, die an der Benutzung eines Brunnens teil hatten. Aber man blieb nicht dabei, sich um Bauen und Fegen der Brunnen zu vereinigen, man wollte auch zu Lieb' und Leid

zusammenkommen, sich gegenseitig helfen, sein Kreuz zu beklagen und ein Maß Wein zum Trost zu trinken“ (RICHTER 1913; GIETZ 2000). Überliefert ist auch, dass die Zusammenkünfte zuweilen in Gelage ausarteten. Wurde ein Teilnehmer dabei zänkisch, bestrafte man ihn. Gab es gar Prügeleien, so hatte derjenige, der den ersten Hieb ausgeteilt hatte, für alle Speisen und Getränke aufzukommen (STRUCK 1977).

Die Erinnerung an Brunnen blieb im Namen der Straßen, die zu ihnen hinführten, erhalten. So gibt es eine **Brunnenstraße** oder **-gasse** u. a. im Aukamm, in Biebrich, in Seitzenhahn, Lorch und Wollmerschied. Eine **Bornstraße**, **Born-gasse**, **Bornpfad** oder **Bornweg** findet sich in Igstadt, Wehen, Rauenthal, Oestrich, Presberg und Espenschied.

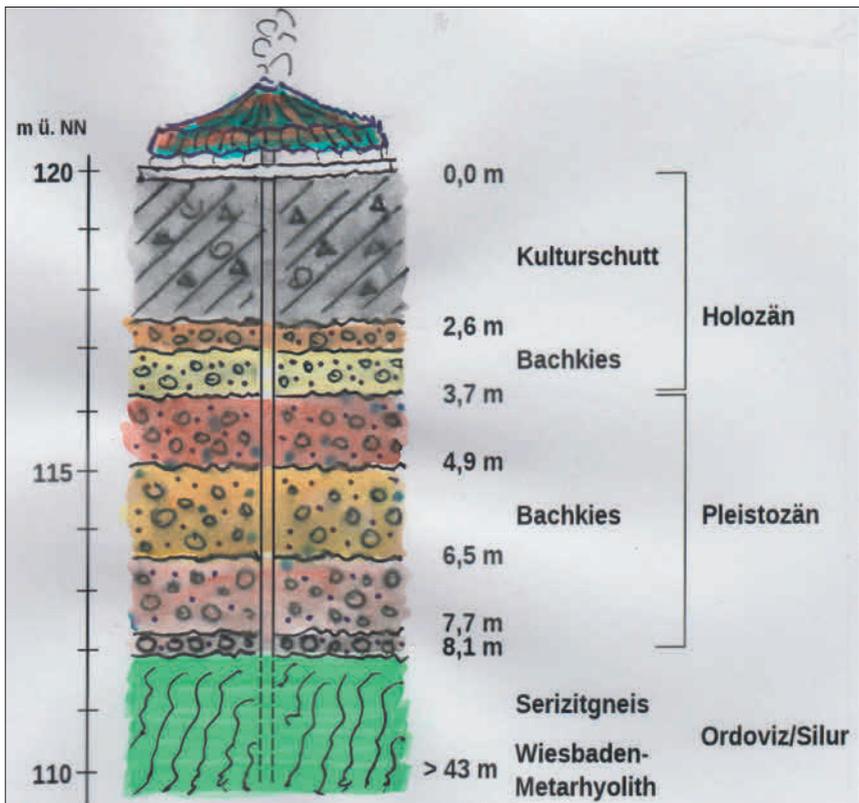


Abbildung 1: Schematisches Profil des Untergrundes im Wiesbadener Kochbrunnengebiet (nach MICHELS 1966).

Figure 1: Stratigraphic profile of the geological substratum in the Kochbrunnen area of Wiesbaden (after MICHELS 1966).

Die Wiesbadener Thermalquellen, die es seit 200000 (CZYSZ 1995) oder gar über 400000 (KIRNBAUER 1997, 2007) Jahren gibt und die Geschichte der Stadt

bestimmten, wurden selbstredend in Straßennamen gewürdigt. Jeweils einer der drei Wiesbadener Quellentypen ist dabei vertreten. Der **Kochbrunnenplatz** umgibt dabei die wichtigste Quelle. Ihr Wasser steigt mit knapp 70 °C direkt aus Spalten im Serizitgneis = Wiesbaden-Metarhyolith auf: eine Primärquelle (Abb. 1). Eine Sekundärquelle findet sich dagegen **An der Dreililienquelle**. In dieser sind mehrere Quellen zusammengefasst. Sie zeigen mit rund 58 °C an, dass es sich um ein Mischwasser von heißem Thermalwasser aus Serizitgneisspalten und kühlem Grundwasser aus hangendem Bachsediment handelt. Zum dritten Quellentyp aber gehört der Faulbrunnen auf dem **Faulbrunnenplatz**, benannt nach dem Schwefelwasserstoffgeruch seines ausfließenden Wassers (MICHELS 1966; STENGEL-RUTKOWSKI 2009). Dass es mit nur 17 °C und stofflich von allen übrigen Wiesbadener Mineralquellen abweicht, erklärt sich mit der Lage des Brunnens im Gebiet des ehemaligen Mainzer Meeresbeckens. Über dem in 17 m Tiefe anstehenden Serizitgneis liegen tonig-sandige Sedimente, die das Faulbrunnenwasser auf seinem Weg nach oben durchdringt. **An den Quellen** sind dagegen gar keine Quellen zu finden: sie sind erst westlich von Häfner- und Spiegelgasse bekannt.

So bedeutend die Mineralquellen für die Stadt waren und sind, als Trinkwasserspendener eigneten sie sich überhaupt nicht. Unverzichtbar waren Feldbrunnen im Umland außerhalb des Thermalquellenbezirks (TOUSSAINT 2013). Der **Kisselbornweg** erinnert an die Quellgruppe Kisselborn im oberen Rabengrund. Sie ist weitgehend versiegt, denn der Münzbergstollen führt darunter hindurch. Die Quellen wurden vor 1812 schon in einer Art erstem Wasserstollen gefasst, vielleicht schon zur Römerzeit. Das weiche Wasser, aus der Grenzregion Quarzit/Bunte Schiefer des Unterdevons, wurde ab 1821 in die Stadt geleitet, wo es bis zu 16 Laufbrunnen speiste (KOPP 1986; KÜMMERLE et al. 2014; LAUTH 2014). An die Kisselquellen erinnert der 1971 aufgestellte Rettertbrunnen mit zugeleitetem Leitungswasser. In der **Weidenbornstraße** steckt der Name des Weidenborns, dessen Wasser um 1365 zum Salzbach floss (RENKHOFF 1980). Das Wasser des Erkelborns rann durch den Hainergraben ebenfalls zum Salzbach bei der Neumühle. Nach ihm ist die Straße **Am Erkelborn** benannt. Sein Ursprung wie auch der der zwei Brunnen bei der **Zweibörnstraße** liegt in Hydrobienschichten = Wiesbaden-Formation des Tertiärs. Am gegenüber liegenden Hang zum Salzachtal beim jetzigen Hauptstaatsarchiv ist die **Heiligenbornstraße** nach dem gleichnamigen Born benannt. Er wird im Jahr 1436 genannt. Im 16. bis 17. Jahrhundert wurde sein Wasser, ebenfalls aus Hydrobienschichten stammend, zum Stadtbrunnen am Markt geleitet (KOPP 1986). Die **Hollerbornstraße** erinnert an den Hollerborn. Er ist an der Dotzheimer Straße südwestlich des Sportplatzes Kleinfeldchen zu lokalisieren. Es werden Unterster und Oberster Hollerborn erwähnt. Zeitweise gab es eine Leitung bis zur Luisenstraße (KOPP 1986).

In Georgenborn finden sich die Straßen **Am Born** und der **Bornwiesweg**. Sie weisen auf den „Georgenborn“ hin, an dem Georg August Samuel von Nassau-Idstein (1665-1721) bei der Jagd zu ruhen pflegte. Sein Brunnen war namengebend

für die vom Herzog persönlich gegründete Siedlung. Er war auch erster Bauherr des Biebricher Schlosses und Förderer von Eisenhütten und Hammerwerken. Die Quelle entspringt in Hermeskeil-Sandstein, der an Bunte Schiefer, beides Unterdevon, grenzt (Abb. 2).



Abbildung 2: Der Georgenborn im gleichnamigen Schlangenbader Ortsteil, als Gefallenen-Ehrenmal gestaltet; Foto: Autor.

Figure 2: The Georgenborn in the district of the same name in the municipality of Schlangenbad, worked as memorial to fallen soldiers; photo: author.

**Bornweg und Vor dem Kaltenborn** in Rauenthal weisen auf den Kaltenborn. Er findet sich im steilen Osthang des Bergrückens aus Phyllit (Silur?, Devon?), auf dem der Ort liegt. Anno 1739 verkauft Rauenthal den „Bach“ Kaltenborn für 100 Gulden an Kloster Tiefenthal; es darf ihn ins Kloster leiten (KUNKEL 2003). Die wohl einst starke Quelle speist noch eine kleine Wildschweinsuhle im Wald. In Niederwalluf zeugt die **Johannisbrunnenstraße** von der gleichnamigen Quelle. Sie trat ehemals im „Backofen“, einem Bollwerk des Gebücks, aus. Bei dem Abriss des Bauwerks übernahm ein Privatmann das Steinmaterial und verkaufte es an den Straßenbau. Aus den Bruchsteinen, meist Kalkstein aus Budenheim, entstand eine hohe Stützmauer zum Weihergraben, einem Gebückergraben des 13./14. Jahrhunderts, mit einer Brunnenkammer mit Abfluss in den Graben. Dieser war erst wassergefüllt, lag aber um 1911 trocken (ZEDLER 1911). Nach 1960 wurde er aufgefüllt und überbaut. 1968 entstand ein neuer Brunnen im Straßenniveau. Das Quellwasser entstammt einer Rhein-Mittelterrasse, die mergelig-sandigen Schichten des Mainzer Meeresbeckens aufliegt. Im Kies der Terrasse gab es ne-



Abbildung 3: Verlorenes Kulturdenkmal: Eltviller Freienborn, noch um 1980 in der Weinbergs-  
lage Langenstück; Foto: Autor.

Figure 3: Lost cultural monument: Freienborn spring in Eltville, still in the 1980s in the vine-  
yard Langenstück; photo: author.



Abbildung 4: Eltviller Bornhäuschen in der Lage Langenstück vor der Flur“bereinigung“; Foto:  
Autor.

Figure 4: Bornhäuschen spring in Eltville in the vineyard Langenstück before the land repar-  
celing; photo: author.

ben dem Backofen zeitweilig eine Kiesgrube (MICHEL 2014). Die Eltviller **Freienbornstraße** erinnert an den Freienborn (Freijenborn, Weidenborn) am Westhang der Großen Hub. Er ist benannt nach den Frei von Dehr, die im 17./18. Jahrhundert im Freihof, der Burg Crass, residierten. An der Quelle liegen kiesige Schichten einer Mittelterrasse auf Cyrenenmergel (Sulzheim-Formation, Abb. 3). Außer dem Freienborn sei auch das Eltviller Bornhäuschen von 1915 als verlorenes Kulturdenkmal erwähnt (Abb. 4).

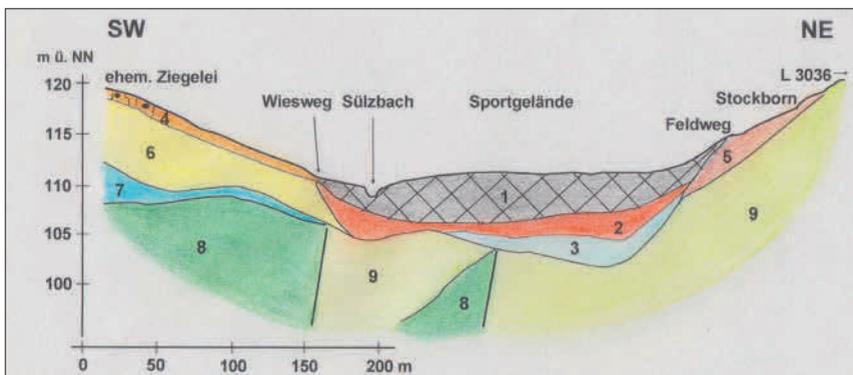


Abbildung 5: Profil des Sülzbachtals in Eltville zwischen ehemaliger Ziegelei und dem Stockborn (nach Erkundungsbohrungen).

1 Künstliche Aufschüttung, Haus- und Gewerbemüll; 2 Auenlehm mit Torfschichten; 3 Bachkies; 4 Lösslehm, Ackerboden, mit Abfallgrube und Wohnstätte der Rössener Kultur des Neolithikums (Holozän); 5 Hangschutt und Solifluktionslehm (Holozän/Pleistozän); 6 Löss mit Eltviller Tuff, Alter rund 20000 Jahre; 7 Bachkies Ur-Sülzbach, rund 100 000 Jahre alt (Pleistozän); 8 Cyrenenmergel (Sulzbach-Formation); 9 Oberer Meeressand (Stadecken-Formation) (Tertiär, Mainzer Becken).

Figure 5: Geological cross section through the Sülzbach valley in Eltville between the former brick factory and the Stockborn (according to exploration drillings).

1 Artificial filling, domestic and commercial waste; 2 alluvial loamy deposits with peat layers; 3 fluvial gravels; 4 residual loess, cropland, with waste pit and site of the Neolithic Rössen Culture (Holocene); 5 hillside debris and solifluction loam (Holocene/Pleistocene); 6 loess with Eltville tephra, age about 20000 years; 7 fluvial gravels of the oldest Sülzbach, age about 100000 years (Pleistocene); 8 Cyrenen-Mergel (Sulzbach Formation); 9 Oberer Meeressand (Stadecken Formation) (Tertiary, Mainz basin).

Die **Stockbornstraße** ist nach dem Stockborn benannt, einer Quelle ebenfalls am Westhang der Großen Hub (Abb. 5), gespeist von sandig-kiesigem Oberem Meeressand (Stadecken-Formation) .

Weitgehend erhalten ist der Hattenheimer Willborn in der Weinberglage Engelmansberg mit seiner starken Quelle aus sandigen Einlagerungen der Sulzheim-Formation (Abb. 6), dagegen ist leider das Oberwallufer Schachtbrunnchen (Abb. 7) verschwunden, das dem Straßenbau zum Opfer fiel.

In Kiedrich führt der **Wiesenbornsweg** zum Brunnen am rechten Ufer des Kiedricher Baches. Jenseits liegt die Bornwiese mit dem **Bornwiespfad**. Das Quellwasser dürfte der Grenze von Bachsedimenten über tonig-sandigen Tertiärschichten entstammen. **Obere** und **Untere Brunnengasse** in Johannisberg deuten auf den Wäschbrunnen oder Schweizerbrunnen hin, „eine starke Quel-



Abbildung 6: Der Willborn über Hattenheim (Aufnahme vor der Umgestaltung); Foto: Autor.  
Figure 6: The Willborn spring above Hattenheim (photo taken before restructuring); photo: author.

le aus Sand und Kies auf Ton“ (LEPPLA 1904), ufernah abgelagerten Schichten des Mainzer Tertiärmeeres. 1625 wird er mit Sitzbänken und einem Weiher als Pferdeschwemme beschrieben (STRUCK 1977). Das Wasser wurde ab 1856 in einer Kaltwasser-Heilanstalt mit Dampf- und Kiefernadelbädern und Traubenkuren genutzt. 1920 wurde das Anwesen von Benediktinerinnen übernommen, 1929 ließen sie hier eine Klosterkirche erbauen. Der Brunnen selbst ist seit 1958 umgebaut: „In einer Stützmauer rundbogige Nische. Über der Brunnenkammer wagrechter Sturz mit 1550“ (HERCHENRÖDER 1965). Auch werden im Dorf zwei Ziehbrunnen genannt: Kettenbrunnen und Pfeifersbrunnen (STRUCK 1977; JESCHKE 2003). In Eibingen begegnet uns die Straße **Am Hildegardisquell**. Hangwasser aus Kies und Hangschutt über Cyrenenmergel (Sulzheim-Formation) war einst in einem Brunnen in der Ecke zwischen Süd- und Ostflügel des alten Klosters Eibingen gefasst. Eine alte Brunnenstube ist vielleicht erhalten. Seit 1987 spendet ein Brunnen, aus Basalt gestaltet, an der nördlichen Innenwand des



Abbildung 7: Das Schachtbrünncchen um ca. 1980, aus Oberem Meeressand gespeist, fiel dem Straßenbau zum Opfer; Foto: Autor.

Figure 7: The Schachtbrünncchen spring around 1980, fed by the Oberer Meeressand, fell victim to the road construction; photo: author.

200 Jahre alten Weinkellers das Wasser der Hildegardisquelle (KÜMMERLE 1996; LAUTER 1996).

## 2 Von Hohlwegen und Ziegeln

Die nachfolgend beschriebenen Landschaftsteile finden sich an nach Osten geneigten Talhängen. In Kaltzeiten des Pleistozäns wurde unter arktischen Bedingungen aus kahlen Flussablagerungen der Löss ausgeweht und von Steppen-gräsern aufgefangen. Örtlich in großer Mächtigkeit: Am Steinheimer Hof bei Eltville wurden kürzlich über 13 m Löss erbohrt. Auffällig ist dabei, dass der Löss auf nach Westen geneigten Hängen fehlt. Gängige Lehrmeinung ist, dass er bei vorherrschenden Westwinden nur an der Leeseite niedergefallen sei (SEM-MEL 2007). Hier sind Zweifel angebracht, denn weite Lössflächen, so im Gebiet Erbenheim-Nordenstadt, am Untermain, in der Wetterau und in Rheinhessen, belegen, dass Löss nahezu überall sedimentiert worden sein muss. Aber er wurde durch eben die Westwetterlage an den nach Westen geneigten Hängen abgespült.

Gefördert dadurch, dass die Wasserläufe durch die Westwinde an diese Hänge gedrängt wurden, diese unterschritten und versteilten. Auch wurde die Versteilung noch damit begünstigt, dass die sonneitigen Westhänge stärker erwärmt wurden. An ihrem Fuß begann im Frühling das Wasser früher zu fließen und die Hänge anzunagen (SEMMELE 2007).

Lössgebiete sind Kornkammern. Besonders fruchtbar ist dabei der obere Abschnitt des Lössprofils, der braune Lösslehm. Die Verlehmung seit Ende der letzten Kaltzeit hat viele Tausend Jahre gebraucht. Der Boden hat seit 8000 Jahren Menschen bei uns ernährt (siehe Abb. 5). Schon mit dem Sesshaftwerden im Neolithikum waren die Lössgebiete bevorzugte Siedlungsflächen. Auch die römischen Villae rusticae lagen darin. Sie sind nachgewiesen z. B. beim Hollerborn, am Gräselberg, bei Bierstadt und im Rabengrund (KÜMMERLE et al. 2014). Aus Römersiedlungen mitten auf Lössflächen aber gingen unsere Städte hervor: Wiesbaden, Mainz, Frankfurt. Mit unseren auf Lössboden errichteten Monsterstädten zerstören wir sukzessiv eine unserer Lebensgrundlagen: Wo sich Beton und Asphalt ausbreiten, wird nie mehr ein Getreidehalm wachsen.

Durch die Standfestigkeit von Lösswänden, bedingt u. a. durch Verkittung des feinen Korns mit Kalkhäutchen, sind Hohlwege steilwandig erhalten geblieben. So gibt es in Walluf den **Hohlweg**, einst Fernweg zur Hühnerstraße, die **Waldhohl**, **Kühhohl** in Eltville wurde als „Kemeler Weg“ genutzt (SÖDER 2010). In Erbach und Hattenheim wird die ehemalige **Kühhohl** heute „Eberbacher Straße“ genannt. Der **Schelmengraben** in Dotzheim war „eine in Löss tief eingeschnittene Regenschlucht“ (LAUPUS 1925).

Über Jahrtausende wurden Lösslehm und Löss als Baustoff genutzt. Für Wand- und Mauerbau, für Decken und Tennenböden (zum Dreschen). Die „Kleuber“ füllten Fachwerk mit Holzknüppeln und Strohlehm, eine Technik, die es schon in der Rössener Kultur gab (siehe Abb. 5). Auf Lössboden wurden in Feldziegeleien in Backsteinmeilern, Meileröfen, Backsteine, auch „Russen“ genannt, hergestellt. Ortsnah, ohne große Transportwege. Für den örtlichen Gebrauch, auch nur so lange, bis der Bedarf gedeckt war (WINTER 1937, Abb. 8). Zwischen Walluf und Lorch gab es 14 Feldziegeleien. Im 19. Jahrhundert wurden hier alle Ziegelsteine für den Rheingau gebacken. Um Dotzheim herum gab es mehrere Ziegeleien (FABER 1981). Eine Ziegelhütte wurde am Unterende des Schelmengrabens betrieben, wovon dort die **Ziegelhüttenstraße** kündigt. Eine weitere Ziegelei gab es bei der **Feldbrandstraße** in Kloppenheim. Ferner bei der Straße **An Peters Ziegelei** in Schierstein, heute Sportplatz. In Auringen finden wir die Straße **An der Leimeskauf** und in Bierstadt die **Zieglerstraße**. Um 1867 sind drei Ziegeleien beiderseits der Klarenthaler Straße bekannt, eine weitere am Bingert östlich der B 455. Bis zum 2. Weltkrieg gab es auf Löss im Stadtgebiet Wiesbaden noch mehr Ziegeleien. Im Sauerland an der Amrumer Straße, am Gräselberg eine an der Karawankenstraße und drei bei der Palmstraße, an der Aarstraße/Hans-Thoma-Straße, am Loreleyring/Oestricher Straße, an der Holzstraße/Sommerstraße, an der Dotzheimer/Hollerbornstraße (Henkell-Kunsteisbahn, Sportplatz Kleinfeld-

chen), am Konrad-Adenauer-Ring/Erlenweg (Sportanlagen), südlich und nördlich der ehemaligen Städtischen Kliniken und in Erbenheim zwischen Treptower und Tempelhofer Straße.

An der **Lehmkaut** in Rauenthal und **Letchkaut** in Kiedrich erinnern ebenfalls an Lössgruben. Im 17. Jahrhundert gab es eine Backsteinbrennerei beim Hof Armada bei Frauenstein (MEUER 1930). Eine Lössgrube beim Rüdeshheimer Friedhof wurde erst nach 1945 verfüllt. Auch Klöster konnten ihre eigene Ziegelei haben, so Marienhausen über Aulhausen. Hrabanus Maurus, von 847–856 Mainzer Erzbischof, beschrieb in seiner Sammlung germanischer Volksbräuche die Backsteinformung mittels Holzschablonen. Obwohl der Ringofen mit kontinuierlichem Brand schon 1858 erfunden war, gab es erst 1897 eine erste Dampfziegelei in unserer Gegend: im Löss bei Klüter in Eltville, heute Schulzentrum. Sie stellte um 1900 ganze 400 000, 1949 aber drei Millionen Backsteine her. Zeitweise sorgte ein Abzweig der Kleinbahn Eltville – Schlangenbad für Zufuhr von Kohle und Abtransport der Steine (siehe Abb. 5).

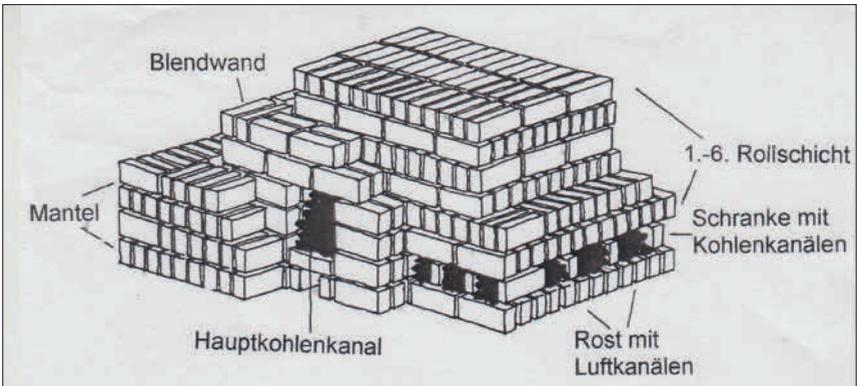


Abbildung 8: Aufbauschema eines Backsteinmeilers (nach WINTER 1937).

Figure 8: Sketch of the construction of a brickstone charcoal pile (after WINTER 1937).

Bei manchen Lössgruben ist nachgewiesen, dass sie nach Auffassung als „Abdeckerei“ fungierten: Es wurden Tierkadaver darin verscharrt, „abgedeckt“. Das wurde durch das leicht grabbare Gestein, „lösch“ = locker, begünstigt. Man muss bedenken, dass es keine geordnete Tierkörper-Beseitigung gab. Beispiele für Abdeckereien sind Gruben am Hainerberg am Siegfriedring bei der Sumpflache und auf der Leydeck über dem Blaubachtal bei Eibingen. Eine frühere Ziegeleigrube nahe dem heutigen Hauptstaatsarchiv war als Hundebegräbnisplatz bekannt. Man nannte Tierfriedhöfe Schindanger, Schindergrube, Schelmengrube oder Wasen. Die Abdecker, Schinder („Schinderhannes“) oder Wasenmeister, manchmal auch Henker und Scharfrichter, wurden als „Schelme“ bezeichnet (Schelmengraben). Sie galten allesamt als „ehrlos“.

In die Literatur eingegangen ist der „Schelm von Bergen“ (Bergen-Enkheim). Er war ein (ehrloser) Henker und wagte trotzdem, beim Maskentanz von Frank-

furt die Kaiserin zum Tanz aufzufordern. Bei seiner Entdeckung drohte ihm die sofortige Todesstrafe. Um die peinliche Situation ohne großes Aufsehen zu retten, schlug ihn der Kaiser kurzerhand zum Ritter.

### 3 Von Felsen, Sand und Kies

Die **Felsenstraße** in Dotzheim führt zu dem Steilhang eines ehemaligen großen Steinbruchs im Serizitgneis oder Wiesbaden-Metarhyolith. Dieses „Hausgestein“ von Wiesbaden ist in der Burg Sonnenberg, in vielen Gebäudesockeln und im Kernmauerwerk der Bonifatiuskirche verarbeitet. Der Baustein konnte ortsnah gewonnen werden, musste nicht etwa aus China kommen. Der Frauensteiner **Leierweg** (Lei = Fels, Schiefer) weist darauf hin, dass der Leierbach bei dem Leierkopf den Phyllit durchbricht. Es ist das schon erwähnte Schiefergestein aus dem Silur (?) oder Devon (?). Man gebrauchte es zu Trockenmauern im Weinbergsgelände oder, als Kleinschlag, wegen des Kaligehaltes zur Weinbergsdüngung. Die Straße **Zum Grauen Stein** hat ihren Namen von der bekannten Felsrippe aus Gangquarz. Sie ist vom Nürnberger Hof zum Nonnenstein bei Georgenborn in einer Länge von rund 3,5 km zu verfolgen und trägt die Burg Frauenstein aus dem 12. Jahrhundert, das älteste Bauwerk der Stadt. **Zum Goethestein** weist auf das Denkmal hin, das seit 1932 dort steht, wo der Dichter die Aussicht genoss. Das Steinmaterial für das Monument ist Gangquarz, der an Ort und Stelle gewonnen wurde. Der Entwurf stammte von dem Wiesbadener Rudolf Artur Zichner, Kunstmäzen war Wilhelm von Opel. Angeregt hatte den Denkmalbau aber Karl Mollath, der am Michelsberg 14 ein Geschäft für Gartenartikel betrieb. Für die Denkmalform war sicher anregend, dass der Berg seit Urzeiten „der Spitze Stein“ hieß.

Aus dem Stadtgebiet sind etliche Sand- und Kiesgruben bekannt. Geradezu weltberühmt sind die Mosbacher Sande aus dem Alt- bis Mittelpleistozän, deren Fossilreste in den Museen zu finden sind. Sandgrube Rasper in Schierstein wurde bekannt wegen ihrer Reste tropischer Gewächse wie Magnolien und Zimtbaum aus dem Schleichsand (Stadecken-Formation) (KOCH 1880; LEPPLA & MICHELS 1931). Der **Sandweg** in Sonnenberg erinnert an eine Sand-/Kiesgrube, die um 1925 am Bingert Sedimente des Pliozäns ausbeutete. Eine Sandgrube am Leberberg und je eine weitere an der Waldstraße und auf dem Gräselberg an der Schiersteiner Straße bauten Material einer älteren pleistozänen Terrasse ab.

Mit dem Frauensteiner weißen Putzsand, der sandigen Uferfazies des Cyrenmergels oder der Sulzheim-Formation, wurde ein lebhafter Handel nach Wiesbaden, Mainz wie dem Main- und Rheingau betrieben (MEUER 1930). Der Sand war Scheuermittel für Pfannen und Kessel. Er hielt die Stubenböden blank und füllte deren Ritzen, in denen sonst Flöhe hausten.

Die Straßen **In der Sandgrub** in Kiedrich und **Im Sand** in Johannisberg erinnern ebenfalls an die Gewinnung von Material aus pleistozänen Terrassen-

resten. **Sandweg** und **Im Sand** in Niederwalluf bezeichnen eine Fläche bei der Schule, wo noch um 1960 Sand und Kies einer Rhein-Mittelterrasse abgebaut wurden. **Im Klosterkiesel** und **Kieseler Weg** in Eibingen nehmen Bezug auf grobe Ablagerungen im ehemaligen Küstenbereich des Mainzer Tertiärmeeres, die bis in das Klostergelände nachgewiesen sind (KÜMMERLE 2017).

#### 4 Von den „Aulnern“ und ihren „Dippen“

In alter Zeit war Ton als Abdichtungsmittel gesucht, sozusagen als Vorläufer der „Teichfolie“. Bei der Wasserburg „Weissburg“ in Rüdesheim diente Tonabdichtung als Vorsorgemaßnahme für genügend Wasser im Burggraben bei Rhein-Niedrigwasser. Auf Burg Trifels dichtete man die in Fels gehauenen Zisternen mit Ton ab.

Die Lage ehemaliger Tongruben ist in vielen Straßennamen dokumentiert. **An der Aulenkaut** in Dotzheim erinnert an tiefe Tongruben am Ortsrand Richtung Wiesbaden nördlich der Wiesbadener Straße. Aber auch im Süden von Dotzheim wurde Ton gegraben, teilweise mit Lagen von tonigem Sand und weißen Quarzgeröllchen. Diese dem Miozän (Rüssingen- bis Wiesbaden-Formation) angehörigen Tone sind auch verantwortlich für Setzungen und Rutschungen im Verlauf der Ludwig-Erhard-Straße. Die **Töpferstraße** in Bierstadt gibt an, wo Töpfer tonige Hydrobienschichten (Wiesbaden-Formation) verarbeiteten. Die **Häfnergasse** erinnert an die Töpfer, Aulner, Auler, die im 15. Jahrhundert in ihren Werkstätten Gefäße und Tonröhren für Brunnen und Leitungen herstellten (RENKHOFF 1980). Am Warmen Damm vor dem Sonnenberger Tor gab es bis 1811 die Brennöfen von fünf Häfnern (STRUCK 1979). Eine „Aulenkaut“ oder „Ulnkute“ gab es um 1436 am unteren Leberberg bei dem früheren **Ulnerweg**. In einer Tongrube „im Hainer“ Richtung Bierstadt soll weißer Ton, auf den Rödern beim alten Friedhof beiderseits der Platter Straße gelber Ton gegraben worden sein. Roter Ton fand sich am Rambach hinter dem Wiesborn (?) (RENKHOFF 1980).

Die **Aulgasse** in Kiedrich trägt ihren Namen nach dem im Gebiet Rosenstraße – Nelkenweg – Fritz-Erler-Straße vorkommenden Ton des Cyrenenmergels (Sulzheim-Formation). Die Kiedricher Autorin Hedwig Witte nannte solchen Ton „Boppchesborrem“, weil man daraus Püppchen formen könne. Fraglich, ob es hier überhaupt Töpfer gab. „Die Aulgasse, in welcher, wie es scheint, früher das Töpferhandwerk betrieben wurde. Weiter ist über dieses Gewerbe hier nichts bekannt“ (ZAUN 1879). Nach Aussage des Kiedricher Heimatforschers Josef Staab ist auch noch nie ein Produkt des Töpferhandwerks in Kiedrich bekannt geworden. Die **Dippenhäuser Straße** in Marienthal dokumentiert dagegen eine mittelalterliche Töpfersiedlung am Talhang unterhalb des Klosters. Funde von Fehlbränden und eines Brennofens bestätigen das. Rohstoff war vielleicht Rupelton (Bodenheim-Formation), der in der Umgebung vorkommt. Vermutlich auch Ton aus kleineren Vorkommen im Waldgebiet oberhalb Marienthal. Bekanntlich

geht auch der Name **Aulhausen**, früher Ulenhusen, auf das hier ab 1400 betriebene Töpferhandwerk zurück. Auch hier wurden Tone aus dem Uferbereich des Mainzer Meeresbeckens verarbeitet (DIETZ 1995/96).

Wir haben gesehen, dass Straßennamen kaum mehr erkennbare geologische Besonderheiten dokumentieren. Vor allem zeigen sie Beispiele auf, wie man natürliche Rohstoffe beispielhaft unter Vermeidung weiter Transportwege an Ort und Stelle nutzte. Es war ja auch von „Globalisierung“ noch nicht die Rede.

## 5 Literatur

- CZYSZ, W. (1995): Die Wiesbadener heißen Quellen von der Eiszeit bis zur Gegenwart. Geologie, Archäologie, Geschichte. – Jb. Nass. Ver. Naturkde., **116**: 5-39, 23 Abb., 3 Tab.; Wiesbaden.
- DIETZ, W. (1995/96): Die Töpferei in Aulhausen. – Rheingau-Forum, **2/95 bis 3/96**: insges. 42 S., 48 Abb.; Geisenheim.
- FABER, R. (1981): Dotzheim in Vergangenheit und Gegenwart. Von der ersten Ansiedlung zum Wiesbadener Stadtbezirk. – Schr. Heimatversch. Ver. Dotzh., **4**: 24 S.; Dotzheim.
- GIETZ, H. (2000): 400 Jahre Brunnengemeinschaft Johannisberger Grund. – Rheingau-Forum, **4/2000**: 13-15, 1 Abb.; Geisenheim.
- HERCHENRÖDER, M. (Bearb.) (1965): Die Kunstdenkmäler des Landes Hessen. Der Rheingaukreis. – 386 S., 112 Abb., 753 Fig. auf Taf.; München/Berlin.
- JESCHKE, P. (Bearb.) (2003): Ländliche Rechtsquellen aus dem Kurmainzer Rheingau. – Geschichtliche Landeskunde, **54**: 607 S.; Mainz.
- KIRNBAUER, T. (1997): Die Mineralisationen der Wiesbadener Thermalquellen. (Bl. 5915 Wiesbaden). – Jb. Nass. Ver. Naturkde., **118**: 5-90, 13 Abb., 2 Tab.; Wiesbaden.
- KIRNBAUER, T. (2007): Rezent und fossile Mineral- und Thermalwasseraustritte am Taunusrand. (Exkursion D am 12. April 2007). – Jber. Mitt. Oberrhein. Geol. Ver., N.F., **89**: 167-192, 14 Abb.; Stuttgart.
- KOCH, C. (1880): Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte von Preussen und den Thüringischen Staaten. Gradabtheilung 67, No. 59. Blatt Eltville. – 59 S.; Berlin.
- KOPP, K. (1986): Wasser von Taunus, Rhein und Ried. Aus zwei Jahrtausenden Wiesbadener Wasserversorgung. – 327 S.; Wiesbaden (Stadtwerke Wiesbaden AG).
- KÜMMERLE, E. (1996): Vom Ursprung des „Hildegardisquells“ im alten Kloster Eibingen. – Rheingau-Forum, **2/1996**: 24-25, 1 Abb.; Geisenheim.
- KÜMMERLE, E. (2017): Steinreiches Weltkulturerbe. Geologie für Mittelrheinfreunde. – Jb. Nass. Ver. Naturkde., Sb. **4**: 115 S., 107 Abb.; Wiesbaden.
- KÜMMERLE, E., TOUSSAINT, B., ARNOLD, H. & RADTKE, G. (2014): Geologischer Rundweg im Rabengrund. – Jb. Nass. Ver. Naturkde., **135**: 63-84, 12 Abb.; Wiesbaden.
- KUNKEL, W. (2003): Besitz- und Sozialgeschichte des Zisterzienserinnenklosters Tiefenthal im Rheingau. – Diss. Phil. Fak. Goethe Universität. – 179 S.; Frankfurt.
- LAUPUS, F. (1925): Taunus und Rheingau nebst Grenzgebieten, 3. Aufl. – 350 S.; Wiesbaden.
- LAUTER, W. (1996): Das Hildegardisbrunnchen auf dem Rupertsberg und in Eibingen. – Rheingau-Forum, **2/1996**: 20-23, 4 Abb.; Geisenheim.
- LAUTH, M. (2013): Zu den Ursprüngen der nassauischen Wasserversorgung der Stadt Wiesbaden. – Jb. Nass. Ver. Naturkde. **134**: 117-136, 12 Abb.; Wiesbaden.
- LEPPLA, A. (1904): Geologische Karte von Preussen und benachbarten Bundesstaaten, Bl. Presberg-Rüdesheim, Erl., Lfg. 111. – 68 S.; Berlin.
- LEPPLA, A., MICHELS, F., SCHLOSSMACHER, K., STEUER, A. & WAGNER, W. (1931): Geologische Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern, Bl. Eltville – Heidenfahrt, Erl., 2. A., Lfg. 288. – 79 S., 1 Abb., 1 Profil; Berlin.

- LEPPLA, A., MICHELS, F., SCHLOSSMACHER, K., STEUER, A. & WAGNER, W. (1931): Geologische Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern, Bl. Eltville – Heidenfahrt, Erl., 2. A., Lfg. 288. – 79 S., 1 Abb., 1 Prof.; Berlin.
- MEUER, A. H. (1930): Geschichte von Dorf und Burg Frauenstein nebst Nachrichten über die Höfe Armada, Grorod, Nürnberg, Rosenköppel und Sommerberg. – 192 S.; Wiesbaden.
- MICHEL, N. (2014): Das Rheingauer Gebück bei Niederwalluf. Entdeckung, Ausgrabung und Sicherung der Fundamentreste des Bollwerks „Backofen“. – Rheingau-Forum, **2/2014**: 16-21, 9 Abb.; Geisenheim.
- MICHELS, F. (1966): Die Wiesbadener Mineralquellen. – Jb. nass. Ver. Naturkde., **98**: 17-54, 7 Abb.; Wiesbaden.
- RENKHOFF, O. (1980): Wiesbaden im Mittelalter. – Gesch. Stadt Wiesbaden, **2**: 398 S., 41 Abb., 21 Taf., 1 Kt.; Wiesbaden (Verlag F. Steiner).
- RICHTER, P. (1913): Der Rheingau. Eine Wanderung durch seine Geschichte. – 296 S., 13 Abb., 1 Kt.; Wiesbaden (Staat).
- SEMMEL, A. (2007): Löß als Indikator der Landschaftsentwicklung in der Wetterau und am Untermain. – Jber. Wetterau. Ges. Naturkde., **155-157**: 7-35, 22 Abb.; Hanau.
- SÖDER, D. (2010): Hier sind Sie auf dem Holzweg ! Alte Wege im Rheingau. – Rheingau-Forum, **1/2010**: 7-15, 8 Abb.; Geisenheim.
- STENGEL-RUTKOWSKI, W. (2009): Hydrogeologischer Führer zu den Kochsalzthermen von Wiesbaden. – 26 S., 7 Abb.; Wiesbaden (Nassauischer Verein für Naturkunde).
- STRUCK, W. H. (1977): Johannisberg im Rheingau. Eine Kloster-, Dorf-, Schloss- und Weinchronik. – 375 S., 43 Taf., 1 Kt.; Frankfurt a. M.
- TOUSSAINT, B. (2013): Die Wiesbadener heißen Quellen – Wo sind sie geblieben, woher kommen Salz und Wärme ? – Jb. nass. Ver. Naturkde., **134**: 5-80, 18 Abb., 2 Tab.; Wiesbaden.
- WINTER, H. (1937): Der Feldbrandofen. – Volk u. Scholle, **1937**: 208-212, 10 Abb.; Berlin.
- ZAUN, J. (1879): Geschichte des Ortes und der Pfarrei Kiederich. – 199 S., 2 Kt.; Wiesbaden.
- ZEDLER, G. (1911): Eine Wanderung längs des „Rheingauer Gebücks“. – Mitt. Ver. nass. Altertumskde. Gesch.-forsch., **15**: 8-17, 73-85, 6 Abb.; Wiesbaden.

DR. EBERHARD KÜMMERLE  
 Hauptstr. 67  
 65344 Martinthal  
 Tel.: 06123/972112  
 E-Mail: [kuemmerle@web.de](mailto:kuemmerle@web.de)

Manuskripteingang: 19. August 2019

# Der Wald im Wandel der vergangenen zwei Jahrhunderte, dargestellt am Beispiel des Stadtwaldes Taunusstein

ERNST MUNZEL

Stadtwald Taunusstein, Wandel im 19. und 20. Jahrhundert

**K u r z f a s s u n g :** In den vergangenen zwei Jahrhunderten wies der Wald unterschiedliche Anteile an den Hauptbaumarten auf. Ursachen hierfür waren im Laufe der Zeit wechselnde wirtschaftliche Zielsetzungen, wie am Beispiel des Stadtwaldes Taunusstein erläutert wird.

## **The forest changing during the last two centuries, presented by the example of the municipal forest of Taunusstein**

Municipal forest of Taunusstein, changes in the 18<sup>th</sup> and 19<sup>th</sup> centuries

**A b s t r a c t :** Within the last two centuries the main tree-species participated differently in our forests. By example of the municipal forest of Taunusstein, reasons for these alterations will be explained.

## **Inhaltsverzeichnis**

1	Einführung .....	83
2	Die Hauptbaumarten .....	84
3	Die Baumartenzusammensetzung im 19. Jahrhundert .....	86
4	Das 20. Jahrhundert .....	88
5	Der Stadtwald im letzten Viertel des 20. Jahrhunderts .....	91
6	Altersklassenaufbau und Beschreibung von Bestandstypen .....	95
6.1	Eiche .....	95
6.2	Buche .....	97
6.3	Fichte, Douglasie und Weißtanne .....	99
6.4	Kiefer .....	103
7	Waldbauliche Schlussfolgerungen .....	104
8	Danksagung .....	105
9	Literatur .....	105

## **1 Einführung**

Der Wald, wie wir ihn als eine mehr oder weniger große, zusammenhängende, mit Bäumen bestandene Fläche in unserer Taunuslandschaft sehen, unterliegt

einem ständigen Wandel. Diesen Prozess nehmen die meisten Menschen kaum wahr, weil er sich in langen Zeiträumen vollzieht, die weit mehr als ein Menschenalter umfassen. Katastrophen, wie z. B. von Orkanen verursachte Windwürfe oder Waldbrände, die zu großflächigen Zerstörungen führen, zeigen, dass ein so stabil erscheinendes Landschaftselement plötzlichen Veränderungen unterworfen ist. Dann nehmen die Medien sich dieses Wandels an, und die Menschen reagieren betroffen. Die vergangenen Jahrzehnte mit ihren zahlreichen ungewöhnlich schweren Stürmen schufen im Taunus – und nicht nur dort – Kahlflächen, das heißt von Bäumen entblößten Wald. Es entstanden im Bergland für den Wanderer einerseits ungewohnte Ausblicke in die Landschaft, andererseits Freiflächen ohne kühlendes Blätterdach mit einem der Landwirtschaft ähnlichem Kleinklima.

Die auf den Waldflächen Forstwirtschaft betreibenden Waldbesitzer, das sind in hiesiger Gegend meistens die Städte und Gemeinden, aber auch das Land Hessen mit seinem Staatswald sowie in relativ geringem Umfang Kleinprivatwald zahlreicher Eigentümer, bemühen sich, möglichst rasch solche Kahlflächen wieder aufzuforsten. Sie werden ‚in Kultur‘ gebracht, und seit mehr als zwei Jahrhunderten werden Aufforstungen als Kulturen bezeichnet.

In der Auswahl der für die Aufforstung geeigneten Baumarten waren und sind die Waldbesitzer nicht so frei, wie es vielleicht dem heutigen Waldbesucher erscheinen mag. Der Kenntnisstand der Forstwissenschaft war vor zweihundert, hundert oder weniger Jahren ein anderer als heute. Trotzdem darf man unterstellen, dass Generationen von im Walde wirkenden Forstleuten stets nach bestem Wissen bei der Baumartenwahl handelten. Ihre positiven Entscheidungen wie auch ihre Fehler wirken noch Jahrzehnte nach, bis in Zeiten, in denen sich die Ziele der Forstwirtschaft schon wieder geändert haben und andere Prioritäten das Handeln bestimmen. Es ist deshalb Anliegen dieses Beitrages, die forstwirtschaftlichen Überlegungen vergangener Jahrzehnte bis in die Gegenwart hinein und – als Ausblick – in die Zukunft darzustellen. Am Beispiel des Waldes der Stadt Taunusstein sollen die verschiedenen Einflüsse auf die Bewirtschaftung beschrieben werden.

## 2 Die Hauptbaumarten

Mitteleuropa ist im Vergleich zu beispielsweise dem nordamerikanischen Kontinent oder den japanischen Inseln baumartenarm. Das ist das Ergebnis der von Nordeuropa nach Süden vordringenden Vergletscherung während der quartären Eiszeiten, als parallel zu dieser Entwicklung die Pflanzen mit den ihnen gemäßen Temperaturzonen nach Süden auswichen. Die ebenfalls vergletscherten westöstlich gerichteten europäischen Gebirge wie Pyrenäen, Alpen, Karpaten und Kaukasus wurden dabei zu unüberwindlichen Hindernissen und ließen zahlreiche, am Ende des Tertiärs noch vorhandene Baumarten aussterben. In Nord-

amerika und Japan streichen die Gebirgszüge nord-südlich und wirkten nicht als Barrieren.

In der heimischen Forstwirtschaft unterscheidet man nur vier Hauptbaumarten, denen jeweils einige weitere in unseren Wäldern mit nur geringen Flächenanteilen vorkommende Baumarten zugeordnet werden. Diese Hauptbaumartengruppen sind Eiche, Buche, Fichte und Kiefer.

Die nachstehende Graphik (Abb. 1) stellt die unterschiedliche Baumartenzusammensetzung des Stadtwaldes Taunusstein im Laufe der vergangenen zwei Jahrhunderte dar. Die Daten sind den fast vollständig vorhandenen Betriebswerken für die Waldungen der früher selbständigen Gemeinden von nassauischer Zeit an entnommen, die das bis 1998 für den Stadtwald zuständige Forstamt Taunusstein wie einen Schatz hütete und stets für waldbauliche Fragen zu Rate zog.

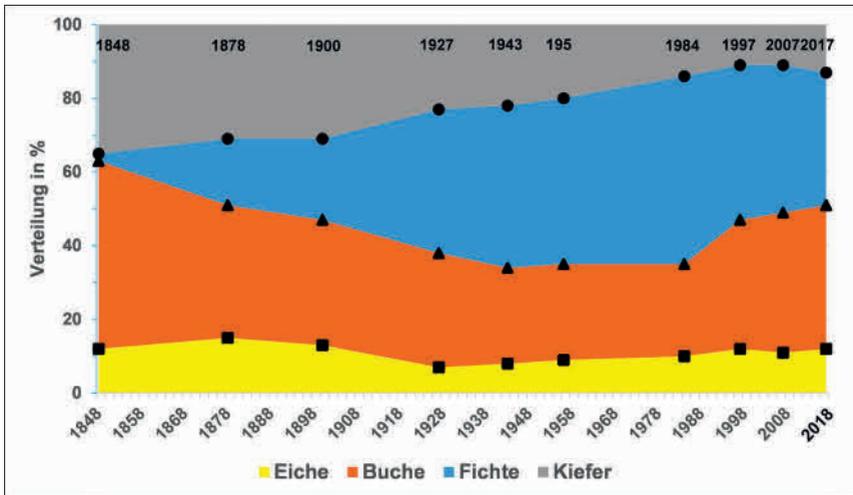


Abbildung 1: Wandel der prozentualen Anteile der Hauptbaumarten an der Waldbestockung im Stadtwald Taunusstein.

Figure 1: Changing percentage of main tree species in the municipal forest of Taunusstein.

Die Graphik gibt die prozentualen Anteile der Hauptbaumartengruppen wieder. Sie kann auch ungefähr mit der Betriebsfläche des Taunussteiner Stadtwaldes von gegenwärtig 2.342 ha gleichgesetzt werden. Nach der großen Aufforstungsperiode in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts traten nur relativ geringe Flächenab- und -zugänge ein, abgesehen von dem Ankauf von ca. 200 ha meistens Blößen aus dem ehemals herzoglichen Wildpark Platte in den 1920er-Jahren durch die Gemeinde Wehen.

Das Schaubild zeigt oben die Stichjahre der Forsteinrichtungswerke (früher auch Forst-Lagerbuch oder Betriebswerk bezeichnet), in denen der Wald in den einzelnen Abteilungen (früher auch Jagen oder Distrikt bezeichnet) nach dem vorgefundenen Zustand beschrieben, einer Hauptbaumart zugeordnet und die

mittelfristige Nutzungs- und Pflegeplanung für die nächsten 10 oder 20 Jahre hergeleitet wurden. Im Prinzip folgt die Forsteinrichtung auch heute noch dieser Vorgehensweise, wenn auch die modernen Techniken eine genauere Analyse der Waldbestände ermöglichen.

### 3 Die Baumartenzusammensetzung im 19. Jahrhundert

Vor dem ersten Stichjahr 1848 der systematischen Erfassung der damaligen Gemeindewaldungen kann man davon ausgehen, dass Eiche, Buche und Hainbuche die Waldbestockungen bildeten. Gelegentlich waren schon um 1800 vereinzelt Kiefernbestände begründet worden. Die Eiche wurde meist als Niederwald bewirtschaftet, d. h. sie wurde im 30–35jährigem Umtrieb ‚auf den Stock‘ gesetzt, aus dem sie erneut austrieb. Auch gab es schon einzelne Fichtenpartien. Insgesamt gesehen spielte das Nadelholz kaum eine Rolle im Erscheinungsbild unserer Wälder.

Dieses änderte sich durch die großen Aufforstungen ehemals landwirtschaftlich genutzter, gemeindeeigener Huteflächen im zweiten Viertel des 19. Jahrhunderts (MUNZEL 2018). Der Anteil der Kiefer von fast 40 % rührt aus der bevorzugten Verwendung dieser Baumart für die Aufforstung der Freiflächen zunächst nur als Vorwald, unter dessen Schutz später die nach damaliger Ansicht nützlichere Buche angebaut werden sollte. Buche lieferte Brennholz, das sich auch in die aufstrebende Kurstadt Wiesbaden verkaufen ließ und so den Gemeinden Bareinnahmen verschaffte. Der verheerende Sturm vom 12. März 1876 mit seinen Schäden in den inzwischen zu Stangenhölzern herangewachsenen Kiefern beschleunigte die geplanten Buchenunterpflanzungen. Heute weisen gerade diese Bestände im Stadtwald infolge ihres gleichmäßigen Wuchses mit langen geradschaftigen Stämmen einen hohen Wertholzanteil auf. Es wird für den Innenausbau, zur Möbelherstellung, für Parkett- und Sperrholz usw. sehr geschätzt, d. h. es eröffnet ganz andere Verwendungsmöglichkeiten als die ursprüngliche Zielsetzung vorsah.

Als eine ‚neue‘ Baumart wurde etwa ab Mitte der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts zunehmend Fichte angebaut. In der sog. Gründerzeit expandierender Wirtschaftsentwicklung entstand ein großer Bedarf an Bauholz für Wohn- und Gewerbebauten. Forstökonomien errechneten als planerische Hilfestellung für die Forsteinrichtungen zukünftig zu erwartende Gelderträge bei den einzelnen Baumarten mit ihren unterschiedlichen Wachstumsgängen und Verwendungsmöglichkeiten des Holzes. *„Bodenrente ist das Einkommen, welches die Benutzung des Bodens seinem Eigentümer gewährt.“* (MARTIN 1910). Die wirtschaftlich armen Taunusgemeinden erhofften sich aus dem Holzverkauf zukünftige Einnahmen für die Erfüllung gemeindlicher Aufgaben. Mit zunehmender wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Entwicklung waren auch bei den ländlichen Gemeinden Investitionen in Schulen, Wegebau, Wasserversorgung usw. erforderlich

geworden. Die Baumart Fichte versprach durch ihr rasches Wachstum, durch die relativ geringen Kulturkosten, die ziemlich problemlose waldbauliche Behandlung von den Durchforstungen an bis zum Abtrieb und der nachfolgenden Neukultur nach 80 bis 100 Jahren einen größtmöglichen Reingewinn. Dem damals noch ziemlich niedrigen Ausbildungsstand der gemeindlichen Forstbediensteten (Waldschützen, Forstaufseher) kam die einfache Wirtschaftsweise der Fichte im Reinbestand sehr entgegen. Die Investitionskosten für Fichtenkulturen und Bestandspflege waren gering im Vergleich zu anderen Hauptbaumarten. Die Nutzung von der dünnen Bohnenstange an über die Durchforstungshölzer für Holz- wolle, Holzschliff zur Papier- und Zelluloseherstellung bis zum stärkeren Stammholz für Balken und Bretter fand über Jahrzehnte bis in die Gegenwart einen stets aufnahmebereiten Markt.

Die Wachstumsansprüche der Fichte an den Standort wurden auf den meisten Flächen im Taunus und damit auch im Stadtwald Taunusstein erfüllt. Es ist bei der Beurteilung dieser Baumart aus heutiger Sicht zu bedenken, dass die klimatischen Bedingungen z. Zt. der ersten großen ‚Fichtenwelle‘ vor dem 1. Weltkrieg den Anbau der Fichte durch etwas niedrigere Jahresdurchschnittstemperaturen und über das Jahr verteilt gleichmäßigere Niederschläge begünstigten (MÜLLER-JUNG 2019). Ihre Anfälligkeit gegenüber Stürmen und Insektenbefall war damals noch nicht bekannt. Die gelegentlichen Zwangsnutzungen aus solchen Ereignissen gaben keinen Anlass zum Verzicht auf diese betriebswirtschaftlich so nützliche Baumart.

Wie sehr die Hoffnungen der Gemeinden auf zukünftige Gelderträge auf dem Anbau der Fichte ruhten, mag ein Zitat aus dem für zwanzig Jahre vorausgeplanten Betriebswerk von 1868 für den Gemeindewald Seitzenhahn, der damals ca. 16 % Fichtenanteil aufwies, wiedergeben: *„Das Augenmerk ist besonders auf Erziehung gemischter Bestände zu richten, da der Boden an sich flachgründig, wenn auch mäßig frisch, durch zu langes Warten auf Mast und mangelhafte Bestockung sehr vermagert und mit Heide und Heidelbeere reichlich überwuchert ist. Auch zeigt das vorhandene Laubholz fast ausnahmslos einen krüppelhaften Wuchs. Die Einmischung der Fichte, welche in der hiesigen Gegend gut absetzbar ist und schon als Zwischennutzung einen hohen Ertrag abwirft, erscheint daher geboten.“* Der nächste Betriebsplan von 1889 vermerkt für denselben Gemeindewald: *„Es ist daher zu erwarten, daß die Fichte in Zukunft noch mehr an Feld gewinnt und das Laubholz auf die besseren Standorte beschränkt bleibt.“*

Im Betriebsplan 1897 für den Gemeindewald Niederlibbach, aufgestellt durch den Forstassessor SCHNÄDTER und anerkannt durch den Oberförster GOTTSCHED, Oberförsterei Hahn/Ts., bezeugt eine Eintragung die damaligen Überlegungen der Forstleute für die Bewirtschaftung der Gemeindewälder: *„Die Buche nimmt mit 51 % der Holzbodenfläche den größten Theil in Anspruch. Dieses ist nicht günstig, da die Buche nur Brennholz liefert, dieses aber im Preise von Jahr zu Jahr zurückgeht. Von dem Nadelholz überwiegt die Kiefer. Es wird empfohlen, diese Holzart hier nicht weiter zu kultivieren und zur Anpflanzung der Fichte überzuge-*

*hen, welche Holzart sich mehr für den flachgründigen Gebirgsboden eignet; auch liefert dieselbe ein höheres Nutzholzprozent für Massen- und Vornutzungserträge und einen höheren Festmeterpreis. Es ist demnach anzunehmen, daß diese Holzart die Erträge der hiesigen Waldungen bedeutend erhöhen wird.“*

Der Gemeindewald Orlen weist 1906 bereits 29 % Fichten- und 41 % Kiefernbestände auf, aber nur 13 % Eichen- und 17 % Buchenbestände. Diese Fichtenbestände von vorzüglicher Qualität sicherten der Gemeinde (und später der Stadt Taunusstein) gleichmäßig hohe Geldeinnahmen. Leider fielen sie den Stürmen des Winters 1990 zum Opfer, bevor sie in einem 20 bis 30 Jahre einnehmenden Prozess zu einer dauerwaldartigen Bestockung unter Einbeziehung der sich bereits in Ansätzen zeigenden Naturverjüngung überführt werden konnten. Die damaligen Forstleute empfanden es als ihre vornehme Pflicht, aus dem Gemeindewald einen fühlbaren Beitrag für die Erfüllung kommunaler Aufgaben zu leisten. Das darf nicht vergessen werden, wenn heute in einer Zeit allgemeinen Wohlstands über den großen Anteil an Fichtenbestockungen in den Wäldern geurteilt (und verurteilt) wird.

Unsere Taunuswälder waren in dem Jahrhundert zwischen ca. 1860 und 1970 von der Baumart Fichte geprägt.

## 4 Das 20. Jahrhundert

Der forcierte, meistens im Reinbestand erfolgte Anbau der Fichte im Taunus veränderte allmählich das vertraute Landschaftsbild, was erst mit zunehmendem Alter der Bestände wirklich wahrgenommen wurde. Auch traten Zweifel auf, ob es immer im Interesse der waldbesitzenden Gemeinden ist, den Wald mit dem Ziel möglichst hohen Reingewinns zu bewirtschaften oder ob nicht auch andere ökologische und soziale Gesichtspunkte zu bedenken seien. Ab etwa der Zeit nach dem 1. Weltkrieg wurden solche Fragen unter Forstleuten lebhaft erörtert.

Wir wissen heute um die mit Reinbeständen verbundenen Gefahren hinsichtlich des Forstschatzes. Die Wissenschaft lieferte nach und nach Erkenntnisse über Fruchtbarkeit und Wasserhaushalt der Waldböden, über die Humusbildung aus Laub- und Nadelstreu und darin die Arbeit der Regenwürmer im Bodenchemismus sowie die Bedeutung der Pilze für die Ernährung der Waldbäume. Kahlfächen führen zu Nährstoffverlusten. Die biologischen Zusammenhänge in der Waldökologie sind auch gegenwärtig nicht vollständig geklärt, was mit den langen Lebenszeiten der Waldbäume und dem trägen Reaktionsvermögen der Waldökosysteme zusammenhängt.

In den 1920er-Jahren entstand eine neue waldbauliche Denkrichtung, die unter der Bezeichnung ‚*Dauerwald*‘ ein Gegenmodell zum altersklassenweise gestaffelten Hochwald entwickelte (MÖLLER 1922; WIEBECKE 1920). Der vorwiegend im Weißtannengebiet Süddeutschlands und der Schweiz verbreitete Plenterwald wurde zum Vorbild erkoren. Unterschiedlich alte und junge Bäume

sollten – möglichst in gemischter Weise mit anderen Baumarten – in kurzem Wechsel auf der gleichen Fläche wachsen. Diese als ‚ideal‘ empfundene Waldaufbauform bot sicherlich eine höhere Schutzwirkung gegen flächenhafte Windwurf- und Insektenfraßkatastrophen. Ob sie sich auch in den Mittelgebirgen und auf den großen sandigen Standorten Norddeutschlands verwirklichen ließe, dazu gab es zunächst kaum praktische Beispiele. Erhebliche Unsicherheit bestand hinsichtlich der Einschätzung der Massen- und Wertholzproduktion und des betriebswirtschaftlichen Erfolges zwischen Plenterwald und Altersklassenwald, eine sich bis in die 1950er-Jahre hinziehende Diskussion.

In den zwischen den beiden Weltkriegen erschienenen Waldbaulehrbüchern, z. B. von DENGLE (1930), OELKERS (1930) und VANSELOW (1931), erfuhren die inzwischen erkannten ökologischen Zusammenhänge des Waldwachstums breiten Raum. Überhaupt wurde die Zeit vor dem 2. Weltkrieg zu einer Phase der Erneuerung im forstwirtschaftlichen Denken. Unter dem Begriff des Dauerwaldgedankens war das waldbauliche Ziel der *naturgemäße Wirtschaftswald* (KRUTZSCH-WECK 1935). Den Forstleuten, denen auf den verschiedenen Arbeitsstufen (Forstmeister, Revierförster, Waldfacharbeiter) eine gediegene wissenschaftliche und praktische Ausbildung zuteil wurde, oblag nun die Aufgabe, die örtlich zutreffende, optimale Waldaufbauform zu finden.

Diese waldbauliche Aufbruchstimmung unterbrach der 2. Weltkrieg mit seinen unheilvollen Folgen. Nicht nur hatte eine überaus große Anzahl an modern ausgebildeten Forstleuten ihr Leben verloren, sondern kriegs- und nachkriegsbedingte Mehreinschläge für den Wiederaufbau der zerstörten Städte und die Brennholzversorgung der frierenden Bevölkerung hinterließen große Kahlschlagflächen überall in unseren Wäldern. Oberstes Gebot war zunächst die Wiederaufforstung dieser Blößen.

Wie gestaltete sich die Bewirtschaftung der heute den Stadtwald Taunusstein umfassenden Waldflächen? Schon 1927 bemerkte der damalige Forsteinrichter Forstmeister von RUNKEL im Betriebswerk für den Gemeindewald Wehen: *„Die reinen Kiefern- und Fichtenbestände haben den Boden ungünstig beeinflusst. Unter der Kiefer zeigt sich Bodenverwilderung, unter der Fichte Bodenverdichtung und beginnende Verflachung des Wurzelraums. Daher soll bei der Verjüngung der reinen Kiefern- und Fichtenbestände unter Ausnutzung der Standortverhältnisse Laubholz horst- und flächenweise in grösserem Umfang beigemischt werden. Die Neubegründung der Bestände soll durch Saat und Pflanzung erfolgen, wobei die Pflanzung als bei der starken Graswüchsigkeit sichereren Begründungsart im allgemeinen der Vorzug zu geben sein wird.“*

Das Schaubild in Abbildung 1 zeigt in den dem 2. Weltkrieg folgenden Jahrzehnten eine weitere Zunahme des Flächenanteils der Fichte, vielfach noch als Reinbestände oder mit nur mehr zufällig übernommenen kleinen Buchentrupps aus der Verjüngung des Vorbestandes. Der schwere Wind- und Schneebruch vom 16./17. April 1936 im gesamten Taunusgebiet verursachte erhebliche Schäden, zu deren Beseitigung sogar Reichsarbeitsdienst hinzugezogen wurde. Die

neuen Kahlf lächen von ca. 120 ha im Bereich des heutigen Stadtwaldes wurden vielerorts wieder mit Fichte aufgeforstet (Abb. 2). Das entsprach keineswegs dem damaligen forstlichen Wissensstand, jedoch konnte anderes Pflanzgut außer Fichte und Kiefer bei einer so plötzlichen Nachfrage kaum von den Baumschulen bereitgestellt werden. Über die mehrjährige Lagerung von Laub- und Nadelbaumsamen unter Beibehaltung ihrer Keimfähigkeit waren seinerzeit nur wenige Kenntnisse vorhanden. Für Eicheln trifft das bis heute zu. Man war damals froh, dass bis Kriegsbeginn die Blößen größtenteils wieder bepflanzt waren. Unter ähnlichen Bedingungen setzten sich die Aufforstungen in der Kriegs- und Nachkriegszeit fort, die nicht nur zur Linderung der wirtschaftlichen Not, sondern auch durch Borkenkäferbefall in den 1946er- bis 1948er-Jahren entstanden waren. Für die Beschaffung des Pflanzgutes hatte jede Revierförsterei eigene Pflanzkämpfe angelegt.

Die noch bis in die 1970er-Jahre anhaltende, allerdings verlangsamte Zunahme der Fichtenanteils an der Bestockung des Stadtwaldes Taunusstein erklärt sich mit Veränderungen auf dem Holzmarkt. Die Nachfrage nach Buchenstammholz – außer besten Qualitäten – sank damals rapide. Eisenbahnschwellen wurden nicht mehr aus astigem Buchenstammholz hergestellt, sondern aus Beton.



Abbildung 2: Stadtwald Taunusstein, Abt. 720A, Forstort Aar. 61-jähriges Fichtenbaumholz. Solche gleichaltrigen Fichtenreinbestände mit großem Holzmengezuwachs, aber hohem Gefährdungspotential wird es zukünftig nicht mehr geben; Foto: E. Munzel.

Figure 2: Municipal forest of Taunusstein, compt. 720A, local name „Aar“. Such even-aged pure Norway spruce stands will be avoided in future according to their potential risks inspite of their high productivity; photo: E. Munzel.

Der individuelle Möbelbau ging gleichermaßen zurück wie der Innenausbau im Wohnungsbau. Kunststoff ersetzte traditionell aus Holz gefertigte Geräte. Der Bedarf an Eichen- und Kieferngrubenholz ging mit der Schließung von Bergwerken ebenfalls zurück. In dem laubholzreichen Hessen gab es ein Überangebot an Buchenholz, so dass der weitere Anbau dieser Baumart nur noch auf den besten Standorten erfolversprechend war. Diese aber waren im Taunus seltener zu finden. So wurden lückige Buchennaturverjüngungen vielfach mit Fichte, gelegentlich mit Lärche oder später auch mit Douglasie ausgepflanzt. Der Laubholzanteil ging auf solchen Flächen durch mangelnde Förderung in der Dickungs- und Jungbestandsphase weiter zurück. Der Umbruch in der Holznutzung war vergleichbar jenem in den 1870er-Jahren, als durch die künstliche Herstellung von Gerbsäure die damalige verbreitete Eichenniederwaldwirtschaft zusammenbrach.

In der Zeit des wirtschaftlichen Aufschwungs der Bundesrepublik hatte sich das geographische Umfeld des Waldes verändert. Wohn- und Gewerbeflächen dehnten sich aus, zum Teil auch auf gerodeten Waldflächen. Der Wald diente der erholungsuchenden Bevölkerung zunehmend als Ort der geistigen und körperlichen Entspannung und wurde als ein naturnah verbliebenes Refugium für Mensch und Tier empfunden. Die intensive Nutzung der freien Landschaft durch Landwirtschaft, Gewerbe und Verkehr wies dem Wald eine nicht monetär messbare Funktion im Sinne des Schutzes der Natur zu, der sich der Waldbesitz nicht entziehen konnte und nicht wollte. Den von der Fichte geprägten Wirtschaftswald sah man als monoton und wenig abwechslungsreich an. 1960 veröffentlichte MÜNCKER unter dem Titel *„Dem Mischwald gehört die Zukunft“* eine Fülle von forstlichen Meinungsäußerungen zu der recht einseitigen Bevorzugung der Fichte im seinerzeitigen Waldbau. Es sollte wieder mehr gemischter und ungleichaltrig aufgebauter Wald entstehen. Auf die waldbaulichen Überlegungen der 1920er- und 1930er-Jahre zurückgreifend veröffentlichte die hessische Landesforstverwaltung 1989 *Grundsätze für den Waldbau im hessischen Staatswald* und 1991 einen weiteren Grundsatzlerlass *Naturgemäßer Waldbau im hessischen Staatswald*. Beide Richtlinien werden den kommunalen Waldbesitzern zur Anwendung empfohlen. *„In der Dauerwaldbewegung hat das Gedankengut der heutigen ‚naturgemäßen Waldwirtschaft‘ seine Wurzel“* (HASEL 1985).

## 5 Der Stadtwald im letzten Viertel des 20. Jahrhunderts

Fichte war und ist bis heute der ‚Brotbaum‘ der Forstbetriebe. Von der einseitigen Förderung des Fichtenanbaus im einschichtigen Altersklassenwald wollte man allerdings abgehen und diesen zu Beständen mit langen Baumkronen und vertikalem Schluss für eine höhere Bestandesstabilität umformen. Es stellte sich auch heraus, dass die Fichte in früheren Jahrzehnten, vor allem in der Nachkriegszeit, auf ungeeignete Standorte eingebracht worden war, wo sie keinen befriedigenden

Wuchs zeigte. Es war an der Zeit, die bisherige waldbauliche Konzeption für den Stadtwald einer grundsätzlichen Überprüfung zu unterziehen.

Ab etwa 1970 zeigten sich auch im Stadtwald Taunusstein erste Kronenverlichtungen an Fichten vor allem in den höheren Lagen, die als Schadenssymptome infolge der Schadstoffbelastung der Atmosphäre gedeutet wurden. Diese Entwicklung beschleunigte sich von Jahr zu Jahr und ging als *Waldsterben* in die europaweit geführte politische Debatte ein. Niemand vermochte damals die Lebensdauer der unter diesen äußeren, nicht vom Waldbesitzer, sondern gesellschaftlich verursachten Schäden leidenden Wälder vorauszusagen. Abhängig von Standort, Exposition und Empfindlichkeit der Baumarten ging die Vitalität unserer heimischen Waldbestände zurück. Dank der außerordentlichen Anstrengungen der Industrie konnten deren Emissionen messbar reduziert werden, was das Fortschreiten des äußeren Schadensbildes verlangsamte. Eine atmosphärische Grundbelastung bleibt jedoch bis in die Gegenwart bestehen. Auch die vom Staat geförderten Kompensationskalkungen gegen die zunehmende Versauerung der Waldböden bremsen die Entwicklung nur ab.

Ab ca. 1970 wurde ein langsamer, aber messbarer Anstieg der Jahresdurchschnittstemperatur öffentlich diskutiert, der zunächst mit meteorologischen Schwankungen erklärt wurde, sich jedoch stetig fortsetzte. Selbst unter Beibehaltung dieses Trends war zu erwarten, dass die jungen und mittelalten Waldbestände im Laufe ihres Bestandeslebens unter klimatisch anders geprägten Bedingungen werden wachsen müssen als die bisherigen. Die Frage an die Forstleute wie auch an die Waldbesitzer lautete: Werden sich die Bestände anpassen können? Erfahrungen darüber gab es nicht.

Unter diesen das Ökosystem belastenden Bedingungen empfahl das den Stadtwald bewirtschaftende Forstamt Taunusstein eine Reihe von Maßnahmen, die trotz damit verbundener Kosten von der Waldbesitzerin über alle parteipolitischen Grenzen hinweg gutgeheißen wurden. Abbildung 1 zeigt deutlich die Abkehr von der auf die Fichte konzentrierten Wirtschaft wieder hin zu dem bodenständigen Laubholz. Abtriebe von noch nicht vollständig verjüngten Buchenbaumhölzern und Ergänzung der Fehlstellen mit Fichte wurden eingestellt. Vielmehr wurde auf großer Fläche auf gelingende Buchennaturverjüngung unter dem Altholzschirm hingearbeitet und dieses auch in zwar geeigneten, aber noch nicht zur Verjüngung anstehenden mittelalten Beständen. Für dieses Ziel sollten die Bestände älter werden, was forsteinrichtungstechnisch durch Anhebung des Umtriebs(Ernte-)alters von 140 Jahre auf 160 Jahre erfolgte. Der Holzeinschlag konzentrierte sich in solchen Beständen auf die Entnahme der schlecht geformten und der stärksten Bäume, d. h. solchen, die den Zieldurchmesser erreicht hatten und ein längeres Zuwarten möglicherweise zur Minderung der Holzqualität führen würde. Die zunächst nur auf die älteren Buchenbestände konzentrierten Kompensationskalkungen förderten im Nebeneffekt eine für die Keimung der Bucheckern günstige Bodengare im Oberboden und beförderten so auch die durch häufige Masten und Halbmasten angestrebte Naturverjüngung.



Abbildung 3: Stadtwald Taunusstein, Abt. 964B, Forstort Hirschwinkel. 89-jähriges mittleres Fichtenbaumholz mit unregelmäßigem Buchenzwischenstand, eine angestrebte Entwicklung; Foto: E. Munzel.

Figure 3: Municipal forest of Taunusstein, compt. 964B, local name „Hirschwinkel“. 89 years old Norway spruce stand with intermediate common beech shows an aspired development; photo: E. Munzel.

Die vielfach noch zu dicht stehenden jungen Fichtenbestände aus den Aufforstungen der 1940er-Jahre sollten durch mehrfache mäßige Durchforstungen sowie durch Freistellen und Förderung der noch vorhandenen meist geringen Laubhölzer in ihrer Struktur stabilisiert werden (Abb. 3). Kurzfristig waren solche Ziele nicht zu erreichen, sondern es waren Überführungszeiträume von 30 bis 50 Jahren anzusetzen. Den Stürmen des Winters 1984/85 hielten die auf diese Weise behutsam behandelten Fichtenreinbestände größtenteils stand, den Orkanen vom Winter 1990 jedoch nicht. Der angestrebte plenterwaldartige Bestandsaufbau war noch lange nicht erreicht und ob solche Bestände den wuchtigen Orkanen standgehalten hätten, ist unbekannt.

Im gleichen Sinne wurde damit begonnen, wieder die wärmeliebende Eiche durch Aufforstung der allmählich sich verlichtenden Altkiefernbestände aus der großen Aufforstungsperiode des 19. Jahrhunderts zu fördern.

Abbildung 1 zeigt zwischen den Forsteinrichtungen 1984 und 1997 im Stadtwald Taunusstein einen sichtbaren Rückgang der Fichtenbestandsklasse von 1.154 ha auf 848 ha, d. h. um 26 %. Gleichzeitig erweiterte sich die Buchenbestandsklasse von 510 ha um 35 % auf 689 ha. Zu diesem Wandel in den Bestockungsanteilen trugen ganz wesentlich die durch die 1990er-Orkane freigewor-

denen ehemaligen Fichtenflächen bei, die vorwiegend mit Buche oder mit vorhandenen Verjüngungsanteilen an Fichte wiederaufgeforstet wurden (Abb. 4).



Abbildung 4: Stadtwald Taunusstein, Abt. 606A, Forstort Kotzebach. 26jährige Buchenpflanzung nach Windwurf des Fichtenvorbestandes; Foto E. Munzel.

Figure 4: Municipal forest of Taunusstein, compt. 606A, local name „Kotzebach“. 26 years old plantation of common beech after windthrow of the former Norway spruce stand; photo E. Munzel.

Am Ende des 20. Jahrhunderts befand sich der Stadtwald Taunusstein waldbaulich auf einem guten Weg, auf die klimatisch zu erwartenden Veränderungen vorbereitet zu werden. Oberstes Wirtschaftsziel war nicht mehr wie in früheren Jahrzehnten höchster Reinertrag oder eine möglichst große Produktion an Holzmenge, sondern das Erreichen einer hohen Bestandesstabilität. Der Anbau von dem erwarteten Temperaturanstieg eher angepassten Baumarten wie Eiche und Douglasie, wenn sich hierzu die Möglichkeit bot, und die allmähliche Umformung der gleichaltrigen Bestände in ungleichaltrige, möglichst gemischte Bestockungen sowie eine stärkere Durchforstung zur individuellen Ertüchtigung des Einzelbaumes werden mehrere Jahrzehnte benötigen. Diese Maßnahmen können gelingen, wenn sie systematisch fortgesetzt werden. Hauptbaumart wird stets die Buche bleiben, der je nach Standort Bergahorn, Esche, Douglasie, Lärche oder Fichte beigemischt werden kann, wenn hierfür passende Lücken im Bestandesgefüge eintreten sollten. In diesem Sinne hatte das Forstamt Taunusstein vor seiner Auflösung 1998 Vorschläge für die anstehende Forsteinrichtung des Stadt-

waldes unterbreitet, die übernommen und von der Waldbesitzerin gutgeheißen wurden.

Auch außerhalb des Stadtwaldes Taunusstein ist in den Taunuswäldern das Fortschreiten an Buchennaturverjüngungen und bei geeignetem Vorkommen Verjüngungen von Douglasie und Fichte zu beobachten. Das frühzeitigere Vorgehen im Forstamt Taunusstein verschaffte der Entwicklung im Stadtwald einen zeitlichen Vorsprung. Letztendlich hat die Forstwissenschaft die Vorgehensweise bestätigt (EICHHORN et al. 2016).

## **6 Altersklassenaufbau und Beschreibung von Bestandstypen**

Abbildung 1 zeigt die gegenwärtige Verteilung der Hauptbaumarten an. Besseren Einblick in das Waldgefüge bietet die Kenntnis der Altersklassenverteilung in den Hauptbaumartengruppen. Die folgenden Schaubilder wurden der Forsteinrichtung 2017 entnommen. Sie stellen nicht mehr nur die einzelne Baumartengruppe dar, sondern die gesamten Bestände in der Hauptbaumart, weshalb die einzelnen Altersklassensäulen auch beigemengte Baumarten durch verschiedene Farben zeigen. Eine Altersklasse umfasst stets zwei Jahrzehnte.

### **6.1 Eiche**

Eiche wurde im Bereich des Stadtwaldes fast ein Jahrhundert lang nicht mehr nachgezogen. Nur über 140jährige Bestände sind im Stadtwald noch reichlich zu finden, von denen einige sehr gute Qualitäten aufweisen und Furnierholz erwarten lassen (Abb. 6). Sie sind regelmäßig zur Beschattung des Stammes mit jüngerer Buche oder Hainbuche umfüttert.

Die Flächen der fehlenden mittleren Altersklassen wurden, wie vorstehend geschildert, regelmäßig dem Fichtenanbau zugewiesen. Erst in den letzten beiden Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts wurden durch Kleinflächenweisen Abtrieb ertragsarmer Kiefernalthölzer wieder Eichen nachgezogen, die inzwischen zu wüchsigen Stangenhölzern herangewachsen sind (siehe Abb. 5). Sie werden zu einer größeren Betriebssicherheit des Stadtwaldes angesichts der Tendenz zu steigenden Jahresdurchschnittstemperaturen beitragen. Im Stadtwald sind noch zahlreiche Flächen vorhanden, die sich zur Fortsetzung des Eichenanbaues vorzüglich eignen und hierfür auch genutzt werden sollten. Es bietet sich die einmalige Chance, die Eiche als lichtbedürftige Baumart auf Freiflächen anzubauen und sie einschließlich der gleichzeitig einzubringenden begleitenden Schattenbaumarten wie Buche, Hainbuche oder Winterlinde gegen Rehwildverbiss einzuzäunen.

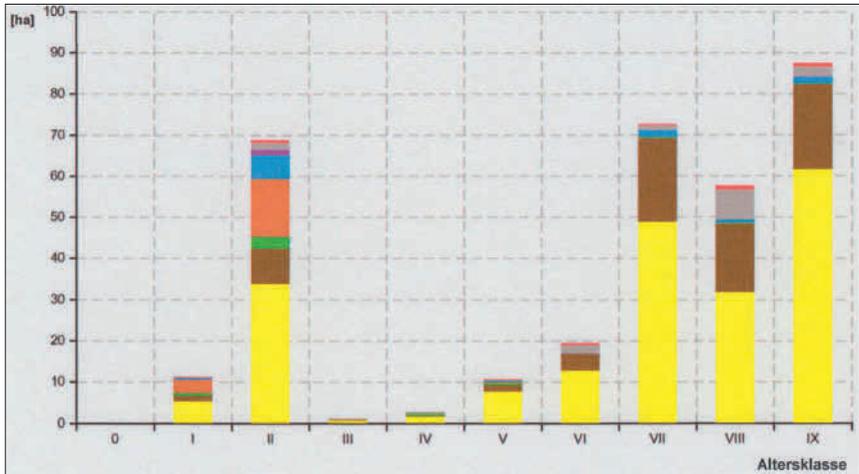


Abbildung 5: Altersklassenverteilung der Bestandesgruppe Eiche.

Figure 5: Distribution of age classes in oak stands.



Abbildung 6: Stadtwald Taunusstein, Abt. 625A, Forstort Hopfenstein. 180jähriges mittleres bis starkes Eichenbaumholz aus Saat (1836) in guter Qualität für Furniere. Die Stämme werden von jüngerer Hainbuche und Buche beschattet; Foto: E. Munzel.

Figure 6: Municipal forest of Taunusstein, compt. 625A, local name “Hopfenstein”. 180 years old Durmast oak stand, founded by seeding in 1836. It shows very good quality, even for veneer. Stems are shadowed by younger beeches and hornbeams; photo: E. Munzel.

## 6.2 Buche

Bis in die 1930er-Jahre wurden im heutigen Stadtwald Taunusstein die Buchenbestände regelmäßig verjüngt. Hierzu bemerkt der Forsteinrichter Forstmeister von RUNKEL im Betriebswerk 1927 für den Gemeindewald Hambach: „Bei der natürlichen Verjüngung der Buche ist der Verjüngungszeitraum möglichst zu beschränken und nicht auf spätere Samenjahre und Vervollständigung des Aufschlags zu warten. Auspflanzungen und Nachbesserungen sind noch unter dem Schirm des Altbestandes mit Weisstanne und nach Räumung mit Fichte, Kiefer und Lärche auszuführen. Die hier und da in den älteren Buchenbeständen eingesprengten Weisstannen zeigen durch ihren Wuchs, dass Standort und Klima ihnen zusagen. Es werden der Tanne die besseren, der Fichte als der genügsameren Holzart die schlechteren Partien zu überweisen sein.“

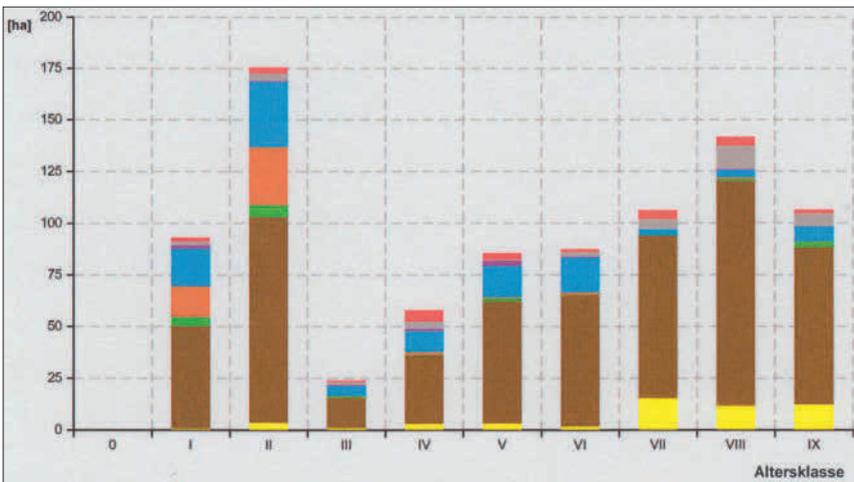


Abbildung 7: Altersklassenverteilung der Bestandesgruppe Buche.

Figure 7: Distribution of age classes in common beech stands.

Das Schaubild in Abbildung 7 zeigt für die V. und VI. Altersklasse, das sind die 80- bis 120jährigen Buchenbestände, ca. 25 % Nadelholzbeimengungen auf. Einzelne Weißtannen sind auch heute noch in den ehemaligen Gemeindewaldungen Hambach und Wingsbach zu finden. Im Gegensatz zur früheren Auffassung wurden im Stadtwald Taunusstein fortan die ältesten Buchenbestände zum Erreichen einer möglichst vollständigen Naturverjüngung verschont. Außerdem kann nur so der allmähliche Umbau zu einer dauerwaldartigen Bestockung gelingen. Gleichzeitig gewinnen schwächere Bäume Zeit für das Einwachsen in die erwünschten stärkeren Dimensionen (Abb. 8).

Die III. und IV. Altersklasse ist nur wenig mit Buche ausgestattet. In der Tat wurde in den Jahrzehnten nach dem 2. Weltkrieg auf die Fortführung des bisherigen Anteils weniger Wert gelegt, da mit dieser Baumart kaum mehr ein wirt-

schaftlicher Erfolg zu erwarten war und damit für die kommunalen Waldbesitzer uninteressant wurde.



Abbildung 8: Stadtwald Taunusstein, Abt 968, Forstort Ruppertsborn. 140jähriges mittleres bis starkes Buchenbaumholz guter Qualität mit 5 bis 30jähriger Buchennaturverjüngung im Stadium der Überführung in einen plenterwaldartigen Bestockungsaufbau; Foto: E. Munzel.

Figure 8: Municipal forest of Taunusstein, compt. 968, local name "Ruppertsborn". 140 years old common beech stand of good quality with 5 to 30 years old natural reproduction in a stage of development to permanent stocking; photo: E. Munzel.

Diese aus damaliger Sicht zwar ökonomisch verständliche, aber ökologisch recht einseitige Forstwirtschaft änderte sich in den beiden letzten Jahrzehnten des vergangenen Jahrhunderts grundlegend. Eingehende Untersuchungen zur Wachstumsgeschichte der vorhandenen Buchenbestände sowie verfeinerte Standortskennntnisse zeigten auf, dass auf mehr Flächenanteilen des Stadtwaldes die Buchennachzucht auch zukünftig wirtschaftlich erfolgversprechend sein könnte. Die Säulen des Schaubildes spiegeln in den beiden jüngsten Altersklassen das Ergebnis dieser Erkenntnis durch eine gute Ausstattung wider. Der größte Flächenanteil daran rührt aus erfolgreich gelungenen Naturverjüngungen. Einen nicht unerheblichen Anteil nehmen die Buchenkulturen ein, die nach 1990 auf den ehemals mit Fichten bestockten Windwurfflächen angelegt worden sind. Dabei wurden bereits vorhandene Fichten- oder Lärchennaturverjüngungen aus dem Vorbestand zur Erzielung von Mischbeständen übernommen (siehe Abb. 4).

### 6.3 Fichte, Douglasie und Weißtanne

Die gegenwärtig noch ein Drittel des Stadtwaldes einnehmende Baumart Fichte wurde bereits mehrfach erwähnt. Sie ist für den Waldbesitzer die einträglichste, gleichzeitig auch die problematischste Baumart. Die beiden nacheinander folgenden Trockenjahre 2018 und 2019 zeigten die Grenzen ihres Anbaues im Taunusgebiet deutlicher auf als je zuvor. Trotzdem besteht kein Grund, sie wegen ihrer hohen Wertschätzung am Markt gänzlich zu verbannen. Bauholz, Balken, Bretter, Zellwolle usw. werden auch zukünftig gefragt sein, insbesondere dann, wenn der gegenwärtige Trend zu größerem Holzverbrauch im Bauwesen durch moderne Konstruktionstechniken anhält. Die Erzeugung dieses Werkstoffes im eigenen Land erspart weite Transportwege und ist klimafreundlich. Es sind neue Wege für ihre waldbauliche Behandlung zu suchen. Unter den veränderten klimatischen Bedingungen ist sie auf die ihr noch zusagenden Standorte zu beschränken.

Trotz der Windwürfe 1990 und 2005 sind im Stadtwald Taunusstein 40- bis 100jährige Fichten in einem ziemlich gleichmäßigen Altersklassenverhältnis reichlich vorhanden. Das Schaubild in Abbildung 9 zeigt auch den Erfolg der systematischen Förderung der in den Fichtenbeständen meist unterdrückten Mischbaumarten an, vor allem Buche, Lärche und Douglasie (siehe Abb. 3). In den beiden jüngsten Altersstufen tritt die Fichte dagegen deutlich zurück. Ihren Platz nimmt mehr und mehr, aber nicht ausschließlich, die Douglasie ein, wie Abbildung 10 – allerdings nicht im gleichen Maßstab – zeigt.

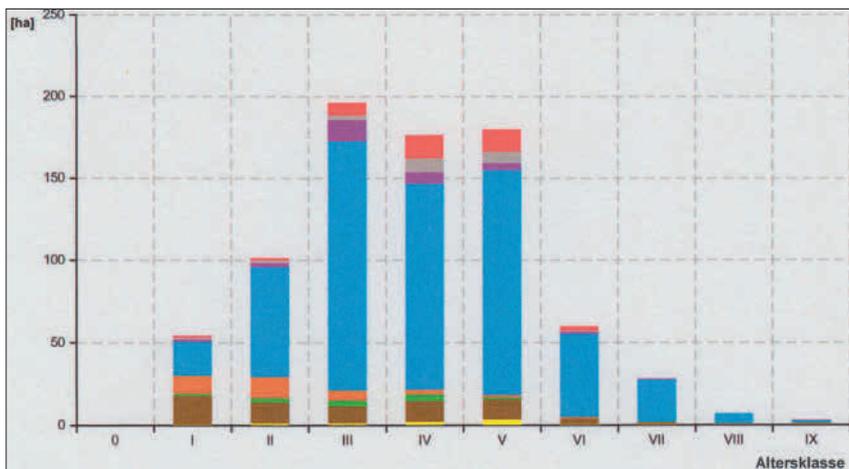


Abbildung 9: Altersklassenverteilung der Bestandesgruppe Fichte.

Figure 9: Distribution of age classes in Norway spruce stands.

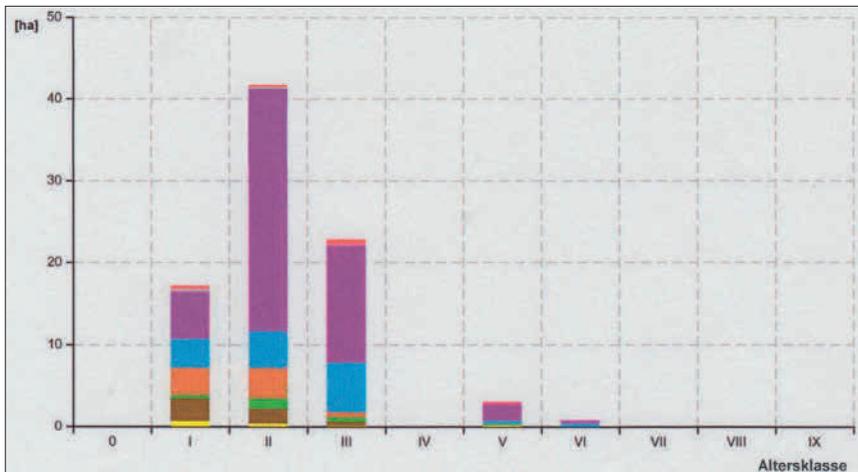


Abbildung 10: Altersklassenverteilung der Baumartengruppe Douglasie.

Figure 10: Distribution of age classes in Douglas fir stands.

Die im Westen Nordamerikas beheimatete Douglasie fand vor ca. 150 Jahren Eingang in das artenarme Baumartenspektrum der mitteleuropäischen Forstwirtschaft und stellt eine waldbauliche Bereicherung dar. Ihre der Fichte überlegene Wuchsfreudigkeit, ihre relativ hohe Resistenz gegen Trockenheit, der milde Humus ihrer Nadelstreu erfüllen jene Wünsche des Waldbaues dort, wo die Fichte vor allem aus klimatischen Gründen ihre Grenze findet (Abb. 11). Deshalb wurde sie in den vergangenen Jahrzehnten zunehmend auf den ärmeren, zur Trockenheit neigenden Standorten des Taunus angebaut (PEERENBOOM 1961). Die große Variationsbreite ihrer natürlichen nordamerikanischen Standorte lässt für ihren verstärkten Anbau in Mitteleuropa geeignete Herkünfte finden (OTTO 1984).

Gelegentlich sind im Stadtwald in mittelalten Buchenbeständen Weißtannen anzutreffen. Diese Baumart zeichnet sich infolge ihrer tieferen Verwurzelung als standsicherer aus als die Fichte. Ein größerer Weißtannenbestand in Mischung mit Buche und Fichte steht im Staatswald des Forstamtes Bad Schwalbach Abteilung 4 nahe Gottschedshöhe in unmittelbarer Nachbarschaft zum Taunussteiner Stadtwald (Abb. 12).

Die Wuchsfreudigkeit der Tanne entspricht ungefähr derjenigen der Fichte. Sie verjüngt sich gut, wenn sie durch Zäunung gegen Rehwildverbiss über einen langen Zeitraum geschützt wird (Abb. 13). Sie braucht im Jugendwachstum halbschattige Bedingungen, weshalb sie zur Aufforstung von Kahlflächen weniger geeignet ist. Ihr Anbau empfiehlt sich gleichermaßen wie die Douglasie als alternative Mischbaumart in Buchenbeständen. Es gibt allerdings noch keine Erfahrungen über ihre erwünschte Einbringung in reinen Buchenbeständen mit Plenterwaldstruktur, weil sie dem ständigen Wildverbiss ausgesetzt ist.



Abbildung 11: Stadtwald Taunusstein, Abt.624A, Forstort Fladenheiligenstock. Unter dem 88jährigen Fichten- und Douglasienbaumholz verjüngen sich nach vorsichtiger Auflichtung beide Baumarten, hier bereits ca. 25jährig, und leiten die erstrebte vertikale Bestandesgliederung ein. Im Zuge der Bestandespflege wird die Douglasie gefördert werden; Foto: E. Munzel.

Figure 11: Municipal forest of Taunusstein, compt. 624A, local name "Fladenheiligenstock". The about 25 years old natural reproduction of Norway spruce and Douglas fir below 88 years old mother-trees shows the aspired development from even-aged to uneven-aged stand. By thinnings Norway spruce should be taken out; photo: E. Munzel.



Abbildung 12: Staatswald des Forstamtes Bad Schwalbach, Abt.4 , Forstort Heideköpfchen. 150jähriges Weißtannen-und Buchenbaumholz mit Fichte aus Saat und Pflanzung über 15- bis 35jähriger geschlossener Tannenverjüngung nach 25jährigem Zaunschutz; Foto: B. Toussaint.

Figure 12: State forest district of Bad Schwalbach, compt. 4, local name "Heideköpfchen" 150 years old stand of common silver fir and common beech with some Norway spruce with 15 – 35 years old fir from natural regeneration after having been fenced for 25 years; photo: B. Toussaint.



Abbildung 13: Staatswald des Forstamtes Bad Schwalbach, Abt.4, Forstort Heideköpfchen. Der Zaun zeigt das Wachstum der Weißtanne innerhalb und außerhalb des Zaunes; Foto: B. Toussaint.

Figure 13: State forest district of Bad Schwalbach, compt. 4, local name "Heideköpfchen". The fence is showing growth of common silver fir inside and outside of it; photo: B. Toussaint.

## 6.4 Kiefer

Der Anteil der Kiefer an der Bestockung des Stadtwaldes beträgt nur ca. 8 %. Das Schaubild in Abbildung 14 zeigt im Altersklassenaufbau zwei Gipfel. Die über 160jährigen Bestände stammen größtenteils aus der Aufforstungsperiode der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts oder der Ergänzung anderer ertragsarmer Laubholzbestände mit Nadelholz auf trockeneren Standorten. Die Stammformen befriedigen nicht immer, die Qualität des Stammholzes nimmt im Alter ab. Das Forstamt Taunusstein empfahl daher der Stadt die Umwandlung solcher Flächen auf tiefgründigen Standorten in Eiche.

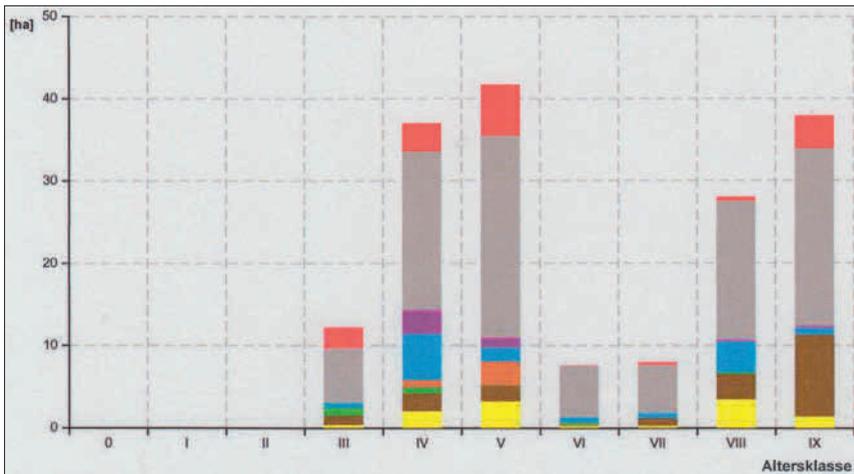


Abbildung 14: Altersklassenverteilung der Baumartengruppe Kiefer.

Figure 14: Distribution of age classes in Scots pine stands.

Einen zweiten Gipfel bilden die 60- bis 100jährigen Kiefernbestände. Sie entstanden auf den meist etwas trockeneren Partien in den 1930er- und 1940er-Jahren – als man nur Nadelbaumpflanzgut beziehen konnte. Nach gegenwärtiger Erkenntnis sollte die Kiefernachzucht nicht mehr gefördert werden. Die Kulturkosten entsprechen ungefähr denen wie für Eiche. Beiden Baumarten sind Schattenbaumarten wie Buche, Hainbuche und Winterlinde für den zukünftigen Zwischen- und Unterstand beizugeben. Der Eiche dürfte als im hiesigen Bereich autochthone Baumart der Vorzug zu geben sein. Eichenkulturen bedürfen in den hiesigen Wäldern mit ihrer hohen Wilddichte stets eines kostenträchtigen Zaunschutzes, während bei Kiefernkulturen gegebenenfalls auf diesen verzichtet werden kann.

## 7 Waldbauliche Schlussfolgerungen

Vor dreihundert Jahren wurde das Prinzip der nachhaltigen Nutzung unserer Wälder gefunden. Seit ungefähr Beginn des 19. Jahrhunderts sorgten die periodischen Forsteinrichtungen für den Einklang von Zuwachs und Holzerte, d. h. für die Nachhaltigkeit des Nutzens der Wälder für kommende Generationen. Diesem Wirken der Forstleute verdanken wir den Waldreichtum unseres Landes. Wald wird von den Menschen immer noch als das natürlichste Landschaftselement empfunden.

Wald wurde nicht als Ort des Vergnügens angesehen. Wald war der Ort des Geheimnisvollen, des Mystischen, ein Ort für die Seele. Das fand Ausdruck in der Poesie, der Musik, der gestaltenden Kunst. Vor allem war der Wald Lieferant von Holz, Streu, Pilzen, Beeren usw., also Materialien, die die Menschen zum Leben brauchten. Es waren – abgesehen von besonders ausgewiesenen Waldungen in der Nähe von Städten oder Kurorten – stets wirtschaftliche Gründe, die zum bevorzugten Anbau gefragter Baumarten in unseren Wäldern führten. Mit vermehrter Kenntnis der Waldökologie orientierte sich die Baumartenwahl in den letzten Jahrzehnten zunehmend an den standörtlichen Gegebenheiten.

Je stärker sich der Waldbau zur „naturgemäßen Waldwirtschaft“ (siehe oben) hin entwickelt, umso schwieriger gestaltet sich die Ausübung der Jagd. Das Wild, welches zu regulieren der Jagdausübungsberechtigte gesetzlich verpflichtet ist, zeigt sich ihm wegen des stufigen Waldaufbaues mit reichlich Naturverjüngung seltener. Es wurden deshalb im Stadtwald Taunusstein nach und nach im Durchschnitt je ca. 40 ha versteckt gelegene kleine Wildwiesen eingerichtet, damit das Wild überhaupt gesichtet werden kann.

Die Forstwirtschaft ist wie alle Wirtschaftszweige ertragsorientiert. Im Gegensatz zu jenen arbeitet sie stets auf eine ferne, unbekannte und häufig von Krisen heimgesuchte Zukunft hin.

Niemals zuvor war die Forstwirtschaft infolge der allmählichen Erwärmung der Erdatmosphäre mit solchen Herausforderungen konfrontiert wie gegenwärtig. Im Produkt Holz ist atmosphärisches Kohlendioxid gebunden, das auf diese Weise dem Menschen nutzbringend angelegt wird. Mit ihrer ureigensten Aufgabe der Holzproduktion vermag die Bewirtschaftung des Waldes einen messbaren Beitrag gegen die CO<sub>2</sub> Belastung der Atmosphäre zu leisten. Aus der Bewirtschaftung herausgenommene Waldflächen wie z. B. Nationalparke vermögen zwar wissenschaftlichen Erkenntnissen zu dienen, auch im Sinne des Naturschutzes. Sie bilden jedoch durch Wachsen, Absterben und Verrotten einen geschlossenen Stoffkreislauf. Die geregelte Forstwirtschaft dagegen entnimmt durch die Nutzung des Holzes, z. B. durch Verwendung im Holzbau, das schadenstiftende atmosphärische Kohlendioxid. Wald wirkt als Kohlenstoffsenke.

Die forstliche Praxis kann unter den gegenwärtigen meteorologischen Bedingungen nicht abwarten, bis die Wissenschaft praxistaugliche Rezepte erprobt hat. Sie vermag nur aus geglückten oder weniger überzeugenden Beispielen des

Waldbaues Schlüsse für die zukünftige Bewirtschaftung des Waldes zu ziehen und muss allen Esprit anwenden, ihren Beitrag zur Verzögerung der verhängnisvollen klimatischen Entwicklung zu leisten. Gleichzeitig darf sie das Ziel nicht aus den Augen verlieren, späteren Generationen den steigenden Bedarf am Rohstoff Holz „sowohl an hochwertigem Qualitätsholz als auch an Massensortimenten“ zur Verfügung zu stellen (LEIBUNDGUT 1988). Dass der gleichfalls wachsenden Bedeutung der Schutzfunktionen des Waldes wie Landschafts-, Umwelt- und Naturschutz sowie der Erholungsfunktion Rechnung getragen wird, ist in der heutigen Forstwirtschaft Grundlagenwissen. Zur Erfüllung ihrer Aufgaben unter den erschwerten Bedingungen der Gegenwart bedarf es nicht nur des Verständnisses von Politik, Gesellschaft und Wirtschaft, sondern deren aktiver Unterstützung.

## 8 Danksagung

Verfasser dankt der Stadt Taunusstein für die Einsichtnahme in die forstbetrieblichen Daten der Forsteinrichtungen. Er dankt Herrn Dr. Gerhard Brahmaer, Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, für die Erstellung der Excel-Graphik in Abbildung 1 sowie Herrn Professor Dr. Benedikt Toussaint für manches anregende Gespräch.

## 9 Literatur

- BAADER, G.(1945): Forsteinrichtung als nachhaltige Betriebsführung und Betriebsplanung. – 335 S.; Frankfurt a. M. (Sauerländer's Verlag).
- DENGLER, J. (1930): Waldbau auf ökologischer Grundlage. – 560 S.; Berlin (Verlag J. Springer).
- EICHHORN J., GUERICKE M. & EISENHAEUER D.-R. (2016): Waldbauliche Klimaanpassung im regionalen Fokus. Sind unsere Wälder fit für den Klimawandel? – 346 S.; München (oekom Verlag).
- Forsteinrichtungs- bzw. Betriebswerke für die Waldungen der ehemaligen Gemeinden und für den Stadtwald Taunusstein 1848 bis 2017.
- HASEL, K. (1985): Forstgeschichte. Ein Grundriß für Studium und Praxis. – 258 S.; Hamburg und Berlin (Parey Verlag).
- KÖSTLER, J. (1943): Wirtschaftslehre des Forstwesens. – 388 S.; Berlin (Parey Verlag).
- KRUTZSCH, H. & WECK, J. (1935): Bärenthoren 1934 – Der naturgemäße Wirtschaftswald. – 162 S.; Neudamm (Verlag Neumann).
- LEIBUNDGUT, H. (1988): Waldbau heute! – 119 S.; Bern und Stuttgart (Verlag P. Haupt).
- MARTIN, H. (1910): Die Forsteinrichtung, 3. Aufl. – 281 S., Berlin (Verlag J. Springer).
- MÖLLER, A. (1922): Der Dauerwaldgedanke – Sein Sinn und seine Bedeutung. – 84 S., Berlin (Verlag J. Springer).
- MÜLLER-JUNG (2019): Kohlenstoffbombe im Permafrost. – Frankfurter Allgemeine Zeitung vom 22. Juli 2019; Frankfurt a. M.

- MÜNKER, W. (1959/60): Dem Mischwald gehört die Zukunft – Über 200 fachmännische Stimmen für den Umschwung vom Nadelreinbestand zum naturgemäßen Wirtschaftswald. – 400 S.; Bielefeld (Deutscher Heimat-Verlag).
- MUNZEL, E. (2018): Aufforstungen im Untertaunuskreis in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts, beispielhaft dargestellt am Stadtwald Taunusstein. – *Jahrb. nass. Ver. Naturkde.*, **139**: 109-124; Wiesbaden.
- OELKERS, J. (1930): *Waldbau*. – 648 S.; Hannover (Verlag Schaper).
- OTTO, H.-J. (1984): Die Standorte der Douglasie im Westen von Oregon, Washington und Britisch-Kolumbien. – maschinengeschriebene Habilitationsschrift, Forstl. Fak. Univ. Göttingen. – 274 S; Göttingen.
- OTTO, H.-J. (1994): *Waldökologie*. – 391 S.; Stuttgart (Verlag Ulmer).
- PEERENBOHM, H. (1961): Die wirtschaftliche Lage des Gemeindewaldes. – *Jahresber. hess. Forstverein*, **1961**: 62-72; Wiesbaden.
- VANSELOW, K. (1931): *Theorie und Praxis der natürlichen Verjüngung im Wirtschaftswald*. – 280 S.; Neudamm (Verlag Neumann).
- WIEBECKE, E. (1920): *Der Dauerwald*. – 51 S.; Stettin (Verlag der Landwirtschaftskammer für die Provinz Pommern).

DR. ERNST MUNZEL  
Saalburgstr. 16  
65232 Taunusstein  
Tel.: 06128/72184

Manuskripteingang: 24. August 2019

# Die Bechsteinfledermaus im Naturpark Rhein-Taunus: eine Leitart für den Waldnaturschutz

MARKUS DIETZ, AXEL KRANNICH & ANDREAS WENNEMANN

Bechsteinfledermaus, Telemetrie, Waldnaturschutz

**K u r z f a s s u n g :** Die Bechsteinfledermaus ist eine Charakterart für sommergrüne Laubmischwälder in Europa. Sie steht an der Spitze einer Lebensgemeinschaft in reifen Laubwald-Ökosystemen, die sich durch ein hohes Bestandesalter, Strukturreichtum (Baumhöhlen, Baumartenvielfalt, Totholz, Kleingewässer), Großflächigkeit und Waldkonstanz (Traditionsbildung) auszeichnen. Auf all diese Faktoren hat die Forstwirtschaft unmittelbar Einfluss. Im Rahmen eines bundesweiten Modellvorhabens wurden im Naturpark Rhein-Taunus Reproduktionskolonien der Bechsteinfledermaus lokalisiert (n=32) und die Waldstrukturen an den Vorkommensorten analysiert. Auf Basis dieses Wissens wurden zusammen mit den Förstern Schutzmaßnahmen konzipiert und umgesetzt. Die Erkenntnisse aus dem Projekt sind in einem Praxisleitfaden ausgeführt.

## The Bechstein's bat in the nature park Rhine-Taunus: species for the forest conservation

*Myotis bechsteinii*, radio-tracking, forest conservation

**A b s t r a c t :** Bechstein's bat (*Myotis bechsteinii*, Kuhl 1817) is an indicator species of temperate deciduous forests of Europe. It plays a key role in biocoenoses of mature deciduous forest ecosystems, being characterised by high stand ages, structural diversity (tree cavities, tree species diversity, dead wood, small water bodies), large spatial extent and consistency of forests (cultural transmission). All these components are directly affected by forestry management. During a national pilot project in the Naturpark Rhine-Taunus, maternity colonies of *M. bechsteinii* were localised (n = 32) and corresponding forest structural parameters were assessed. Based on the findings, conservation strategies were developed and implemented involving local foresters. The knowledge obtained from this project is presented in a best practice guide.

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	108
2	Ziele des Vorhabens .....	109
3	Projektgebiet Naturpark Rhein-Taunus .....	110
4	Methodik .....	111
4.1	Lokalisation von Koloniestandorten .....	111
5	Ergebnisse .....	112
5.1	Verbreitung von Wochenstubenkolonien .....	112
5.2	Abseits der Kolonien: Aufenthaltsorte der Männchen .....	114
5.3	Spechten auf der Spur .....	115

5.4	Geschlossene Laubmischwälder .....	117
6	Waldnaturschutz als Gemeinschaftsaufgabe .....	119
7	Danksagung .....	122
8	Literatur .....	122

## 1 Einleitung

Die Bechsteinfledermaus ist eine von gut 20 Fledermausarten in Hessen und dabei diejenige, die am engsten an Laubmischwälder gebunden ist. Sie steht an der Spitze der Lebensgemeinschaft reifer Laubwaldökosysteme, die sich durch ein hohes Bestandesalter mit einem entsprechenden Anteil älterer und stärker dimensionierter Bäume, verschiedene Waldentwicklungsphasen, hohe Dichte an Baumhöhlen, Baumartenvielfalt und erkennbare Anteile an Totholz auszeichnen (DIETZ et al. 2013; DIETZ & PIR 2011; GRAF & FREDE 2013; GÜTTINGER & BURKHARD 2013; NAPAL et al. 2010). Morphologische Eigenschaften und echoakustische Fähigkeiten zeigen, dass die Bechsteinfledermaus ideal an den Lebensraum Wald angepasst ist (SIEMERS & SWIFT 2006). Zur Aufzucht ihrer Jungen gründet sie Wochenstubenkolonien, wobei sie fast ausschließlich Baumhöhlen aufsucht. Ebenso liegen ihre Kernjagdgebiete überwiegend in Wäldern. Der Wald wird dabei in unterschiedlichen räumlichen Ebenen genutzt. Sie erbeutet fliegende Beutetiere ebenso wie sie flugunfähige oder ruhende Gliedertiere vom Waldboden bis zur Blattoberfläche in der Baumkrone absammeln kann (WOLZ 2013).

Den unmittelbarsten Einfluss auf den Lebensraum der Bechsteinfledermaus hat die Forstwirtschaft. Je nach Bewirtschaftungsform variieren das Baumhöhlenangebot, die Baumartenzusammensetzung, die Geschlossenheit sowie die horizontale und vertikale Strukturierung eines Waldes. Großflächig wirkende, klassische Waldbauverfahren wie der Großschirmschlag entwerten Waldbestände in relativ kurzer Zeit für Bechsteinfledermäuse.

Außerhalb des Waldes führt die immer großflächigere landwirtschaftliche Nutzung mit ihren hohen Dünge- und Pestizideinträgen zu einer Vereinheitlichung der Landschaft und damit direkt zu sehr ungünstigen Veränderungen der Lebensraumqualität. Siedlungserweiterungen und beleuchtete Gewerbegebiete überbauen geeignete Lebensräume der Bechsteinfledermaus (z. B. Streuobstwiesen). Verkehrsstrassen wie Autobahnen erhöhen das Tötungsrisiko für die in Bodennähe fliegende Bechsteinfledermaus, sofern keine Querungsbauwerke vorhanden sind.

Die Bechsteinfledermaus unterliegt aufgrund ihrer kleinräumigen Lebensweise und komplexen Lebensraumansprüche einem höheren Aussterberisiko als viele andere Fledermausarten (SAFI & Kerth 2004). Von der IUCN (International Union for the Conservation of Nature) wird sie als stark gefährdet und von der EU-Kommission als FFH-Anhang IV-Art und damit als streng zu schützende Art eingestuft (Artikel 12 FFH-Richtlinie). Ihre Listung in Anhang II der FFH-

Richtlinie verpflichtet die europäischen Mitgliedstaaten zur Ausweisung eines kohärenten Schutzgebietssystems für die Art.

Aufgrund ihrer restriktiven Verbreitung in Europa mit einem Verbreitungsschwerpunkt in Deutschland, ihrer engen Bindung an Laubwälder sowie ihrer Gefährdungssituation hat das Bundesamt für Naturschutz (BfN) die Bechsteinfledermaus zur bundesweiten Verantwortungsart erklärt. Für die Verantwortungsarten fördert das BfN im Rahmen des Bundesprogramms Biologische Vielfalt Modellprojekte mit dem Ziel der Entwicklung und Umsetzung von Schutzmaßnahmen.

Ein solches Bundesprojekt wurde von 2013–2019 im Naturpark Rhein-Taunus im Westen von Hessen umgesetzt. Der Naturpark Rhein-Taunus ist der waldreichste Naturpark in Hessen und einer der Verbreitungsschwerpunkte der Bechsteinfledermaus in Hessen (DIETZ et al. 2013).



Abbildung 1: Die Bechsteinfledermaus ist eine mittelgroße und eng an den Wald gebundene Fledermausart; Foto: Marko König.

Figure 1: Bechstein's bat is a middle-sized bat closely linked to woodland habitats; photo: Marko König.

## 2 Ziele des Vorhabens

Das Bundesprogramm zur Förderung der Biologischen Vielfalt sieht als übergeordnetes Ziel vor allem aktive Schutzmaßnahmen für die jeweilige Verantwortungsart vor. Für die Bechsteinfledermaus bestand das praktische Ziel darin, einen Verbund von Wochenstubenkolonien zu identifizieren und über aktive Schutzmaßnahmen zu sichern und zu fördern. Wochenstubenkolonien bestehen

aus einer Gruppe von Weibchen, die in den Sommermonaten gemeinsam ihre Jungen großziehen. Bei der Bechsteinfledermaus sind solche Kolonien matrilinear aufgebaut und mehr oder weniger stabile Sozialeinheiten (KERTH et al. 2000). Wochenstubenkolonien sind der Kern jeder Fledermauspopulation und damit erster Ansatzpunkt für ein Artenschutzprogramm. Die im Naturpark zu entwickelnden Maßnahmen sollten eingeschränkt segregativen (z. B. Ausweisung von Kernflächen), vor allem jedoch integrativen Charakter besitzen, um sie in die Bewirtschaftung der Waldflächen einbinden zu können.

Grundlagenuntersuchung und Umsetzung der Schutzmaßnahmen erfolgten vor allem im Kommunalwald. Ein wichtiger Punkt bei allen Arbeiten war die umfassende Einbindung und Abstimmung mit den Mitarbeitern der Forstämter und Forstbetrieben der Waldeigentümer, für die auch berufsbezogene Fortbildungen durchgeführt wurden. Um die seltene Fledermausart ebenso wie die ökologische Bedeutung unserer Laubmischwälder stärker in das Bewusstsein der Bevölkerung zu tragen, erfolgten öffentliche Exkursionen, Schulprojekte und der Aufbau einer Wanderausstellung.

### **3 Projektgebiet Naturpark Rhein-Taunus**

Der etwa 810 km<sup>2</sup> große Naturpark Rhein-Taunus liegt im Südwesten Hessens und setzt sich aus Gebieten des Rheingau-Taunus-Kreises und der Landeshauptstadt Wiesbaden zusammen. Im Westen liegt Lorch am Rhein, im Zentrum Bad Schwalbach, im Nordosten Idstein und im Süden Wiesbaden (Abb. 3).

Der Taunus mit seinen naturnahen Wäldern in Höhen von bis zu rund 600 m ü. NN ist Kern des Naturparkgebietes. Der Höhenzug wird im Norden vom Aartal, im Osten von der Idsteiner Senke mit Emsbach- und Wörsbachtal, im Süden vom Rhein und im Westen vom Wispertal umrahmt. Sowohl topographisch als auch klimatisch ist das Gebiet divers. Das im Süden gelegene, klimatisch begünstigte Mittelrheintal und der Rheingau zählen zu den wärmsten Gebieten Deutschlands mit mittleren Jahrestemperaturen von 9–9,5 °C. Kennzeichnend ist ein Bewaldungsanteil von 63 % (510 km<sup>2</sup>), der weit über dem Kreis- (55 %), Landes- (40,1 %) und Bundesdurchschnitt liegt. Hervorzuheben ist der im Landes- und Bundesvergleich hohe Anteil an Buchen- und Eichenwäldern (ca. 85 %) (Abb. 2). Der weitaus größte Teil des Projektgebietes und der artenreichen Wälder liegt außerhalb von FFH-Gebieten. Herzstück des Naturparks ist der Hinterlandswald im Westen. Er ist mit rund 220 km<sup>2</sup> Hessens größtes geschlossenes Waldgebiet ohne Autobahnen oder Bundesstraßen.

Vor Projektbeginn waren im Naturpark sechs Wochenstubenkolonien der Bechsteinfledermaus sowie einige Winterquartiere bekannt (u. a. GODMANN 1994).



Abbildung 2: Zwischen Wiesbaden und dem Rheingau erstreckt sich eines der größten zusammenhängenden Waldgebiete Hessens; Foto: Markus Dietz.

Figure 2: One of the largest continuous woodland area in Hesse is situated between Wiesbaden and the Rheingau; photo: Markus Dietz.

## 4 Methodik

### 4.1 Lokalisation von Koloniestandorten

Grundlage der Schutzmaßnahmen war die Identifikation von möglichst vielen Wochenstubenkolonien der Bechsteinfledermaus. Um aufgrund der begrenzten zeitlichen und finanziellen Mittel und unter Beachtung der Größe des Untersuchungsgebietes (510 km<sup>2</sup> Waldfläche) möglichst effektiv Kolonien nachzuweisen, wurden geeignete Netzfangbereiche zunächst auf Basis der digitalen Forsteinrichtungswerke in einem Geoinformationssystem (GIS, ArcGIS 9.3.1 von ESRI) vorausgewählt. Kriterien für eine Auswahl waren die Hauptbaumarten Eiche und Buche sowie ein Bestandesalter von über 120 Jahren mit geeigneter Struktur zum Aufbau der Netze. Weiterhin sollten sich die Fangstellen repräsentativ über die gesamte Fläche des Naturparks verteilen.

Insgesamt wurden im Zeitraum 2014–2016 214 Netzfänge durchgeführt (2014: 52; 2015: 128; 2016: 34) und nach einer Vorauswahl hinsichtlich Alter, Geschlecht und Reproduktionszustand 37 weibliche Bechsteinfledermäuse besendert. Hierzu wurden 0,3 g leichte Minisender (Model LB-2X, Firma Holohil Systems Ltd., Kanada) mit medizinischem Hautkleber (Firma Sauer GmbH, Deutschland) im Rückenfell der Tiere fixiert. In den wenigen Tagen bis zum Senderverlust konnten mit Alinco-Weitband-Handempfängern (Typ DJ-X11, Firma Wagener, Köln) mit 2-Element-Yagi-Antenne (Typ HB9CV) die von den besenderten Tieren ge-

nutzten Quartierbäume nach der Methode des „homing-in on the animal“ lokalisiert und ihre Eigenschaften sowie das Umfeld erfasst werden. Die Bestimmung von Kolonie-respektiven Gruppengrößen erfolgte über abendliche Ausflugszählungen mit Hilfe eines Nachtsichtgerätes.

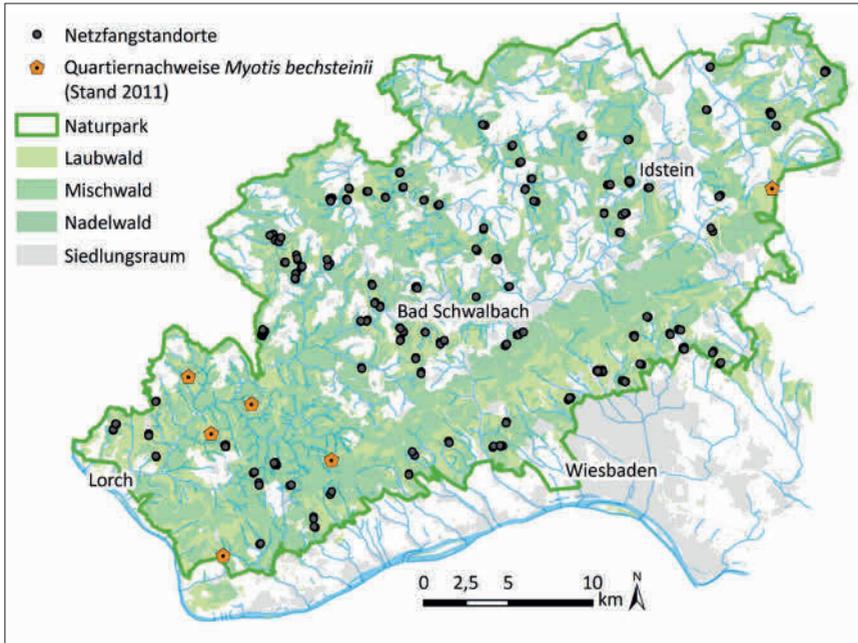


Abbildung 3: Vor Projektbeginn waren sechs Wochenstubenkolonien der Bechsteinfledermaus bekannt. Mit Beginn der Feldarbeit in 2014 wurden bis 2017 >200 Netzfänge an geeigneten Waldstandorten verteilt über den Naturpark durchgeführt.

Figure 3: At the beginning of the project, six nursery colonies were known. During the investigation period between 2014 and 2017, mist-nettings were conducted at >200 forest sites within the Naturpark Rhein-Taunus.

## 5 Ergebnisse

### 5.1 Verbreitung von Wochenstubenkolonien

In den Jahren 2014 bis 2016 erfolgten 214 Netzfänge. Hierbei wurden 111 Bechsteinfledermäuse gefangen. Davon waren 53 adulte Weibchen, 53 adulte Männchen und fünf Jungtiere. Zur Lokalisation von Quartierstandorten wurden insgesamt 37 Bechsteinfledermäuse besendert.

Insgesamt konnten 26 neue Wochenstubenkolonien der Bechsteinfledermaus lokalisiert werden. Mit den bereits bekannten sechs Kolonien sind nunmehr 32 Wochenstubenkolonien für die Waldfläche des Naturparks Rhein-Taunus identi-

fiziert (Abb. 4). Das Projektziel von wenigstens 15 Kolonien wurde somit deutlich übertroffen.

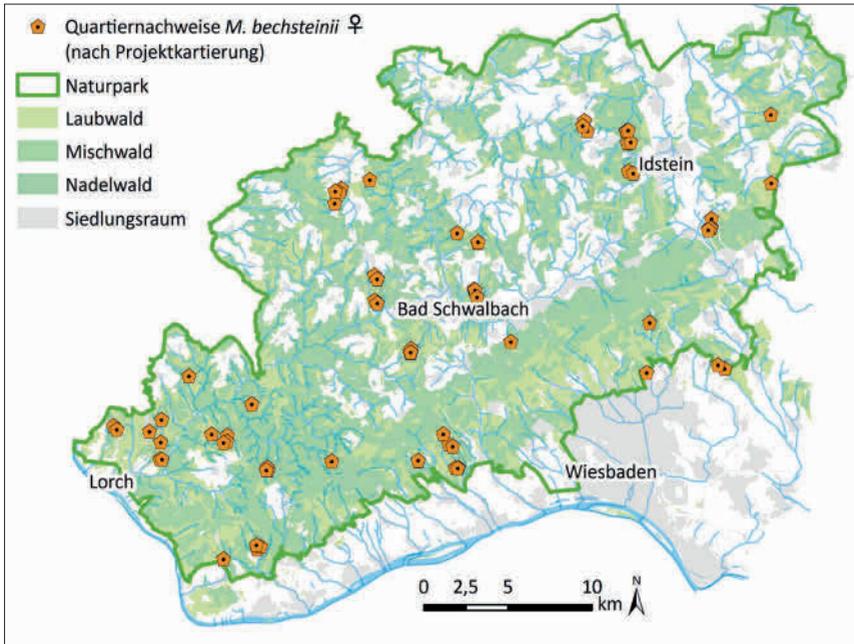


Abbildung 4: Von 2014 bis 2017 konnten insgesamt 26 neue Wochenstubenkolonien lokalisiert werden, so dass aktuell 32 Kolonien für den Naturpark bekannt sind.

Figure 4: Between 2014 and 2017, 26 nursery colonies could be identified. Thus, a total of 32 colonies is currently known.

Die mittlere Distanz der Fang- und Besenderungsorte der Bechsteinfledermaus-Weibchen zu den per Telemetrie aufgezeigten Koloniestandorten der Sendertiere beträgt 505 m und schwankt zwischen minimal 123 m und maximal 2868 m.

Die Wochenstubenkolonien sind über die gesamte Waldfläche im Naturpark verteilt, allerdings inselartig sowie abhängig von Waldstruktur (s. u.) und Höhenlage. In den Kammlagen des Taunus über 500 m ü. NN sind keine Kolonien mehr zu finden. In Höhen unter 200 m ü. NN sind aufgrund von Siedlungslagen und landwirtschaftlicher Nutzung in der Regel keine nennenswerten Waldflächen mehr vorhanden (Abb. 5).

Bei den Ausflugsbeobachtungen konnten bis zu 37 erwachsene Weibchen an einem Quartier gezählt werden, die mittlere Gruppengröße lag bei gut 20 adulten Tieren. Die Werte sind als Mindestwerte zu verstehen, da sich Kolonien der Bechsteinfledermaus auch auf zwei und mehr Bäume verteilen können. So konnte bei einer Synchronzählung an zwei Bäumen einer Kolonie 54 adulte Weibchen gezählt werden. Die Gruppengrößen pro Baum bleiben auch nach dem Ausflug

der Jungtiere gleich, entsprechend werden mehrere (z. T. > 5; eigene Beobachtungen) Bäume gleichzeitig besetzt.

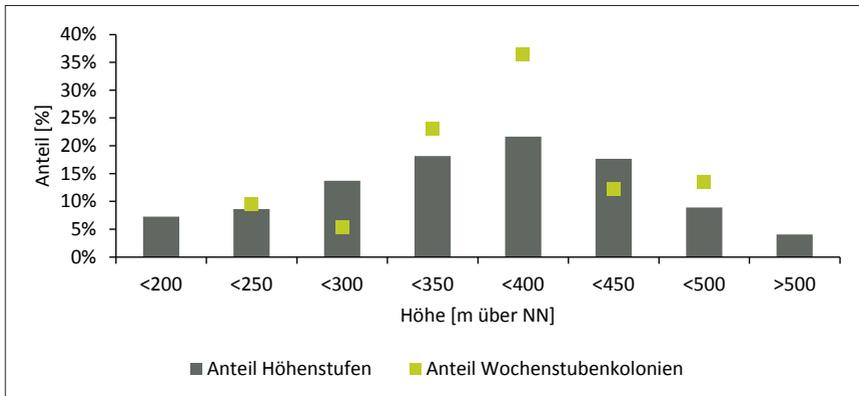


Abbildung 5: Verteilung der Wochenstubenkolonien auf die Höhenlagen im Projektgebiet.

Figure 5: Distribution of nursery colonies in different altitudes within the project area.

## 5.2 Abseits der Kolonien: Aufenthaltsorte der Männchen

Männchen der Bechsteinfledermaus beziehen ebenfalls Baumhöhlen, sind aber nicht Teil von Wochenstubenkolonien und leben weit überwiegend in anderen Waldflächen. Aufgrund ihres im Frühsommer geringeren Energiebedarfs kön-

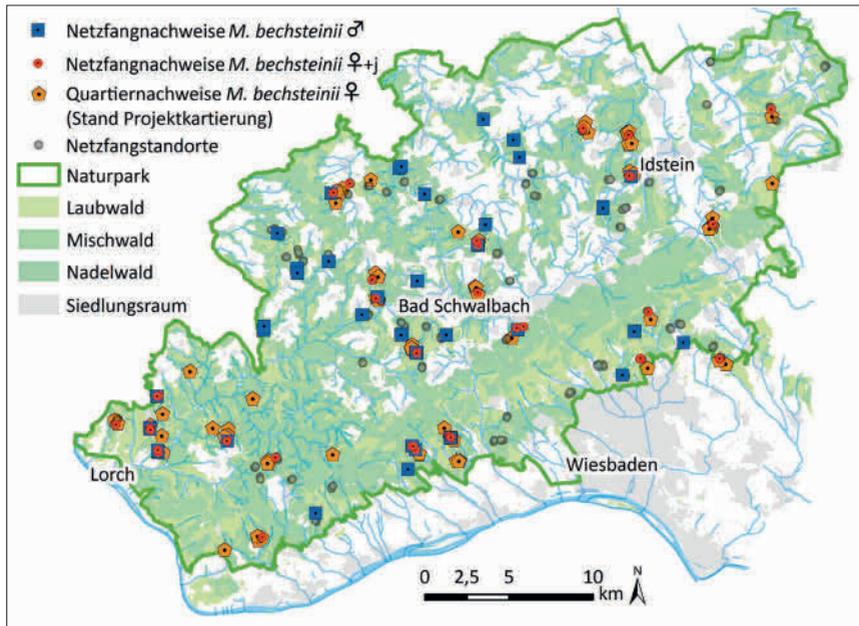


Abbildung 6: Verteilung der Männchennachweise im Naturpark. Einige Männchen konnten an denselben Stellen gefangen werden wie Weibchen. Überwiegend waren Männchen aber abseits der Weibchenlebensräume zu finden.

Figure 6: Distribution of males of *Myotis bechsteinii* within the nature park. Some males were caught at the same sites as their female conspecifics. However, the majority of males were determined apart from the female's habitats.

nen Männchen der Bechsteinfledermaus Flächen besiedeln, die für eine Jungenaufzucht aufgrund fehlender Habitatqualität kaum geeignet sind. Im Naturpark Rhein-Taunus betrug die mittlere minimale Distanz der Fangorte der Männchen zu den nächstgelegenen Koloniestandorten 1683 m mit Schwankungen zwischen minimal 35 m und maximal 5990 m (Abb. 6).

### 5.3 Spechten auf der Spur

Mit Hilfe der Telemetrie konnten 68 Quartierbäume der 26 neu nachgewiesenen Wochenstubenkolonien gefunden werden. Die Ergebnisse zeigen eine deutliche Bevorzugung von Bunt-, Mittel- und Grauspechthöhlen, in geringen Anteilen werden Astabbrüche und enge Spalteneingänge genutzt. Etwa zwei Drittel der nachgewiesenen Quartiere lagen in Eichen, wobei der Anteil der Eiche an den Waldbeständen lediglich bei 25 % liegt. Buchen wurden zu einem Drittel aufgesucht, was im Vergleich zum Anteil der Baumart an den Waldflächen (56 %) unterdurchschnittlich ist (siehe Abb. 8).

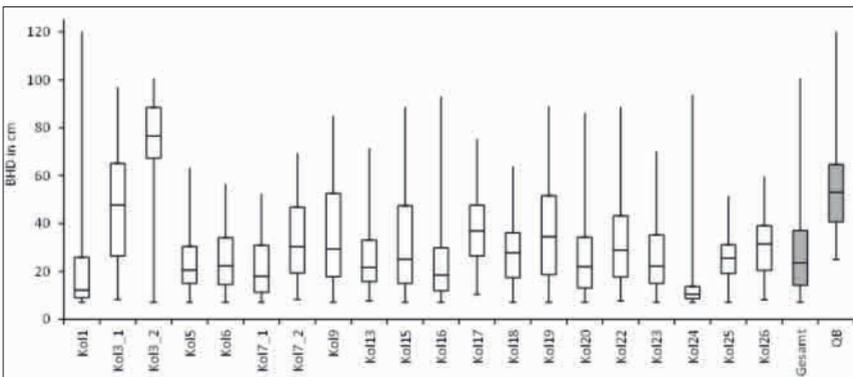


Abbildung 7: Die von den Bechsteinfledermäusen aufgesuchten Quartierbäume (QB) haben signifikant größere Stammdurchmesser als der Durchschnitt der Bäume in der Umgebung (gesamt).

Figure 7: Nursery colonies were (generally) found in trees with significantly larger diameters.

Obwohl bisweilen Quartierbäume in schwächerem Baumholz zu finden waren, wurden im Vergleich zum vorhandenen Baumbestand Baumhöhlen in stärkeren Bäumen mit einem Brusthöhendurchmesser über 50 cm bevorzugt genutzt (> 60 %) (Abb. 7).



Abbildung 8: Spechte (links oben: Mittelspecht *Leiopicus medius*) sind Schlüsselarten im Ökosystem Wald. Ihre Bruthöhlen werden in der Folgezeit von Bechsteinfledermäusen genutzt. Von rechts oben nach rechts unten: Bechsteinfledermausquartier in einer Eiche, Buche (Mitte), Fichte und nochmals Buche; Fotos: Markus Dietz.

Figure 8: Woodpeckers are key species in forest ecosystems. Their breeding cavities are regularly used/inhabited by Bechstein's bat. From top right to bottom left: Bechstein's bat quarter in an oak, beech (centre), spruce and once again beech; photos: Markus Dietz.

## 5.4 Geschlossene Laubmischwälder

Nach dem Auffinden der Wochenstubenkolonien stellte sich die Frage, welchen Wald Bechsteinfledermäuse bevorzugen und welche Schlüsselparameter unentbehrlich sind für das Vorkommen der Art. Hierzu erfolgte an allen Koloniestandorten eine detaillierte Aufnahme und Beschreibung aller Bäume im Radius von 50 m um den nachgewiesenen Koloniebaum. Zusätzlich wurden Standortparameter wie Bodenqualität, Höhenlage und Klima ermittelt. Über eine statistische Analyse konnten anschließend die wesentlichsten Lebensraummerkmale analysiert werden (für methodische Details siehe DIETZ & KRANNICH 2019).

Im Ergebnis zeigt sich, dass die bedeutendsten Habitateigenschaften für die Bechsteinfledermaus im Naturpark Rhein-Taunus das Durchschnittsalter der ältesten Baumschicht und das Vorkommen der Eiche sind. Günstig für das Vorkommen der Bechsteinfledermaus ist ein Bestockungsgrad zwischen 0,61 und 1,0 und ein Durchschnittsalter der Eiche sowie insgesamt der ältesten Baumschicht von 161 bis 200 Jahren. Weiterhin zeigt sich, dass die Habitateignung mit zunehmendem Laubwaldanteil (Eiche oder Buche) in der Umgebung steigt. Vereinfacht gesagt: je größer der Laubwaldanteil insgesamt, umso besser. Weiterhin günstig wirkt sich die Baumartendiversität mit mindestens vier Baumarten aus.

Es ist charakteristisch, dass alle Quartierbäume der Bechsteinfledermauskolonien im Projektgebiet in weitgehend geschlossenen Waldbeständen liegen (Abb. 9). Die Eignung eines Quartierbaums muss somit immer auch mit seinen umgebenden Bäumen betrachtet werden. Berücksichtigt man die Quartierökologie der Bechsteinfledermaus, ist dies auch verständlich. Eine Kolonie benötigt ca. 30–40 Höhlenbäume, die während eines Sommers im Wechsel genutzt werden. Feind- und Parasitenvermeidung ebenso wie der Erwerb von Lebensraumkenntnis führen dazu, dass die Weibchen auch mit nicht-flüggigen Jungtieren regelmäßig den Baum wechseln. Dies ist nur in entsprechend günstigen Waldgebieten mit hohem Lebensraumangebot möglich. Dabei geschehen Quartierwechsel und Baumauswahl nicht zufällig, sondern nach einem über Jahre aufgebauten traditionellen Nutzungsmuster sowie äußeren Bedingungen (z. B. Temperatur).

Entsprechend der hohen Bestockung liegt der Holzvorrat in den Kolonief lächen überdurchschnittlich hoch, im Mittel bei knapp 400 m<sup>3</sup>/ha. Um ein enges Quartiernetzwerk nutzen zu können, ist die hohe Verfügbarkeit von adäquaten Baumhöhlen Voraussetzung. Die Quartierflächen weisen durchschnittlich eine Dichte von sechs Höhlenbäumen pro Hektar auf, wobei die Schwankungen zwischen 21,7 und 1,6 Höhlenbäumen pro Hektar liegen. Bei den aufgenommenen Werten ist zu berücksichtigen, dass es sich um Momentaufnahmen handelt, die sehr deutlich die unterschiedlichen Intensitäten in der Bewirtschaftung der Flächen wiedergeben. In den Flächen mit geringen Baumhöhlendichten unter dem Mittelwert wurde in den vergangenen Jahren stärker gewirtschaftet. Entsprechend sinkt das Baumhöhlenangebot deutlich unter den Schwellenwert von etwa

10 Höhlenbäumen/ha ab, der für die Bechsteinfledermaus als günstig beschrieben ist.



Abbildung 9: Überwiegend geschlossene und ältere (> 140 Jahre) Laubwaldbestände sind günstige Koloniestandorte der Bechsteinfledermaus. Oben: Flachgründiger Eichenbestand (WARB-Fläche) bei Lorch; unten: 180-jähriger Buchenbestand in der Naturwaldzelle „Alte Heide“ im Stadtwald Wiesbaden; Fotos: Markus Dietz.

Figure 9: Closed and ancient deciduous forests provide favourable habitat conditions for Bechstein's bat (above: oak forest; below: beech forest); photos: Markus Dietz.

Die Geschlossenheit der Waldbestände in den Quartierzentren der Bechsteinfledermaus im Projektgebiet ist noch aus einem weiteren Grund sehr wichtig. Bechsteinfledermäuse jagen überwiegend nahe zu ihren Quartieren, d. h. nach Möglichkeit in einem Radius von wenigen hundert Metern. Dies ist nur möglich, wenn sie ihre Wendigkeit voll ausnutzen und den Wald vom Boden bis zur Baumkrone befliegen können. Die im Projektgebiet noch geschlossenen Waldflächen mit Kolonieebäumen sind vertikal durch mindestens zwei Baumschichten strukturiert und weisen mosaikartig verteilte, kleine Verjüngungshorste auf. Besonders charakteristisch ist dies in Eichenbeständen, aber auch in alten und noch weitgehend geschlossenen Buchenbeständen. Die Eiche taucht als Konstante auch in den Buchenbeständen mit starken Einzelbäumen immer wieder auf. Dies ist sehr vorteilhaft für ein Jagdgebiet der Bechsteinfledermaus, da Eichenkronen intensiv bejagt werden (vgl. GÜTTINGER & BURKHARD 2013).

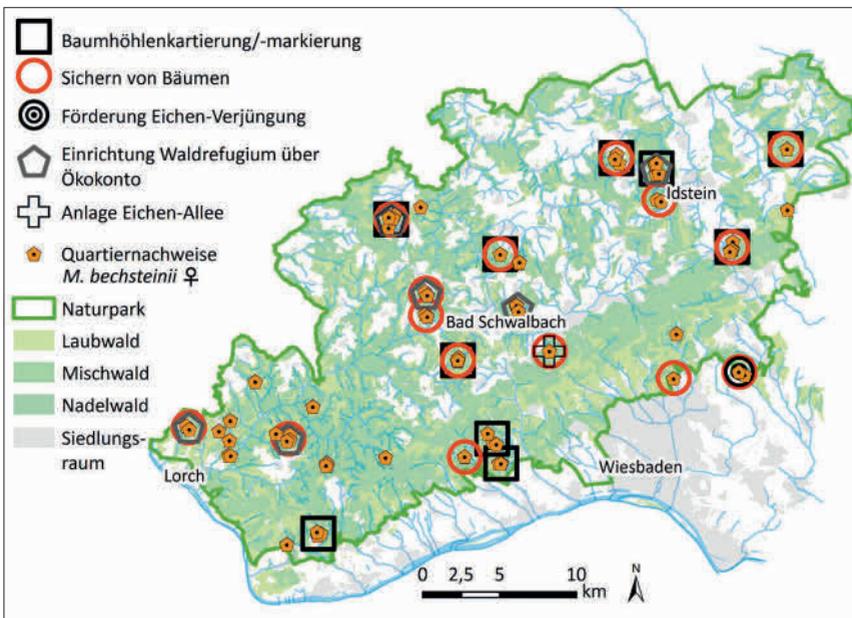


Abbildung 10: Für zwei Drittel der Bechsteinfledermaus-Kolonien im Naturpark wurden gemeinsam mit den Waldbesitzern und Förstern Schutzmaßnahmen durchgeführt.

Figure 10: Together with foresters and owners, two-thirds of the nursery colonies were protected by means of conservation measures.

## 6 Waldnaturschutz als Gemeinschaftsaufgabe

Die Forstwirtschaft hat einen unmittelbaren Einfluss auf die Lebensraumeignung der Bechsteinfledermaus. Extensiv bewirtschaftete Laub-Altholzbestände weisen

oftmals eine gute Habitateignung auf, allerdings entstehen mit der Hauptnutzung Konflikte. In vielen bisherigen forstlichen Bewirtschaftungskonzepten ist es so, dass sich die forstlich üblichen Maßstäbe von Raum und Zeit mit den Ansprüchen der Bechsteinfledermaus und zahlreicher Arten nicht oder nur eingeschränkt vereinbaren lassen. Stark und vor allem gleichmäßig in der Fläche aufgelichtete Bestände verlieren die eben beschriebene Eignung als Nahrungsraum für die Bechsteinfledermaus, da u. a. die Höhlenbaumdichte abnimmt und der Waldboden aufgrund der aufkommenden dichten Buchenverjüngung nicht mehr erreicht werden kann und auch die Zwischenstände unter den Baumkronen allmählich zuwachsen. Um hier Möglichkeiten aufzuzeigen, wurden gemeinsam mit den Revierleitern Schutzmaßnahmen konzipiert.

Um die Lebensgemeinschaft alter Wälder und damit auch die Bechsteinfledermaus stärker zu berücksichtigen, bedarf es Bewirtschaftungsformen, die stärker die Naturwaldstrukturen berücksichtigen und deren Elemente möglichst flächig integrieren. Struktur- und Artenvielfalt müssen zukünftig mit konkreten forstlichen Zielparametern definiert werden und ein wesentliches Qualitätsmerkmal nachhaltiger Waldbauverfahren sein.

Darüber hinaus bedarf es aktiver Artenschutzmaßnahmen. Für mehr als zwei Drittel der nachgewiesenen Wochenstubenkolonien der Bechsteinfledermaus konnten in dem Projekt Schutzmaßnahmen durchgeführt werden (Abb. 10). Ein weiterer Teil liegt bereits in unbewirtschafteten Kernflächen im Staatswald oder in den oben erwähnten WARB-Flächen.

Die Schutzmaßnahmen konzentrierten sich vor allem auf den Erhalt und die Verbesserung der Waldstruktur um die Kolonieebäume. Hierzu wurden folgende Maßnahmen durchgeführt:

- Als Unterstützung für die Revierleiter erfolgten abteilungsweise Baumhöhlenkartierungen und -markierungen (H = Habitatbaum) in den Quartiergebieten der Bechsteinfledermaus, damit diese bei der Holzernte nicht aus Versehen gefällt werden.
- Diese Unterstützung ist Teil des sehr wichtigen gegenseitigen Wissenstransfers von Waldeigentümern, Forstleuten, amtlichem und ehrenamtlichem Naturschutz und Wildbiologen im Rahmen des Projekts.
- Dazu zählt auch die weitergehende Information der Waldbesitzer und Bewirtschafter (Hessen-Forst u. a. m.). Sie ist eine wesentliche Grundlage für den nachhaltigen Schutz. Hierzu wurde jeder identifizierte Quartierstandort mit dem Revierleiter begangen und die Lebensraumsansprüche der Bechsteinfledermaus erläutert. Es wurden gemeinsam Schutzmaßnahmen erarbeitet. In allen Forstämtern konnten im Rahmen einer Dienstbesprechung die Ergebnisse ausführlich vorgestellt werden.
- Um eine günstige Lebensraumstruktur in der Quartierumgebung zu erhalten, wurden sogenannte Struktur- und Begleitbäume ausgewählt, markiert und durch Projektmittel dem Waldbesitzer abgekauft. Kriterien für solche Bäume waren z. B. ihre auffällige Dominanz im Bestand aufgrund ihrer Mächtigkeit

und Vitalität oder auch ihre „schützende“ Lage nahe zum Quartierbaum. Diese zusätzlich ausgewählte Kategorie vitaler Bäume ergänzt die vorhandenen, z. B. durch Baumhöhlen definierten, Habitatbäume.

- Die Einrichtung von Flächen mit weitgehendem Prozessschutz im Stil von Naturwaldzellen in den Wochenstubengebieten dient dem Schutz besonders baumhöhlenreicher Flächen. Hier wurde eine sogenannte Ökokontobilanzierung erstellt, die letztlich dem Waldbesitzer über den Verkauf der Ökopunkte einen Gegenwert zum Nutzungsverzicht einbringt.
- Abschließend mit dem Projekt wurden alle Waldbesitzer und Bewirtschafter mittels ausführlicher Koloniesteckbriefe schriftlich und kartographisch über die Lage und Lebensraumsprüche der nachgewiesenen Kolonien informiert. Die digitalen Standortkoordinaten wurden zusätzlich in das interne Forstbetriebs-GIS eingepflegt, so dass die Koloniestandorte jederzeit angezeigt werden, wenn in einer Abteilung Arbeiten geplant sind. Diese Datengrundlage liegt auch den Naturschutzbehörden vor und kann somit zukünftig für die Entwicklung von artenbezogenen Ausgleichsmaßnahmen im Gebiet des Naturparks dienen.

Begleitend zur berufsspezifischen Informationsarbeit erfolgte über die MitarbeiterInnen des Naturparks eine umfassende Umweltbildungsarbeit, um das Bewusstsein der Menschen vor Ort für die Bechsteinfledermaus, ihren Lebensraum und Biodiversität im Allgemeinen zu schärfen (Abb. 11).



Abbildung 11: Wissenschaftliche Ergebnisse in die Praxis umsetzen – gemeinsame Revierbegehungen sind hierbei sehr hilfreich; Foto: Andreas Wennemann.

Figure 11: The implementation of scientific findings into practice – common on-site reviews of the forest districts are here very helpful; photo: Andreas Wennemann.

## 7 Danksagung

Das Projekt wurde gefördert durch das Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. Die Co-Finanzierung erfolgte über die Stadt Wiesbaden und den Rheingau-Taunus-Kreis als Träger des Naturparks Rhein-Taunus. Die Kooperation der Kommunen als Waldeigentümer und des Landes Hessen über das HLNUG und den Landesbetrieb Hessen-Forst haben entscheidend zu dem Erfolg beigetragen.

Wir danken der Steuerungsgruppe des Projekts (Dr. Michael Berger, Ramona Divivier, Rolf Hussing, Kirsten Saufaus, Reinhold Worch) sowie den vielen Reviereleitern und Waldbesitzern, die das Projekt unterstützt haben, ebenso wie der Arbeitsgemeinschaft Fledermausschutz in Hessen, insbesondere Olaf Godmann.

## 8 Literatur

- DIETZ, C., HELVERSEN VON, O. & NILL, D. (2007): Handbuch der Fledermäuse Europas und Nordwestafrikas. Biologie, Kennzeichen, Gefährdung. – 399 S.; Stuttgart (Kosmos Verlag).
- DIETZ, M., BÖGELSACK, K., GÜTTINGER, R. & KRANNICH, A. (2013): Die Bechsteinfledermaus *Myotis bechsteinii* – eine Leit- und Zielart für den Waldnaturschutz? Eine Synthese. – In: DIETZ, M. (Hrsg.) (2013): Populationsökologie und Habitatansprüche der Bechsteinfledermaus *Myotis bechsteinii*. – Beiträge zu Fachtagung in der Trinkkuranlage Bad Nauheim, 25.-26. Februar 2011. – 317–331.
- DIETZ, M., NORMANN, F., JOKISCH, S. & SIMON, M. (2013): Die Bechsteinfledermaus in Hessen. Verbreitung und Analyse vorkommensbestimmender Faktoren. – In: DIETZ, M. (Hrsg.) (2013): Populationsökologie und Habitatansprüche der Bechsteinfledermaus *Myotis bechsteinii*. – Beiträge zu Fachtagung in der Trinkkuranlage Bad Nauheim, 25.-26. Februar 2011. – 205–220.
- DIETZ, M. & PIR, J.B. (2011): Distribution, ecology and habitat selection by Bechstein's bat (*Myotis bechsteinii*) in Luxemburg. – Ökologie der Säugetiere, Bd. 6. – 88 S.; Bielefeld (Laurenti-Verlag).
- DIETZ, M. & KRANNICH, A. (2019): Die Bechsteinfledermaus *Myotis bechsteinii* – eine Leitart für den Waldnaturschutz, Handbuch für die Praxis. – 185; Idstein/Ts. (Naturpark Rhein-Taunus).
- GODMANN, O. (1994): Bechsteinfledermaus. – In: Arbeitsgemeinschaft für Fledermausschutz in Hessen, AGFH: Die Fledermäuse Hessens. Geschichte, Vorkommen, Bestand und Schutz. – 48-50; Remshalden (Verlag Manfred Hennecke).
- GRAF, M. & FREDE, M. (2013): Zur Quartier- und Raumnutzung von Bechsteinfledermäusen *Myotis bechsteinii* (Kuhl 1817) in ehemaligen Eichen-Niederwäldern des Kreises Siegen-Wittgenstein (Nordrhein- Westfalen). – In: DIETZ, M. (Hrsg.) (2013): Populationsökologie und Habitatansprüche der Bechsteinfledermaus *Myotis bechsteinii*. – Beiträge zur Fachtagung in der Trinkkuranlage Bad Nauheim, 25.-26. Februar 2011. – 269-280.
- GÜTTINGER, R. & BURKHARD, W.-D. (2013): Bechsteinfledermäuse würden mehr Eichen pflanzen – Jagdverhalten und Jagdhabitats von *Myotis bechsteinii* in einer stark frag-

- mentierten Kulturlandschaft. – In: DIETZ, M. (Hrsg.) (2013): Populationsökologie und Habitatansprüche der Bechsteinfledermaus *Myotis bechsteinii*. – Beiträge der Fachtagung in der Trinkkuranlage Bad Nauheim, 25.-26. Februar 2011. – 105-130.
- KERTH, G., MAYER, F. & KÖNIG, B. (2000): Mitochondrial DNA (mtDNA) reveals that female Bechstein's bats live in closed societies. – *Molecular Ecology*, **9**(6): 793–800; Innsbruck.
- NAPAL, M., GARIN, I., GOITI, U., SALSAMENDI, E. & AIHARTZA, J. (2010): Habitat selection by *Myotis bechsteinii* in the southwestern Iberian Peninsula. – *Ann. Zool. Fennici*, **47**: 12-24; Helsinki.
- SAFI, K. & KERTH, G. (2004): A comparative analysis of specialization and extinction risk in temperate-zone bats. – *Conservation biology*, **18**(5): 1293-1303; Bern.
- SIEMERS, B.M. & SWIFT, S.M. (2006): Differences in sensory ecology contribute to resource partitioning in the bats *Myotis bechsteinii* and *Myotis nattereri* (Chiroptera: *Vespertilionidae*). – *Behavioral Ecology and Sociobiology*, **59**: 373-380; Berlin (Springer).
- WOLZ, I. (2013): Das Beutespektrum der Bechsteinfledermaus *Myotis bechsteinii*. Populationsökologie und Habitatansprüche der Bechsteinfledermaus *Myotis bechsteinii*. – In: DIETZ, M. (Hrsg.) (2013): Beiträge zu Fachtagung in der Trinkkuranlage Bad Nauheim, 25.-26. Februar 2011. – 53–70.

DR. MARKUS DIETZ und AXEL KRANNICH  
Institut für Tierökologie und Naturbildung  
Waldstraße 19  
35321 Gonterskirchen  
E-Mail: markus.dietz@tieroekologie.com  
E-Mail: axel.krannich@tieroekologie.com

ANDREAS WENNEMANN  
Naturpark Rhein-Taunus  
Veitenmühlweg 5  
65510 Idstein  
E-Mail: info@naturpark-rhein-taunus.de

Manuskripteingang: 26. August 2019

# Speise- und Giftpilze im Rhein-Main-Gebiet

THOMAS LEHR

Pilze, Artenvielfalt, Pilzsammeln, Rhein-Main-Gebiet

**K u r z f a s s u n g :** Das Sammeln von Pilzen erfreut sich großer Beliebtheit. Durch die reiche Artenvielfalt ist eine Unterscheidung von essbaren, giftigen und ungenießbaren Spezies aber nicht immer einfach. Als kurze Einführung in die vielgestaltige Welt der heimischen Speise- und Giftpilze werden daher im Folgenden einige wichtige, im Rhein-Main-Gebiet vorkommende Pilzarten in Wort und Bild vorgestellt. Einen Schwerpunkt bilden dabei die auch für Anfänger relativ leicht zu bestimmenden Röhrlinge.

## Edible and poisonous mushrooms in the Rhine-Main area

Mushrooms, diversity of species, "hunting", Rhine-Main area

**A b s t r a c t :** Mushroom picking enjoys great popularity, but the distinction between edible, inedible and poisonous ones is often quite difficult due to the species richness. As a short introduction to the complex world of indigenous mushrooms, some important species that occur in the Rhine-Main area will be presented below with descriptions and images. A certain focus is on the boletes (pore mushrooms), which can be identified quite easily even by beginners.

## Inhaltsverzeichnis

1	Einführung .....	125
2	Röhrlinge .....	128
3	Lamellenpilze .....	133
4	Leistlinge .....	140
5	Weitere Arten .....	142
6	Schlussbetrachtung .....	144
7	Literatur .....	144

## 1 Einführung

Pilze zu Speisezwecken zu sammeln, ist ein faszinierendes Hobby, das sich immer größerer Beliebtheit erfreut. Es scheint geradezu eine Sehnsucht zu geben, abseits des großstädtischen Alltags ein Stück Natur zu erleben und sich für wenige Stunden wieder als Jäger zu fühlen – im Englischen spricht man bezeichnenderweise von „hunting mushrooms“. Was gibt es auch Schöneres, als an einem warmen Herbsttag im Morgennebel durch die Wälder zu streifen und mit einer leckeren Pilzmahlzeit nach Hause zu kommen? (HILLRICHS 2000)



Abbildung 1: Pilze sammeln; Foto: Verfasser.  
Figure 1: Hunting mushrooms; photo: author.

Die Vielfalt der in Mitteleuropa vorkommenden Pilze ist schier unüberschaubar. Man kann von etwa 5000–7000 Arten ausgehen, deren Fruchtkörper mit bloßem Auge sichtbar sind. Dazu kommen noch weitere mikroskopisch kleine Spezies. Im Rhein-Main-Gebiet sind zwar bei weitem nicht alle Arten vertreten, da z. B. viele Biotope hier fehlen (etwa Hochgebirge oder Moore). Aber auch im Raum um Frankfurt kann man von mehreren Tausend Großpilzarten ausgehen.

Viele davon kommen für Speisezwecke nicht in Betracht, da sie z. B. zu klein oder aufgrund ihrer Konsistenz kaum zum Essen geeignet sind. Man denke hier etwa an die vielen holzhaften Porlinge an toten oder lebenden Bäumen (z. B. den Zunderschwamm *Fomes fomentarius*).

Weiterhin sind viele Arten so selten, dass wir nichts Wirkliches über ihren Speisewert wissen oder sie aus Gründen des Pilzschutzes nicht sammeln sollten (so etwa den auf Abb. 3A gezeigten Königsröhrling). Bei all diesen Einschränkungen bleiben doch noch viele Dutzend Arten, die entweder als essbar gesammelt werden können oder als giftig vermieden werden sollten.

Im Folgenden sollen einige wenige dieser Speise- und Giftpilze des Rhein-Main-Gebiets kurz vorgestellt werden.

Die einzige Möglichkeit, essbare, ungenießbare und giftige Pilze auseinanderzuhalten, ist die möglichst genaue Bestimmung einzelner Arten oder Artengruppen nach ihren Merkmalen. Allgemeine Regeln zur Unterscheidung gibt es nicht! Man kann also nicht sagen: Alle Röhrlinge sind essbar. Oder: Alle Pilze mit rotem Hut sind giftig.

Vielmehr muss jeweils die Zuordnung von ganz bestimmten Merkmalskombinationen zu einer belastbaren Bestimmung führen. Dann kann man z. B. sagen, dass ein großer, robuster Pilz mit bräunlichem Hut, der oft einen weißlichen Rand hat und bei Nässe schmierig wird, weißlichen Röhren an der Hutunterseite,

die bei Reife oliv-grünlich werden, bauchigem Stiel mit ± feinem, weißlichem Netz und weißem, nicht verfärbendem Fleisch ein Gemeiner oder Fichten-Steinpilz *Boletus edulis* ist. In jedem Pilzbuch oder im Internet wird man dann schnell erfahren können, dass der Fichten-Steinpilz ein guter Speisepilz ist.

Die Verwechselbarkeit einzelner Arten liegt letztlich immer im Auge des Betrachters. Je nachdem, wie geschult oder erfahren der einzelne Pilzsammler ist, erhöht oder verringert sich die Zahl potentieller Verwechslungsarten. Auch haben verschiedene Menschen ganz unterschiedliche Zugänge zur Pilzbestimmung. Es gibt z. B. Sammler, die ein sehr gutes fotografisches Gedächtnis haben und daher schon nach kurzer Zeit in der Lage sind, eine relativ große Zahl von Arten kennenzulernen und abzuspeichern, ohne dass sie viele Erklärungen zu den einzelnen Merkmalen benötigen würden. Andere müssen oder wollen zunächst verstehen, was ein bestimmtes Merkmal bedeutet und wie man es in verschiedenen Ausprägungen erkennt, bevor sie damit Pilze zu bestimmen versuchen. Ein erfahrener Pilzfreund kann in der Lage sein, z. B. einen Perlpilz *Amanita rubescens* schon auf einige Meter Entfernung mit sehr großer Sicherheit anzusprechen, wohingegen ein Anfänger ihn mit Dutzenden anderen Arten verwechselt, auch nachdem er mehrere große Kollektionen ausgiebig betrachtet hat. Es soll sogar schon vorgekommen sein, dass Knollenblätterpilze mit Steinpilzen verwechselt wurden. Immerhin gibt es auch hier gemeinsame Merkmale: Beide haben z. B. einen in Hut und Stiel gegliederten Fruchtkörper, beide riechen – zumindest jung – ± angenehm, beide kommen im Herbst im Wald vor. Je nach Betrachtungsweise wäre es zumindest denkbar, dass diese Gemeinsamkeiten schwerer wiegen als die zahlreichen (nicht beachteten) Unterschiede.

Aus diesen Überlegungen ergibt sich jedenfalls, dass es problematisch sein kann, zu einer Speisepilzart immer nur einen oder zwei „Doppelgänger“ in direkter Gegenüberstellung zu präsentieren. Dies erweckt dann mitunter den Eindruck, dass die jeweilige Art tatsächlich nur mit den genannten Doppelgängern verwechselt werden kann, aber mit nichts anderem. Ein klassisches Beispiel für diese Problematik, das wahrscheinlich jeder Pilzberater aus der Praxis kennt, ist die Gegenüberstellung von Arten der Gattung Champignons *Agaricus* mit den Knollenblätterpilzen *Amanita spp.* Dieser Vergleich, also z. B. zwischen einem der Anis-Champignons (*Agaricus silvaticus* und verwandte Arten) und weißen Formen des Grünen Knollenblätterpilzes *Amanita phalloides*, ist natürlich sinnvoll und notwendig. Beschränkt man sich aber hierauf, besteht die Gefahr, dass andere mögliche Verwechslungen unbeachtet bleiben und etwa eine der giftigen Champignonarten (*Agaricus xanthodermus* und verwandte Arten) gesammelt und verzehrt wird. Dies sollte man auch auf den folgenden Seiten im Hinterkopf behalten, auf denen hier aus Platzgründen meist auch nur die „klassischen“ Doppelgänger unserer Speisepilze kurz vorgestellt werden können. Es bleibt dabei: Je nach Erfahrung – oder fehlender Erfahrung – lässt sich alles mit allem verwechseln!

## 2 Röhrlinge

Die klassische Pilzgruppe, mit denen Anfänger beim Speisepilzsammeln beginnen sollten, sind die Röhrlinge. Das sind in Hut und Stiel gegliederte Arten, die an der Hutunterseite ein schwammartiges Gebilde tragen, das sich aus vielen einzelnen Röhren zusammensetzt, in denen die Sporen gebildet werden. Dieser Schwamm lässt sich meist gut vom Hutfleisch entfernen, da er nicht mit diesem verwachsen ist. Die Röhrlinge eignen sich vor allem aus zwei Gründen für Einsteiger in die Pilzkunde und sollen deswegen in der Folge etwas ausführlicher vorgestellt werden. Zum einen gibt es unter den in Mitteleuropa vorkommenden Röhrlingen keine potentiell tödlich giftigen, sondern nur einige  $\pm$  magen-darm-giftige Arten. Viele Röhrlinge gelten überdies als gute und ergiebige Speisepilze. Zum anderen ist die Gesamtartenzahl dieser Gruppe ziemlich überschaubar; im Rhein-Main-Gebiet kann man von etwa 50 vorkommenden Arten ausgehen (bei vielen Hundert Blätterpilzarten), so dass es möglich ist, sich innerhalb von recht kurzer Zeit einen guten Überblick über die Röhrlinge zu verschaffen. In der klassischen morphologischen Systematik wurden im Wesentlichen vier größere Gattungen unterschieden: 1. Die Dickröhrlinge *Boletus* rund um Steinpilze, Hexenröhrlinge und Satanspilze, 2. die Filzröhrlinge *Xerocomus* mit Marone, Rotfuß und Ziegenlippe, 3. die Raustielröhrlinge *Leccinum* mit Birkenpilzen und Butterpilz. Neuerdings werden viele dieser Gattungen aufgrund von Untersuchungen des Erbguts weiter aufgespalten, so dass z. B. die Dickröhrlinge mittlerweile nur noch aus den verschiedenen Steinpilzarten bestehen (HAHN 2015). Aus praktischen Gründen wird hier weitgehend der klassischen Systematik gefolgt, verwendet werden aber die aktuell gültigen wissenschaftlichen Namen.

Die Dickröhrlinge sind gekennzeichnet durch ihre robuste Statur mit einem oft dicken Stiel (Name!), weißen, roten oder gelben Poren und oft auffälligen Strukturen auf der Stieloberfläche. Für sie gilt (wie im Übrigen für fast alle mitteleuropäischen Röhrlinge), dass sie ausschließlich in Symbiose mit Bäumen wachsen.

Die für den Speisepilzsammler interessanteste Gruppe sind sicher die Steinpilze, die allesamt eine netzartige Struktur am Stiel, jung weiße Poren und unveränderliches, mildes Fleisch besitzen. Ihre bekanntesten Vertreter sind der Fichtensteinpilz *Boletus edulis* (Abb. 2B) und der Sommersteinpilz *Boletus aestivalis* (Abb. 2C). Mit dem Gallenröhrling *Tylopilus felleus* (Abb. 2D) gibt es einen klassischen Doppelgänger, der freilich als nicht giftig gilt, aufgrund seiner Bitterkeit aber schon in kleinen Mengen ein ganzes Pilzgericht zerstören kann. Diese Bitterkeit lässt sich meist durch eine kleine Kostprobe am rohen Pilz feststellen, so dass es eigentlich gar nicht zu Verwechslungen kommen sollte. Durch eine im Alter andere Porenfarbe (Steinpilz olivgrün – Gallenröhrling fleischrosa) und eine unterschiedliche Netzstruktur (Steinpilz weiß und fein – Gallenröhrling braun und grob) sind beide Arten ohnehin fast immer gut trennbar. Die

Vielzahl der jedes Jahr vorkommenden Verwechslungen zeigt aber, wie wichtig die gründliche Beobachtung aller relevanten Merkmale und deren Abgleich mit guten Beschreibungen in Pilzbüchern oder im Internet ist.



Abbildung 2: A: Vergleich Fichtensteinpilz – Gallenröhrling, B: Fichtensteinpilz, C: Sommersteinpilz, D: Gallenröhrling; Fotos: Verfasser.

Figure 2: A: Comparison Cep vs. Bitter bolete, B: Cep, C: Summer cep, D: Bitter bolete; photos: author (engl. Pilznamen nach MONTAG 2015).

Unter den Dickröhrlingen mit gelben Poren (heutige Gattungen *Butyriboletus*, *Caloboletus*, *Cyanoboletus* und *Hemileccinum*) befinden sich viele seltene und geschützte Arten, etwa der Königsröhrling *Butyriboletus regius* (Abb. 3A), der im Rhein-Main-Gebiet seit vielen Jahren nicht mehr gefunden wurde. Interessant ist die Gruppe aber auch, weil sie einige ungenießbare bis schwach giftige Röhrlinge enthält, z. B. den Schönfußröhrling *Caloboletus calopus* (Abb. 3B). Betrachtet man eine andere Art, den Schwarzblauenden Röhrling *Cyanoboletus pulverulentus* (Abb. 3C+D), zeigt sich hier aber auch, dass neue Erkenntnisse jederzeit zu neuen Beurteilungen des Speisewertes führen können. So galt die Art immer als (mäßig guter) Speisepilz. Eine neue Studie zeigt aber, dass der Schwarzblauende Röhrling bestimmte Arsenverbindungen anreichert, die Krebs auslösend sein können (BRAEUER et al. 2018). Deshalb sollte er einstweilen zumindest als problematisch oder als giftverdächtig vorgestellt werden.

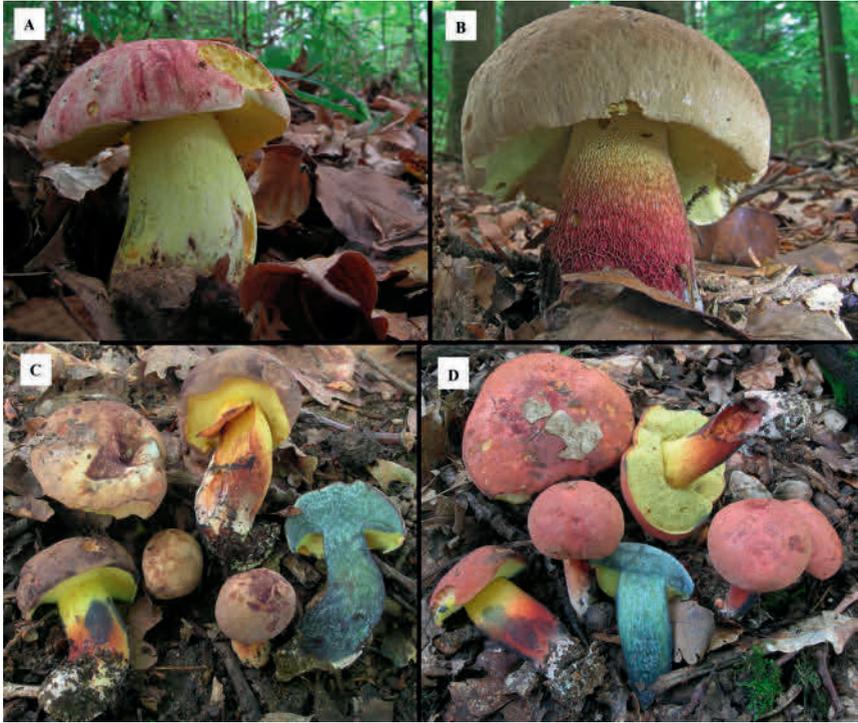


Abbildung 3: A: Königsröhrling, B: Schönfußröhrling, C: Schwarzblauer Röhrling, D: Schwarzblauer Röhrling (rosahütige Form); Fotos: Verfasser.

Figure 3: A: Royal bolete, B: Bitter beech bolete C: Inkstain bolete, D: Inkstain bolete (form with pink cap); photos: author.

Der klassische Giftröhrling findet sich unter den Dickröhrlingen mit roten Poren (heutige Gattungen *Imperator*, *Neoboletus*, *Rubroboletus* und *Suillellus*): der Satanspilz *Rubroboletus satanas* (Abb. 4C+D). Diese magen-darm-giftige Art ist im Rhein-Main-Gebiet ausgesprochen selten, so dass es kaum einmal zu Verwechslungen und Vergiftungen kommt. Das trifft im Übrigen auch für einige andere verwandte Arten zu, die gleichfalls als giftig oder als giftverdächtig gelten (z. B. der Falsche Satansröhrling *Rubroboletus legaliae*). Wenn man hier jedes Risiko ausschließen will, kann man grundsätzlich auf alle Röhrlinge mit roten Poren verzichten (und auf alle bitteren Arten). Dann entgeht einem allerdings auch einer der besten Speisepilze überhaupt, ausgezeichnet durch festes und madenfreies Fleisch, der Flockstielige Hexenröhrling *Neoboletus erythropus* (Abb. 4A). Er ist durch seinen braunen Hut, feine rötliche Flecken am Stiel, unauffälligen Geruch und schnell und stark blauendes Fleisch gut gekennzeichnet und von anderen Rotporern abgegrenzt. Der Satanspilz besitzt hingegen einen kalkweißen Hut, netzigen Stiel, unangenehmen Geruch und eher schwach blauendes Fleisch. Ähnlicher ist da schon der Netzstielige Hexenröhrling *Suillellus lu-*

*ridus* (Abb. 4B), der sich aber u. a. durch eine auffällige Netzzeichnung auf seiner Stieloberfläche unterscheidet. Da er kalkhaltige Böden bevorzugt, kommt er im eher sauren Rhein-Main-Gebiet hauptsächlich innerorts vor, während der „Flocki“ sowohl in unseren Laub- als auch Nadelwäldern häufig ist.



Abbildung 4: A: Flockstieliger Hexenröhrling, B: Netzstieliger Hexenröhrling, C und D: Sa-tanspilz; Fotos: Verfasser.

Figure : A: Scarletina bolete, B: Lurid bolete, C and D: Devil's bolete; photos: author.

Die Filzröhrlinge sind (verglichen mit vielen Dickröhrlingen) eher kleine, schwächliche Pilze mit typischerweise feinfilzigem Hut und gelben Poren. Giftige Arten sind hier nicht bekannt und aufgrund ihrer Häufigkeit sind manche Filzröhrlinge viel gesammelte Speisepilze, wobei ihr Wert recht unterschiedlich bewertet wird. So gilt der Maronenröhrling *Imleria badia* (Abb. 5B) allgemein als Genuss, während etwa ältere Rotfußröhrlinge *Xerocomellus chrysenteron* (Abb. 5A) allenfalls als mäßig bezeichnet werden können.

Die Schmierröhrlinge sind durch ihren namensgebenden schmierig-schleimigen Hut als Gruppe gut erkennbar (wobei auch viele Dickröhrlinge oder etwa der Maronenröhrling bei feuchtem Wetter dieses Merkmal zeigen können). Oftmals besitzen sie auch einen Ring am Stiel als Rest einer Teilhülle (Velum parziale),



Abbildung 5: A: Rotfußröhrling, B: Maronenröhrling, C: Birkenpilz, D: Birkenrotkappe; Fotos: Verfasser.

Figure 5: A: Red-cracked bolete, B: Bay bolete, C: Shaggy bolete, D: Orange birch bolete; photos: author.

die Hutrand und Stiel miteinander verbindet und so die noch unreife Fruchtschicht auf der Unterseite des Hutes schützt. Weiterhin sind die einzelnen Spezies  $\pm$  strikt an bestimmte Nadelbaumarten gebunden. Alle Schmierröhrlinge gelten als essbar, können aber – insbesondere in großen Mengen genossen – abführende Wirkung haben. Auf Abbildung 6 sind einige häufige und gut kenntliche Arten abgebildet: Butterpilz *Suillus luteus* mit Ring und bei Kiefer, Goldröhrling *Suillus grevillei* mit Ring und bei Lärche, Körnchenröhrling *Suillus granulatus* ohne Ring bei Kiefer und Ringloser Butterpilz *Suillus collinitus* ohne Ring und bei Kiefer.

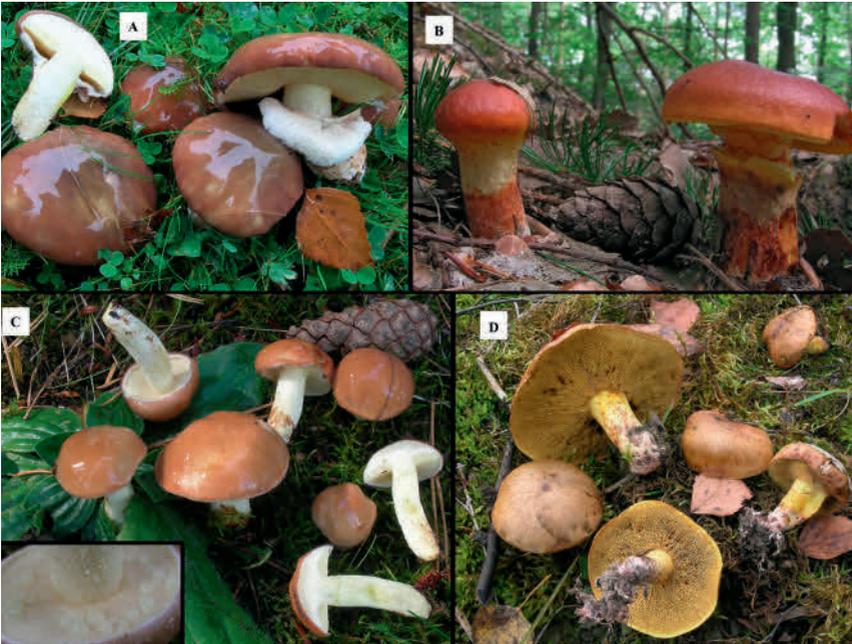


Abbildung 6: A: Butterpilz, B: Goldröhrling, C: Körnchenröhrling, D: Ringloser Butterpilz; Fotos: Verfasser.

Figure 6: A: Slippery jack, B: Larch bolete, C: Weeping bolete, D: *Suillus collinitus*; photos: author.

Ähnlich gut abgegrenzt und entsprechend leicht erkennbar sind die Raustielröhrlinge. Die Stiele sind hier namensgebend, ihre Oberfläche erscheint durch abstehende Schuppen, Flocken oder Pusteln  $\pm$  rau. Außerdem sind die Poren weiß bis grau, nie rot oder gelb (bis auf eine Ausnahme). Die Gattung enthält viele gute und geschätzte Speisepilzarten; giftige oder ungenießbare Arten sind nicht bekannt. Auf Tafel 5 werden zwei Arten vorgestellt, die stellvertretend für die beiden Gruppen innerhalb der Raustielröhrlinge stehen: zum einen die Birkenpilze (mit bräunlichen Hüten, nicht überhängender Huthaut und meist nicht verfärbendem Fleisch, hier mit dem Gemeinen Birkenpilz *Leccinum scabrum*, Abb. 5C), zum anderen die Rotkappen (mit rötlichen Hüten, überhängender Huthaut und verfärbendem Fleisch, hier mit der Birkenrotkappe *Leccinum versipelle*, Abb. 5D).

### 3 Lamellenpilze

Im Gegensatz zu den Röhrlingen ist die Artenzahl bei den Blätterpilzen deutlich weniger überschaubar; im Rhein-Main-Gebiet kommen viele Hundert Arten

vor, die an der Hutunterseite die namensgebenden Lamellen oder Blätter tragen. Trotzdem kann man auch hier eine ganze Reihe von Spezies sicher identifizieren lernen. Für eine grobe Einteilung ist es oft wichtig, die Sporenpulverfarbe zu bestimmen. Die einzelne Spore ist mikroskopisch klein. Da aber jeder Fruchtkörper Millionen solcher Sporen produziert, lässt sich ein Sporenabdruck anfertigen, indem man einen Pilzhut auf einem weißen Papier absporen lässt und dann die Farbe des Abwurfs beurteilt. Weiterhin spielen Fruchtkörpergröße und -farbe, Fleischfarbe und -verfärbungen, Geruch und Geschmack, Wuchsort und -form sowie die An- oder Abwesenheit von sog. Hüllresten an Hut und Stiel eine wichtige Rolle bei der Bestimmung.



Abbildung 7: A: Spitzgebuckelter Raukopf, B: Grüner Knollenblätterpilz, C: Junger Grüner Knollenblätterpilz (weiße Form), D: Kegelhütiger Knollenblätterpilz; Fotos: Verfasser.

Figure 7: A: Deadly webcap, B: Death angel, C: Young death angel (white form), D: *Amanita virosa*; photos: author.

Unter den Lamellenpilzen findet sich ein Großteil der Arten, die tödliche Vergiftungen auslösen können. Manche dieser stark giftigen Arten lassen sich kaum mit Speisepilzen verwechseln. Der Spitzgebuckelte Raukopf *Cortinarius rubellus* (Abb. 7A) etwa, der bei einer sehr langen Latenzzeit die Nieren schädigt, sieht scheinbar keiner bekannten essbaren Art ähnlich. Doch selbst hier ist Vorsicht geboten; es kommt immer wieder zu entsprechenden Vergiftungen. Insbesondere sehr junge Fruchtkörper, die zusammen mit anderen Arten dicht beieinander stehen, können zu Verwechslungen führen, z. B. mit Pfifferlingen. Man sollte immer daran denken, jeden einzelnen Fruchtkörper gründlich zu betrachten und nicht in einem „Sammelrausch“ alles unbesehen einzusammeln. Die überwiegende Mehrzahl der tödlichen Vergiftungen geht aber zurück auf die Knollenblätterpilze, insbesondere auf den Grünen Knollenblätterpilz *Amanita phalloides* (Abb. 7B).

Das ist insofern erstaunlich, als dass dieser Pilz eigentlich sehr gut abgrenzbar ist und über eine Reihe markanter Merkmale verfügt. Die ganze Gruppe der Knollenblätterpilze ist folgendermaßen charakterisiert: mittelgroße bis große Blätterpilze mit bis ins Alter weißen Lamellen, weißem Sporenpulver, fehlenden oder wenigen großen Hüllresten auf dem Hut, einer ± ausgeprägten sackartigen Scheide an der Stielbasis, Ringstruktur am Stiel, meist ausgeprägtem, speziellem Geruch. Der Geruch älterer Grüner Knollenblätterpilze ist (unangenehm) süßlich und wird in der Literatur als an Kunsthonig erinnernd beschrieben. Die Farbe spielt hingegen keine so große Rolle. Grüne Knollenblätterpilze können – entgegen ihrem Namen – auch einmal bräunliche Hüte haben oder Albinoformen ausbilden, die dann bis ins Alter reinweiß bleiben (Abb. 7C). Insbesondere solche weißen Formen sind nicht selten und geben Anlass für Verwechslungen mit weißen Champignonarten *Agaricus spp.* Auch der weiße Kegelhütige Knollenblätterpilz *Amanita virosa* (Abb. 7D) kann entsprechend verwechselt werden.

In der Gattung *Amanita*, zu der die Knollenblätterpilze gehören, gibt es noch weitere interessante, essbare und giftige Spezies. Am bekanntesten ist sicher der Fliegenpilz *Amanita muscaria* mit seinem roten, weißflockigen Hut, der ganz jung oder untypisch gewachsen aber nicht immer leicht zu erkennen ist. Man sollte hier – insbesondere wenn man im Urlaub im Mittelmeerraum nach Kaiserlingen *Amanita caesarea* Ausschau hält – im Zweifelsfall noch einmal alle relevanten Merkmale prüfen.

Geschätzt und häufig ist weiterhin der Perlpilz *Amanita rubescens*, der mit dem Grauen Wulstling *A. excelsa* einen minderwertigen und mit dem Pantherpilz *A. pantherina* einen stark giftigen Doppelgänger hat. Die wichtigsten Unterschiede zwischen Perl- und Pantherpilz sind in Abb. 8 dargestellt.

Im Gegensatz zu den Knollenblätterpilzen besitzen Champignons oder Egerlinge *Agaricus spp.* zwar auch einen Ring am Stiel, haben aber keine sackartige Struktur an der Basis. Unter anderem deswegen ist es immer sehr wichtig, zu bestimmende Pilze mit der gesamten Basis zu ernten, da sich hier, am unteren Ende des Stiels, oft wichtige Merkmale befinden. Hinzu kommt, dass die Sporen

der *Agaricus*-Arten sehr dunkel sind, so dass der Sporenabwurf dunkelbraun bis schwarz wird und auch die reifen Lamellen entsprechend gefärbt sind (vgl. Abb. 9A mit dem Wiesenchampignon *Agaricus campestris*). Jüngere Exemplare haben graue oder rosafarbene Lamellen, bei ganz jungen Fruchtkörpern können sie aber auch noch weiß sein, so dass hier Vorsicht geboten ist. Achtet man aber auf das Sammeln von Kollektionen mit Fruchtkörpern in verschiedenen Entwicklungsstadien, bei denen sich alle Merkmale gut und eindeutig erkennen lassen, sollte es nicht zu Verwechslungen zwischen Egerlingen und Knollenblätterpilzen kommen.

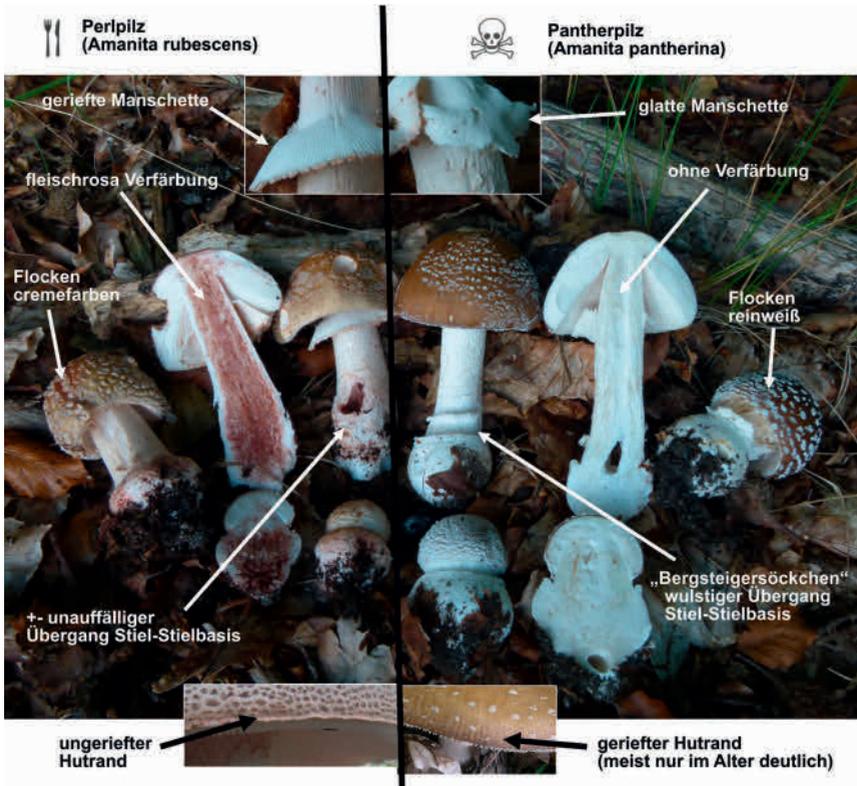


Abbildung 8: Vergleich Perlpilz – Pantherpilz; Foto: Verfasser.  
Figure 8: Comparison Blusher – Panthercap; photo: author.

Viel tückischer kann es sein, dass es auch innerhalb der großen Gattung der Champignons giftige Arten gibt, die Karbol- oder Giftchampignons. Mancher Vertreter dieser Gruppe ist im Rhein-Main-Gebiet eher selten, wie etwa der hübsche Perlhuhnegerling *Agaricus moelleri* (Abb. 9C). Insbesondere der Karbolchampignon *Agaricus xanthodermus* (Abb. 9B) ist aber ausgesprochen häufig und kommt gerne in Hausgärten und Parks vor. Er unterscheidet sich von essbaren

Champignonarten vor allem durch seinen namensgebenden unangenehmen Geruch nach Desinfektionsmittel oder Tinte sowie durch sein vor allem in der Stielbasis gelbendes Fleisch (nur erkennbar, wenn die Basis mit entnommen wird; bei einem abgeschnittenen Stiel nicht mehr nachprüfbar!). Auch unter den essbaren Champignons gibt manche Art an Hut und Stiel, nicht aber an der Basis. Solch gelb werdende Spezies riechen überdies meist auffällig nach Anis oder Bittermandel, wie etwa der Dünnfleischige Anischampignon *Agaricus sylvicola* (Abb. 9D).



Abbildung 9: A: Wiesenchampignon, B: Karbolchampignon, C: Perlhuhnegerling, D: Dünnfleischiger Anischampignon; Fotos: Verfasser.

Figure 9: A: Field mushroom, B: Yellow stainer, C: Inky mushroom, D: Wood mushroom; photos: author.

Man sollte sich beim Sammeln von Champignons aber immer klar machen, dass man es mit einer großen Gattung zu tun hat, in der die Artunterscheidung teilweise ausgesprochen schwierig ist. Bei vielen selteneren Arten wissen wir deswegen wenig über ihren Speisewert. Außerdem können Arten aus dem Mittelmeerraum nach Deutschland vordringen, deren Merkmalskombinationen die Unterscheidung von giftigen und essbaren Champignons weiter erschwert. So gibt es etwa Arten aus der Giftchampignon-Gruppe, die kaum oder gar nicht gilben, z. B. den Falschen Wiesen-Egerling *Agaricus pseudopraticensis*. Weiterhin ist bekannt, dass viele Champignonarten große Mengen an Schwermetallen speichern und überdies Stoffe enthalten, die im Verdacht stehen, Krebs auszulösen,

so dass man durchaus dazu raten kann, keine größeren Mengen Champignons in einem kurzen Zeitraum zu verzehren (PARRA 2008: 114).

Eine ganz andere interessante Gruppe unter den Blätterpilzen bilden die  $\pm$  büschelig an Holz wachsenden, gelb bis braunhütigen Arten. Es handelt sich hier um eine ganz äußerliche, morphologisch-ökologisch abgegrenzte Gruppe, in der sehr unterschiedliche Gattungen aus verschiedenen Verwandtschaftskreisen zu finden sind. Man findet dabei einige essbare, aber auch viele ungenießbare oder giftige Arten. Durch die Fähigkeit von Holz, Feuchtigkeit gut zu speichern, wachsen viele der hier vorgestellten Arten auch bei großer Trockenheit und sind dann oft die einzigen Pilze im Wald.

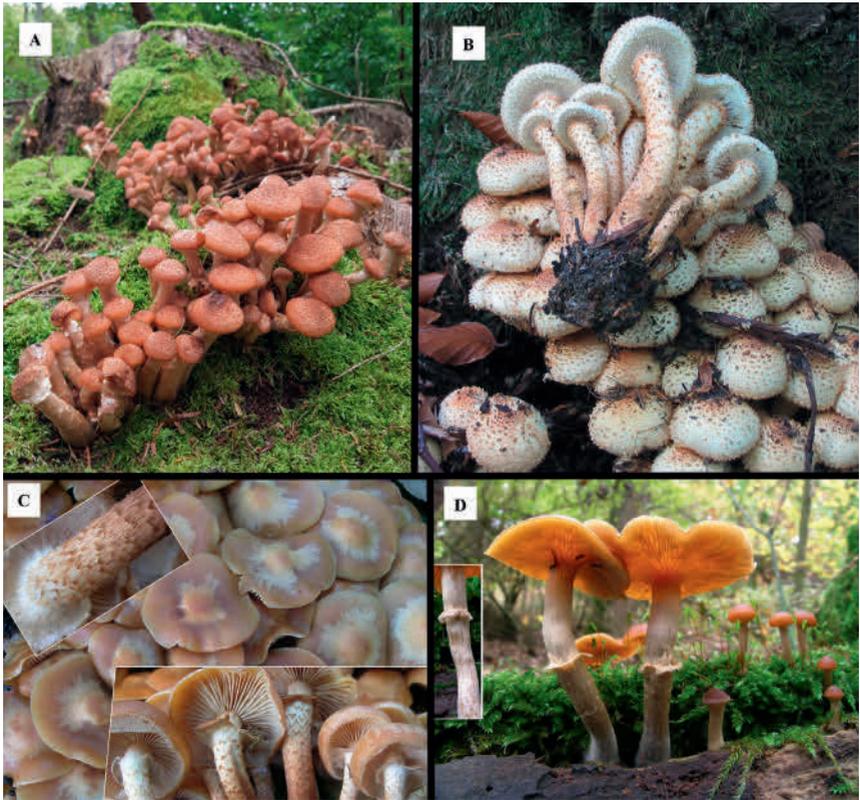


Abb. 10: A: Dunkler Hallimasch, B: Sparriger Schüppling, C: Stockschwämmchen, D: Gifthäubling; Fotos: Verfasser.

Figure 10: A: Honey mushroom, B: Shaggy scalycap, C: Sheathed woodtuft, D: Funeral Bell; photos: author.

Bekannte Vertreter dieser Gruppe sind die Hallimasche *Armillaria* spp. (Abb. 10A), die insbesondere im Spätherbst riesige Kolonien auf Baumstümpfen bilden können. Sie sind aggressive Parasiten, die lebende Bäume befallen, sie schnell

zum Absterben bringen und insbesondere in standortfremden Monokulturen erhebliche Schäden verursachen können. Fruchtkörper werden aber meist erst an schon abgestorbenen Bäumen gebildet. Kennzeichnend sind recht große, gelbbräunliche Fruchtkörper, Hüte mit ± feinen, abwischbaren Schüppchen, Stiele oft deutlich beringt, ohne abstehende Schuppen sowie ein einzigartig seifig-zusammenziehender Geschmack. Auffällig ist auch das weiße Sporenpulver der Gattung, das sich oft in großen Mengen auf den Hüten sammelt, so dass es schon im Feld beurteilt werden kann.

Die Hallimasche gelten in vielen europäischen Ländern als ausgezeichnete, ergiebige Speisepilze. Verwendet werden meist nur junge, noch halbkugelig geschlossene Hüte, da die Stiele eine holzig-zähe Konsistenz haben. Man muss aber beachten, dass *Armillaria*-Spezies roh in jedem Fall stark magen-darm-giftig sind, so dass ausreichendes Erhitzen obligatorisch sein sollte. In vielen Büchern wird auch vorheriges Abkochen empfohlen. Aber selbst ausreichend erhitzte Hallimasch-Mahlzeiten können bei einzelnen Essern zu Problemen führen, da die Quote an individuellen Unverträglichkeiten bei den Hallimaschen relativ hoch ist. Es ist also sinnvoll, zunächst mit einer kleineren Menge zu testen, ob man *Armillaria* verträgt oder nicht.

Ein klassischer Verwechslungspartner der Hallimasche ist der Sparrige Schüppling *Pholiota squarrosa* (Abb. 10B), der sich durch braunes Sporenpulver und die namensgebenden abstehenden Schuppen am ganzen Fruchtkörper eigentlich gut unterscheiden lässt. Er gilt als ungenießbar bis schwach giftig.

Ein weiterer ziemlich bekannter und häufiger Speisepilz, der büschelig an Holz wächst, ist das Stockschwämmchen *Kuehneromyces mutabilis* (Abb. 10C). Hier ist eine genaue Kenntnis der Merkmale aber unabdingbar, da es mit dem Gifthäubling *Galerina marginata* ss.l. (Abb. 10D) einen tödlich giftigen Doppelgänger gibt.

Beide Arten lassen sich wie folgt unterscheiden:

<u>Stockschwämmchen</u>	eher büschelig	Hüte meist stark hygrophan, d. h. zweifarbig gelbbraun	Geruch angenehm pilzartig	<b>Stiele unterhalb des Rings bräunlich schuppig</b>
<u>Gifthäubling</u>	eher gesellig	Hüte oft weniger hygrophan, oft einfarbig braun	Geruch oft gurkig-mehlig	<b>Stiele unterhalb des Rings weißlich faserig</b>

Formulierungen wie „oft“, „meist“ oder „eher“ verweisen darauf, dass eigentlich nur die Beschaffenheit der Stieloberfläche ein eindeutiges Unterscheidungsmerkmal ist (HAHN 2001).

Im Übrigen gilt, dass es eine ganze Reihe weiterer büschelig an Holz wachsender Arten gibt, die immer verglichen werden müssen, wenn man Stockschwämmchen sammeln möchte. So enthält etwa die Gattung der Schwefelköpfe *Hypholoma* essbare (Graublättriger Schw. *H. capnoides*), ungenießbare (Ziegelroter Schw. *H. lateritium*) und giftige Arten (Grünblättriger Schw. *H. fasciculare*), die nicht

nur untereinander verwechselt werden, sondern auch dem Stockschwämmchen oder dem Gifthäubling ähnlich sehen können.

## 4 Leistlinge

Eine kleine, für den Speisepilzsammler sehr interessante Gruppe sind die Leistlinge. Sie besitzen an der Hutunterseite keine Lamellen im eigentlichen Sinne, sondern eher  $\pm$  flache, runzelige, breite, entfernt stehende Strukturen, die sog. Leisten. Alle Leistlinge gelten als essbar, wobei insbesondere bei vielen seltenen Arten keine Erfahrungswerte vorliegen.

Bekanntester Vertreter ist der Echte Pfifferling oder Eierschwamm *Cantharellus cibarius*. Er ist im Rhein-Main-Gebiet höchstens noch ortshäufig, fehlt an vielen Stellen auch völlig. In manchen Jahren, zuletzt etwa 2017, taucht er dann aber doch wieder an Plätzen auf, an denen er über Jahre nicht zu finden war.

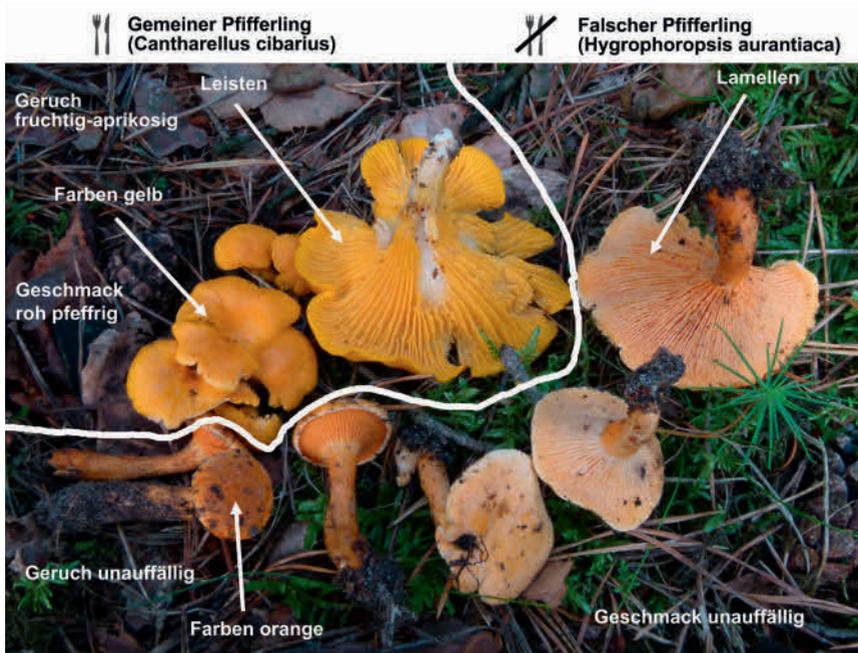


Abb. 11: Vergleich Pfifferling – Falscher Pfifferling; Foto: Verfasser.

Figure 11: Comparison Chanterelle – False chanterelle; photo: author.

In Pilzbüchern wird gerne vor einer Verwechslung mit dem Ölbaumtrichterling *Omphalotus olearius* ss.l. (Abb. 12B) gewarnt. Die in Deutschland ziemlich seltene, bei uns aber durchaus zerstreut vorkommende Art ist gut charakterisiert durch meist deutlich größere Fruchtkörper als beim Pfifferling. Weiterhin sind

die Farben beim Ölbaumpilz eher braun-orange als gelb, er wächst typischerweise büschelig an Holz (Pfifferling einzeln bis gesellig auf Erde), besitzt deutlich ausgeprägte Lamellen und keine Leisten sowie einen unauffälligen Geruch und Geschmack. Von daher sollten Vergiftungen mit dem stark magen-darm-giftigen Ölbaumpilz relativ leicht zu vermeiden sein.

Oft wird der Pfifferling hingegen mit dem Falschen Pfifferling *Hygrophoropsis aurantiaca* verwechselt, der – je nach Quelle – als essbar, aber minderwertig, ungenießbar oder schwach magen-darm-giftig eingestuft wird (FLAMMER 2014: 246). Abb. 11 fasst die wichtigsten Unterschiede der beiden Arten zusammen.

Eine andere Leistlingsart, die z. B. in den mittleren bis höheren Lagen des Taunus aspektbildend sein kann, ist der Trompetenpfifferling *Craterellus tubaeformis* (Abb. 12A+C). Er ist bei typischer Ausprägung eigentlich kaum zu verwechseln. Beim Absammeln von Massenvorkommen (Abb. 12A) sollte man aber immer auf andere braunhütige Arten (z. B. Schleierlinge *Cortinarius spp.* oder Rißpilze *Inocybe spp.*) achten, die zwischen den Trompetenpfifferlingen wachsen können.



Abbildung 12: A und C: Trompetenpfifferling, B: Ölbaumpilz; Fotos: Verfasser.

Figure 12: A and C: Trumpet chanterelle, B: Jack o' lantern; photos: author.

## 5 Weitere Arten

Neben den bisher vorgestellten Röhren- und Lamellenpilzen gibt es auch noch einige Speisepilzarten, deren Fruchtkörpermerkmale so bemerkenswert sind, dass sie sich kaum verwechseln lassen. Doch selbst hier gilt wieder: Nur eine gründliche Beobachtung aller Merkmale sichert eine Bestimmung. Denn letztlich ist alles mit allem verwechselbar!

So sollte ein so ungewöhnlich geformter Pilz wie die Krause Glucke *Sparassis crispa* (Abb. 13B) eigentlich höchstens mit der eng verwandten, minderwertigen und im Rhein-Main-Gebiet nicht vorkommenden Breitblättrigen Glucke *Sparassis brevipes* verwechselt werden können.



Abbildung 13: A: Semmelstoppelpilz, B: Krause Glucke, C: Herbsttrompete, D: Giftflorchel; Fotos: Verfasser.

Figure 13: A: Wood hedgehog, B: Wood cauliflower, C: Horn of plenty, D: Brain mushroom; photos: author.

Ähnlich unverwechselbar sind die Semmelstoppelpilze *Hydnum* spp. (Abb. 13A), die jung hervorragende Speisepilze sind, im Alter aber bitter werden. Sie besitzen an der Hutunterseite weder Röhren noch Lamellen oder Leisten, sondern Stacheln. Es gibt zwar einige Stachelpilze, aber nur die Semmelstoppelpilze

haben gelbliche, rötliche oder orangene Fruchtkörperfarben. Durch ihre oft gelben, charakteristisch „unrunden“ Hüte hält man Semmelstoppelpilze von oben zunächst oft für Pfifferlinge.

Schließlich sei hier noch die Herbst- oder Totentrompete *Craterellus cornucopioides* (Abb. 13C) genannt, ein eher unscheinbarer grauer bis schwarzer Pilz aus der Pfifferlingsverwandtschaft. Die Herbsttrompete mit ihrer fast glatten bis runzeligen Außenseite bevorzugt Buchenwälder auf besseren Böden und ist bei uns nur mancherorts häufig. Vor allem getrocknet und wieder aufgeweicht ist sie ein ausgezeichneter, würziger Speisepilz.

Alle bisher besprochenen Pilzarten wachsen im Wesentlichen im Sommer und Herbst, also in der „klassischen“ Pilzzeit. Es gibt aber auch wertvolle Speisepilze, die ihre Haupterscheinungszeit im Winter oder Frühjahr haben.

Typische Frühjahrspilze sind etwa die verschiedenen Morchelarten, die allesamt geschätzte Speisepilze sind. Beispielhaft sei hier die Speisemorchel *Morchella esculenta* agg. vorgestellt, die mittlerweile in viele Kleinarten aufgeteilt wurde, deren morphologische Bestimmung aber noch weiter zu klären ist (KELLNER et al. 2005). Kennzeichnend ist die Untergliederung in einen weißlichen bis cremefarbenen Stielbereich und einen wabenartig gekammerten Hut. Die Farben sind sehr variabel, von hellem Creme über Gelblich und verschiedene Brauntöne bis hin zu fast Schwarz ist alles möglich. Bevorzugte Standorte der Speisemorchel finden sich vor allem in naturbelassenen Auwäldern bei Eschen, aber auch unter Apfelbäumen auf Streuobstwiesen. Im Gegensatz zu einer anderen Morchel, der Spitzmorchel *Morchella elata* agg. (auch hier ist nach molekularbiologischen Untersuchungen die genaue Abgrenzung verschiedener Klein- oder Unterarten noch nicht klar, vgl. etwa LOIZIDES 2017), erscheint *Morchella esculenta* nur selten auf Rindenmulch. Die Spitzmorchel ist durch ihre Vorliebe für zerkleinertes Holz- und Rindenmaterial mittlerweile zu einem sehr häufigen Pilz in unseren Siedlungen geworden. Es lohnt sich also, ab Mitte März den Blick auch einmal



Abbildung 14: A: Speisemorchel, B: Spitzmorchel; Fotos: Verfasser.

Figure 14: A: Yellow morel, B: Black morel; photos: author.

auf frisch gemulchte Vorgärten oder Supermarktparkplätze zu richten. Dort erscheinen die Spitzmorcheln dann aber meist nur ein Jahr, so dass man im nächsten Frühjahr wieder nach neuen Plätzen Ausschau halten muss.

Auch bei den Morcheln und selbst bei Funden auf Rindenmulch gilt es mit der Giftflorchel *Gyromitra esculenta* (Abb. 13D) einen stark giftigen Doppelgänger im Auge zu behalten. Deren Hüte sind freilich nicht wabenartig gekammert, sondern gehirnartig gewunden. Außerdem ist die Ökologie meist eine andere: Giftflorcheln bevorzugen arme, sandige Böden bei Kiefern, kommen aber selten auch auf Mulch vor.

## 6 Schlussbetrachtung

Es versteht sich, dass hier nur ein ganz kursorischer Überblick über die im Rhein-Main-Gebiet vorkommenden Speise- und Giftpilze gegeben werden konnte. Allein ein Blick in populäre Pilzbilderbücher zeigt, wie groß die Zahl der in Frage kommenden Arten ist. GERHARDT (1997) führt etwa 316 Speise- und 103 Giftpilzarten auf, bei LAUX (2001) sind es 248 bzw. 111 Arten. Selbst manch häufige und bekannte Art musste aus Platzgründen ausgelassen werden, etwa der Parasolpilz *Macrolepiota procera*, der Violette Rötleritterling *Lepista nuda* oder der Austernpilz *Pleurotus ostreatus*. Wer diese und mehr Arten kennenlernen oder einfach mehr über Pilze erfahren möchte, sollte sich über möglichst viele verschiedene Kanäle weiterbilden. Unverzichtbar sind nach wie vor gute Pilzbücher; das Angebot an Literatur für Einsteiger ist freilich kaum überschaubar und wächst von Jahr zu Jahr. Empfehlenswert sind u. a. GMINDER (2018), LÜDER (2018) oder PÄTZOLD & LAUX (2015). Aber auch im Internet findet sich eine Vielzahl an hervorragenden Angeboten zum Thema Pilze. Daneben sollte man versuchen, sich von Kennern wichtige Merkmale und Arten direkt vor Ort im Wald erklären zu lassen. Auf der Homepage der Deutschen Gesellschaft für Mykologie ([www.dgfm-ev.de](http://www.dgfm-ev.de)) gibt es z. B. eine Liste mit geprüften Pilzsachverständigen, von denen viele auch geführte Wanderungen oder Kurse anbieten. Diese Pilzberater sind auch die ersten Ansprechpartner bei einer unsicheren Bestimmung. Nur ein mit völliger Sicherheit erkannter Pilz sollte auch gegessen werden; ansonsten muss ein Pilzsachverständiger hinzugezogen werden.

## 7 Literatur

- BRAEUER, S., GOESSLER, W., KAMENÍK, J., KONVALINKOVÁ, T., ŽIGOVÁ, A. & BOROVIČKA, J. (2018): Arsenic hyperaccumulation and speciation in the edible ink stain bolete (*Cyanobolus pulverulentus*) – Food Chemistry **242(1)**: 225-231; Amsterdam.
- FLAMMER, R. (2014): Giftpilze. Pilzvergiftungen. Nachschlagewerk für Ärzte, Apotheker, Biologen, Mykologen, Pilzexperten und Pilzsammler. – 320 S.; Aarau (AT Verlag).

- GERHARDT, E. (1997): Der große BLV Pilzführer für unterwegs. – 718 S.; München (BLV).
- GMINDER, A. (2018): Handbuch für Pilzsammler, 3. Aufl. – 400 S.; Stuttgart (Kosmos).
- HAHN, C. (2001): Der Gifthäubling, *Galerina marginata*, tödlich giftig und doch häufig verkannt? – Der Tintling **26**: 26-31; Schmelz.
- HAHN, C. (2015): Zur Taxonomie und Geschichte der Gattung *Boletus*. – Mykologia Bavaria **16**: 13-45; Gilching
- HILLRICHS, H.H. (2000): Kleine Philosophie der Passionen: Pilze sammeln. – 115 S.; München (dtv).
- KELLNER, H., RENKER, C. & BUSCOT F. (2005): Species diversity within the *Morchella esculenta* group (Ascomycota: Morchellaceae) in Germany and France. – Organisms Diversity & Evolution **5**(2): 101-107; Amsterdam.
- LAUX, H.E. (2001): Der große Kosmos Pilzführer. Alle Speisepilze mit ihren giftigen Doppelgängern. – 718 S.; Stuttgart (Kosmos).
- LOIZIDES, M. (2017): Morels – the story so far. – Field Mycology **18**(2): 42-53; Amsterdam.
- LÜDER, R. (2018): Grundkurs Pilzbestimmung. Eine Praxisanleitung für Anfänger und Fortgeschrittene, 5. Aufl. – 480 S.; Wiebelsheim (Quelle & Meyer).
- MONTAG, K. (2015): Cook mal Pilze! – 688 S.; Schmelz (Der Tintling).
- PARRA SÁNCHEZ, L.A. (2008): Agaricus. Allopsalliota. Parte 1 – 824 S.; Alassio (Edizioni Candusso).
- PÄTZOLD, W. & LAUX, H.E. (2015): 1 mal 1 des Pilzesammelns, 5. Aufl. – 320 S.; Stuttgart (Kosmos).

DR. THOMAS LEHR  
 Thüringer Weg 41  
 65719 Hofheim am Taunus  
 Email: [info@pilzkurserheinmain.de](mailto:info@pilzkurserheinmain.de)  
[www.facebook.com/pilzkurserheinmain](https://www.facebook.com/pilzkurserheinmain)

Eingang des Manuskripts: 14. August 2019

# Zur Entwicklung der Bestandessituation von *Andrena decipiens* Schenck 1861 in Deutschland mit einem Wiederfund von *A. decipiens* und *A. flavilabris* Schenck 1874 in Hessen (Hymenoptera Apidae)

STEFAN TISCHENDORF & ARNO SCHANOWSKI

Wildbienen, *Andrena decipiens*, Ausbreitung, Klima, Damm, Syntypen

**Kurzfassung:** Für die Wildbiene *Andrena decipiens* Schenck 1861 ist in Deutschland ab etwa 1960 ein sehr starker Rückgang zu verzeichnen. Um 1970 war sie in der Oberrheinebene ganz verschwunden. Nach nun etwa 50 Jahren ist sie derzeit dabei, ihr altes Verbreitungsgebiet in Rheinland-Pfalz und Hessen wieder zu besiedeln. In der vorliegenden Arbeit wird über Neufunde der Art im Bundesland Hessen berichtet. Die Richtung, aus der die Wiederbesiedlung erfolgt ist, wird diskutiert. Es werden Gründe genannt, warum die Ausbreitung vermutlich aus dem Südwesten her von Frankreich oder Luxemburg ausgegangen sein könnte. Für die weitere Etablierung der Art im Süden Deutschlands scheint der Hochwasserdamm eine wichtige Rolle zu spielen. Ursache der aktuellen Expansion sind vermutlich klimatische Gründe.

Ergänzend wird auf aktuelle Nachweise der bislang aus Hessen nicht bekannten und *A. decipiens* nahestehenden Art *Andrena flavilabris* Schenck 1874 hingewiesen. Belege beider Arten in der Sammlung Schenck im Senckenberg Naturmuseum Frankfurt wurden ausfindig gemacht und als Syntypen gekennzeichnet.

## Evaluation of the population of *Andrena decipiens* Schenck 1861 in Germany with new records of *A. decipiens* and *A. flavilabris* Schenck 1874 in Hesse (Hymenoptera Apidae)

Wildbees, *Andrena decipiens*, expansion, climate, dikes, syntyps

**Abstract:** From 1960 on, a great decline of the mining bee *Andrena decipiens* Schenck 1861 was observed in Germany, which ultimately resulted in the extinction of this species in the Upper Rhine Plain in the 1970's. After nearly 50 years, the species is currently on the rebound in its former distribution area. In this paper, we report records of the species in Hesse and Rhineland-Palatinate. The spatial direction of the repopulation is discussed. Reasons are given why the expansion has its starting point in the western part of Germany, likely coming from Luxemburg or France. For the spreading of the species in southwest Germany the dikes of the river Rhine have an important function. Changes in climate are considered as a possible cause.

Furthermore, we report the first records of *Andrena flavilabris* in Hesse. Type material of both species was located in the collection of Schenck in the Senckenberg Natural History Museum in Frankfurt, and properly labelled as such.

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	148
2	Bestandessituation in Deutschland bis etwa 1965 .....	149
3	Bestandessituation in Deutschland von 1965 bis etwa 2000 .....	151
4	Bestandessituation in Deutschland von 2000 bis 2013 .....	152

5	Wiederbesiedlung der Nördlichen Oberrheinebene ab 2013 .....	152
6	Diskussion .....	154
7	Anmerkungen zu <i>Andrena flavilabris</i> Schenck 1874 .....	156
8	Ausblick .....	157
9	Danksagung .....	157
10	Literatur .....	157

## 1 Einleitung

Bis in die jüngste Zeit bestanden Unklarheiten hinsichtlich des Artstatus von *Andrena decipiens* Schenck 1861 und *Andrena flavilabris* Schenck 1874. Lange Zeit wurde angenommen, dass es sich bei *Andrena decipiens* um die zweite Generation von *Andrena flavilabris* handle. MANDERY et al. (2008) konnten mithilfe genetischer Untersuchungen zeigen, dass es sich um zwei Arten handelt. Während sich die Weibchen beider Arten morphologisch sehr ähnlich sind, sind die Männchen meist schon ohne Binokular beiden Arten zuzuordnen. Augenfälliges Unterscheidungsmerkmal bei den Männchen sind die hellgelben Seitenflecken im Gesicht von *A. decipiens* (vgl. Abb. 1), hingegen ist die helle Färbung bei *A. flavilabris* auf den Clypeus beschränkt (MANDERY et al. 2008). Eine Unterscheidung beider Arten ist zudem durch ihre Phänologie möglich. Während *Andrena decipiens* nur im Hochsommer gefunden wurde, beschränkt sich die Flugzeit von *Andrena flavilabris* auf das späte Frühjahr und endet etwa Mitte Juni.



Abbildung 1: Männchen von *Andrena decipiens* vom aktuellen Fundort Biebesheim (Hessen); Foto: Tischendorf.

Figure 1: Male of *Andrena decipiens* from the current finding place Biebesheim (Hesse); photo: Tischendorf.

Die Ergebnisse einer Pollenanalyse durch MANDERY et al. (2008) „zeigen für *Andrena decipiens* eine Polylektie mit weitgehender Konzentration auf zwei Familien (Apiaceae u. Fabaceae)“. Es wird aber auch Pollen aus anderen Pflanzenfamilien genutzt (z. B. Asteraceae, PROSI & SCHWENNINGER 2005). Gleichwohl

werden die meisten Weibchen (in Abhängigkeit von den Standortbedingungen) an *Eryngium* (Feldmannstreu) gefunden. Typische Lebensräume sind offene und blütenreiche Lebensräume mit trockenen Böden, wo die Art Nistmöglichkeiten in Bodenspalten findet (MANDERY et al. 2008). Oft handelt es sich um flachgründige Böden auf Muschelkalk und Gipskeuper in Südhanglage. Beide Arten waren in Deutschland schon immer recht selten und nur im Süden verbreitet, können aber an geeigneten Stellen auch häufiger auftreten. Bemerkenswert erscheint, dass sie manchmal an gleicher Stelle gefunden werden. Durch die Vermengung beider Arten über einen langen Zeitraum ist die Verbreitung von *Andrena decipiens* und *A. flavilabris* in Deutschland derzeit unklar. Infolge aktueller Funde von *Andrena decipiens* im Südwesten Deutschlands soll nachfolgend über die Populationsentwicklung in den letzten Jahrzehnten berichtet werden.

## 2 Bestandessituation in Deutschland bis etwa 1965

*Andrena decipiens* Schenck 1861 war bis etwa zur Mitte des 20. Jahrhunderts im Süden in Deutschlands an wärmebegünstigten Regionen in den Bundesländern Bayern (z. B. MANDERY 2001), Baden-Württemberg (z. B. WESTRICH 1983, 1990), Rheinland-Pfalz (WARNCKE 1986), Thüringen (BURGER 2011) und Hessen (WESTRICH 1990; TISCHENDORF et al. 2009) weit verbreitet, aber nur stellenweise häufig. Die bisherigen Hinweise zu ehemaligen Vorkommen in Hessen basieren noch nicht auf den inzwischen vorliegenden Erkenntnissen (MANDERY et al. 2008) zum taxonomischen Status. Um nach der erfolgten Trennung beider Arten die Verbreitung von *Andrena decipiens* in Hessen zu überprüfen, wurden vom Erstautor Belege gesichtet bzw. nach weiteren Belegen in Naturkundemuseen recherchiert. Unter anderem wurde auch die Sammlung Schenck im SMF begutachtet. Es fanden sich folgende drei nebeneinander steckende Belege:

1. doppelt gerandetes Etikett mit der Aufschrift *A. decipiens*, male (als Genuszeichen) (alles handschriftlich in Schencks Schrift),
2. unetikettiertes Männchen,
3. doppelt gerandetes Etikett mit der Aufschrift *A. decipiens* Sch., female (als Genuszeichen), Wiesbaden (alles handschriftlich in Schencks Schrift); ein weiteres gelbes Etikett trägt die Aufschrift „Wildbienenkataster“.

In der Beschreibung von SCHENCK (1861: 250) sind das Männchen und das Weibchen beschrieben worden, Fundorte sind nicht genannt. Höchstwahrscheinlich wurde das weibliche Tier aus Wiesbaden von Carl Ludwig Kirschbaum gesammelt, der in Wiesbaden und Mainz sammelte und mit Schenck in engem Austausch stand.

Alle oben aufgeführten Tiere sind als Syntypen anzusehen und wurden daher als solche gekennzeichnet (siehe Abb. 2).

Als Resultat ergeben sich die nachfolgenden Belege (Tab. 1) zum ehemaligen Vorkommen von *Andrena decipiens* in Hessen (vgl. Abb. 5).

Tabelle 1: Historische Belege von *Andrena decipiens* Schenck 1861 aus Hessen

Abkürzungen: SC = Adolph Schenck, FL = Hans-Joachim Flügel, MH = Mike Hermann. TI = Stefan Tischendorf, WA = Klaus Warncke, WO = Heinrich Wolf; NMOK = Naturkundemuseum Ottoneum Kassel, OÖLM = Biologiezentrum im Oberösterreichischen Landesmuseum Linz, HLMD = Landesmuseum Darmstadt, MWNK = Naturkundemuseum Wiesbaden, SMF = Senckenberg Naturmuseum.

Table 1: Historical specimens of *Andrena decipiens* Schenck 1861 from Hesse

Abbreviation: SC = Adolph Schenck, FL = Hans-Joachim Flügel, MH = Mike Hermann. TI = Stefan Tischendorf, WA = Klaus Warncke, WO = Heinrich Wolf; NMOK = Museum of Natural History Ottoneum Kassel, OÖLM = Upper Austrian Provincial Museum Linz, Biology Centre, HLMD = State Museum Darmstadt, MWNK = Museum of Natural History Wiesbaden, SMF = Senckenberg Natural History Museum.

Fundort	Datum	W	M	Sammler, Museum	det.
Wiesbaden	etwa 1861	1		leg. Kirschbaum?, SMF	SC, TI
Bensheim	23.07.1930	1		leg. Heldmann, HLMD	TI, MH
Wiesbaden	11.07.1934	1		leg. Boes, MWNH	TI
Gründau	08.08.1939	2		leg. Wolf, OÖLM	WO
Frankfurt am Main (OT Bergen)	01.08.1961		3	leg. Wolf, NMOK	WO, FL
Frankfurt am Main (OT Bergen)	01.08.1961		2	leg. Wolf, OÖLM	WO
Frankfurt am Main (OT Bergen)	05.08.1961		1	leg. Wolf, NMOK	WO, FL
Frankfurt am Main (OT Bergen)	05.08.1961	2	1	leg. Wolf, OÖLM	WO
Bischofsheim	19.08.1962	1		leg. Rebmann, SMF	RE, TI
Frankfurt am Main (OT Bergen)	15.07.1965			leg. Rebmann, SMF	Re, TI

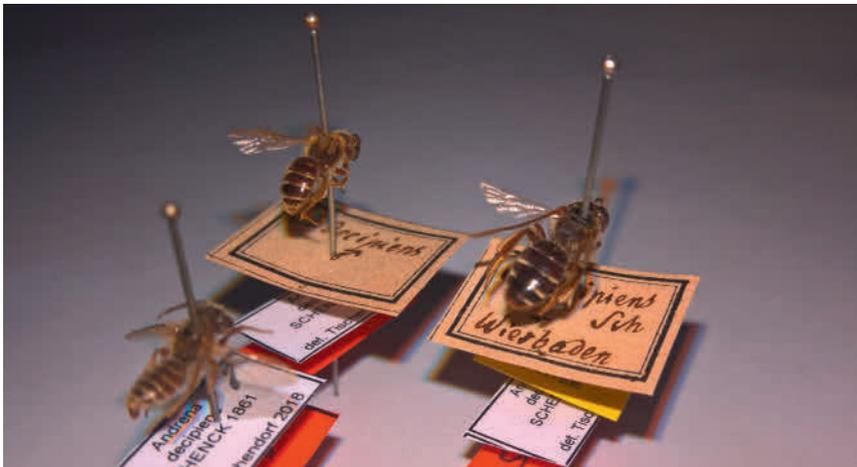


Abbildung 2: Syntypen von *Andrena decipiens* Schenck 1861 im SMF; Foto: Tischendorf.

Figure 2: Syntypes of *Andrena decipiens* Schenck 1861 in the Senckenberg Natural History Museum Frankfurt; photo: Tischendorf.

#### Nicht belegte Literaturangaben:

Für den nördlichen, außerhalb des Rhein-Main-Gebietes gelegenen Fundort Weilburg im Lahntal (vgl. Abb. 5), den als erstes BLÜTHGEN (1920) mit Verweis auf die Schenck'sche Beschreibung der Art einführt, fanden sich in der Sammlung Schenck keine Hinweise. Es folgt aber durchaus einer gewissen Logik, dass Schenck (der gehbehindert war und darum nur in Weilburg sammelte) Tiere aus seinem Heimatort nicht mit Fundetiketten versehen hat und das in der Sammlung Schenck vorhandene unetikettierte Sammlungsmaterial von *A. decipiens* vermutlich aus Weilburg stammt (Abb. 2). Auch zoogeographisch erscheint ein ehemaliges Vorkommen im Lahntal plausibel. Im SMF befindet sich zudem ein Männchen aus der Kollektion Roose mit Datum 28. Juli (vor 1884) mit Fundort „Frankfurter Weg“ (ohne nähere Ortsangaben). *Andrena decipiens* sensu lato wurde in Hessen außerdem noch ohne weitere Details von Rüsselsheim gemeldet (JAENNICKE 1867). Rüsselsheim liegt im Rhein-Main-Gebiet benachbart zu den aktuellen Funden. Der Verbleib der Sammlung Jaennicke ist nicht bekannt (TISCHENDORF et al. 2009).

Die Belege der Art zeugen demnach von einer bis zum Jahr 1965 in Hessen nur in der Nördlichen Oberrheinebene und in der Untermainebene verbreiteten, wärmeliebenden Art, die vermutlich schon immer recht selten war und nur an Wärmestandorten vorkam. Stellenweise trat sie in Hessen aber stetig in Erscheinung (Frankfurt Ortsteil Bergen).

### 3 Bestandessituation in Deutschland von 1965 bis etwa 2000

Wenngleich die bekannten Vorkommen nicht kontinuierlich begutachtet wurden, lässt sich recht zuverlässig schlussfolgern, dass *A. decipiens* erst nach 1960 starke Bestandseinbußen zu verzeichnen hatte. In einem engen Zeitfenster dokumentiert ist das Verschwinden in Hessen bei Frankfurt am Main im NSG „Am Berger Hang“ (Untermainebene). Dort fand Heinrich Wolf sie mehrfach im Jahr 1961 und Otto Rebmann noch im Jahr 1965 (vgl. Tab. 1). Später betont WOLF (1985), dass er sie in den Jahren 1982-1984 trotz gezielter Suche an gleicher Stelle nicht mehr finden konnte, wodurch das Aussterben auf die Jahre zwischen 1966 und 1982 eingegrenzt werden kann. Die letzten durch Belege dokumentierten Vorkommen in der Vorderpfalz (Nördliche Oberrheinebene) stammen aus dem Jahr 1959 (WARNCKE 1986). Auch diese Vorkommen konnten in den darauffolgenden 30 Jahren nicht mehr bestätigt werden (SCHMID-EGGER et al. 1995). Eine Untersuchung am Rheindamm bei Ingelheim (wo die Art aktuell gefunden wurde, siehe nachfolgend) erbrachte in den Jahren 1991 und 1992 keine Hinweise auf ein Vorkommen (HAUSER 1995), obwohl dort *Eryngium* intensiv abgesucht wurde (Hauser in litt.). Und auch bei Bensheim an Hessischen Bergstraße ergaben sich in den 1990er Jahren keine Hinweise mehr auf den Fortbestand der Art (TISCHENDORF 2000), obwohl sie dort ehemals vorkam (siehe Tab. 1).

WESTRICH (1983) berichtet, dass er die Art in den Jahren 1981 und 1982 bei Markgröningen (Baden-Württemberg) trotz gezielter Suche nicht finden konnte, obwohl sie dort in den 1930er Jahren individuenreich auftrat. Ebenso ergebnislos blieb die gezielte Nachsuche in den 1990er Jahren im angestammten Verbreitungsgebiet in der Südlichen Oberrheinebene und am Kaiserstuhl (PROSI & SCHWENNINGER 2005).

Individuenreiche Vorkommen auf trockenwarmen Muschelkalkhängen in Franken in den 1990er Jahren (vgl. MANDERY 2001; MANDERY et al. 2008) lassen hingegen vermuten, dass die Art in ihrem deutschen Hauptverbreitungsgebiet auch in dieser Zeit vorhanden war und in dieser Region dauerhaft überlebt hat.

#### **4 Bestandessituation in Deutschland von 2000 bis 2013**

Möglicherweise zeigen bereits mehrere Funde (vgl. PROSI & SCHWENNINGER 2005) ab dem Jahr 1999 im Main-Tauber-Kreis, im Grenzgebiet von Baden-Württemberg und Bayern gelegen, eine Populationszunahme an. Sie stammen von sonnenexponierten Magerrasen auf flachgründigen Muschelkalkböden. Diese „Wiederfunde“ in Baden-Württemberg stehen vermutlich im Zusammenhang mit der weiten Verbreitung der Art im benachbarten Franken (vgl. Abb. 5). Bemerkenswert erscheint zudem, dass die Art am 01.08.2005 bei Rottleben im Norden Thüringens in Form von zwei Weibchen auf einem Halbtrockenrasen nach fast 80 Jahren wiedergefunden wurde (BURGER 2011). Möglicherweise war auch hier die Art nie ganz verschwunden und es bestand ein dauerhaftes isoliertes Vorkommen.

In der Oberrheinebene der benachbarten Bundesländer Hessen und Rheinland-Pfalz blieb die Art dagegen weiterhin verschollen. Mehrere Exkursionen durch den Erstautor im Jahr 1999 und zusammen mit Dr. Ulrich Frommer im Jahr 2007 in das Naturschutzgebiet „Am Berger Hang“, wo die Art wie beschrieben in den 1960er Jahren häufiger vorkam, verliefen ergebnislos, obwohl *Eryngium* intensiv abgesucht wurde.

#### **5 Wiederbesiedlung der Nördlichen Oberrheinebene ab 2013**

Für viele wärmeliebende Insektenarten lässt sich seit etwa 1990 eine Neu- oder Wiederbesiedlung der Oberrheinebene feststellen. Dies gilt nun auch für *A. decipiens*, die nach Jahrzehnten der Abstinenz ihr ehemaliges Verbreitungsgebiet zurückerobert hat. So fand REDER (2016) im Jahr 2013 ein einzelnes Weibchen an *Eryngium* am linksrheinischen Monsheim in der Vorderpfalz (Abb. 5). Inzwischen gibt es weitere Nachweise von mehreren Stellen am Hochwasserdamm des Rheins, die in einem Fall auch individuenreich sind und nachfolgend geschildert werden.

Im August 2017 fiel dem Erstautor im Rahmen einer beauftragten Untersuchung des Rheinuferes auf dem benachbarten Hochwasserdamm (Sommerdamm) bei Biebesheim zufällig ein stattlicher Bestand an blühendem *Eryngium* (Abb. 3) auf. Dabei wurde ein Weibchen einer größeren *Andrena*-Art gesichtet. Da in diesem Moment kein Netz zur Hand war, konnte es nicht näher identifiziert werden. Biebesheim liegt etwa 25 km von Monsheim entfernt. Es lag daher die Vermutung nahe, dass es sich um *A. decipiens* handeln könnte. Die Fundstelle wurde im gleichen Jahr nicht mehr aufgesucht, weil die Pflanzen bereits am Verblühen waren und das Wetter sich ungünstig entwickelte. Bei der ersten Nachsuche am 7. Juli 2018 fanden sich am reich blühenden *Eryngium* mehrere Pollen sammelnde Weibchen von *A. decipiens* (Abb. 4). Die Determination vor Ort war möglich, da auch das durch die Gesichtszeichnung unverwechselbare (aber stark abgeflogene) Männchen gefunden wurde (siehe Abb. 1). Die darauf gestartete Suche im ehemals besiedelten Naturschutzgebiet „Am Berger Hang“ bei Frankfurt am Main durch den Erstautor verlief ergebnislos, ebenso wie an weiteren rechtsrheinischen *Eryngium*-Beständen bei Ginsheim-Gustavsburg und Flörsheim.



Abbildung 3: Habitat von *A. decipiens* am Rheindamm bei Biebesheim in Südhessen; Foto: Tischendorf, Juli 2018.

Figure 3: Habitat of *A. decipiens* at the dike of the river Rhine near Biebesheim; photo: Tischendorf, July 2018.

Wie sich erst einige Wochen später herausstellte, konnte *A. decipiens* aber nahezu zur gleichen Zeit wenige Kilometer weiter nördlich gefunden werden: Am 4. Juli 2018 fand der Zweitautor die Art am Rheindamm bei Trebur (Hessen) im Rahmen des Naturschutzprojektes „Lebensader Oberrhein – Naturvielfalt von nass bis trocken“ ([www.lebensader-oberrhein.de](http://www.lebensader-oberrhein.de)). Hier wurde wahrscheinlich *Medicago sativa* genutzt, da *Eryngium campestre* an dieser Stelle fehlt. Am 9. Juli wurde vom Zweitautor zudem ein Weibchen am reichlich vorhandenen *Eryngium campestre* nahe Ingelheim gefunden (Abb. 5, linksrheinisch, Rheinland-Pfalz).

## 6 Diskussion

Während die Art in Muschelkalkgebieten Frankens (und wohl auch in Thüringen) wohl nie verschwunden war, sind die Populationen in der Oberrheinebene mit hoher Wahrscheinlichkeit zwischen 1970 und 1980 ganz erloschen. Vermutlich infolge der überdurchschnittlichen Temperaturerhöhung seit etwa 1990 konnte sie nach 2010 in die Nördliche Oberrheinebene wieder einwandern und stellenweise stabile Populationen aufbauen. Ihre ehemalige Arealgrenze im Südwesten Deutschlands hat sie inzwischen nahezu wieder erreicht. Bemerkenswert erscheint ein Blick auf den möglichen Ursprung der Neubesiedlung.



Abbildung 4: Weibchen von *Andrena decipiens* am Fundort Biebesheim (Hessen) an *Eryngium* Pollen sammelnd; Foto: Tischendorf.

Figure 4: Female of *Andrena decipiens*, which is collecting pollen from *Eryngium* at the finding place Biebesheim (Hesse); photo: Tischendorf.

Nachweise aus der Südlichen Oberrheinebene und im Süden Deutschlands sind derzeit nicht bekannt. Vermutlich erfolgte die Wiederbesiedlung der Oberrheinebene auch nicht aus den Populationen im fränkischen Raum, denn trotz gezielter Suche im Jahr 2018 gelangen keine weiteren Nachweise an mehreren dem Erstautor bekannten *Eryngium*- Standorten im Süden Hessens (implizit im Naturschutzgebiet „Berger Hang“ bei Frankfurt in der Untermainebene). Im benachbarten Luxemburg ist sie jedoch nach 1990 zahlreich nachgewiesen worden ([www. www.atlashymenoptera.net](http://www.atlashymenoptera.net)). Der Ausgangspunkt der Wiederbesiedlung liegt daher möglicherweise im Südwesten Deutschlands (wie z. B. bei *Colletes hederæ* vgl. SCHMID-EGGER 1997; *Osmia mustelina* vgl. BURGER & KITT 2006, u. a.), ausgehend von Luxemburg, dem Saarland, dem Nahetal oder aus dem Nordosten

Frankreichs. Für diese These spricht auch der frühe Einzelfund im Jahr 2013 im gut untersuchten linksrheinischen Rheinland-Pfalz. Eine gezielte Überprüfung von geeigneten Stellen im Saarland, Moseltal und Nahetal könnte hierzu ggf. weitere Argumente liefern.

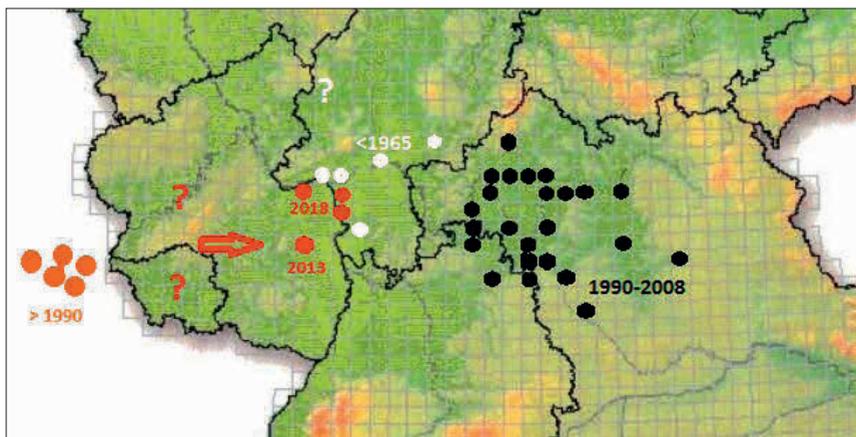


Abbildung 5: Nachweise von *Andrena decipiens* an der Arealgrenze in Deutschland. Funde vor 1990 sind nur in Hessen dargestellt.

Figure 5: Records of *Andrena decipiens* with its current northern most area in Germany. Records before 1990 are illustrated only in Hesse.

schwarz: isoliert liegende Nachweise von *Andrena decipiens* Schenck 1861 in Deutschland zwischen 1990 und 2008 in Thüringen und Bayern (entnommen aus MANDERY et al. 2008, PROSI & SCHWENNINGER 2005 und www.aculeata.eu).

orange: in Luxemburg gelegene Nachweise nach 1990 (angedeutet, entnommen aus www.atlashymenoptera.net).

rot: aktuelle Nachweise in der Nördlichen Oberrheinebene in Hessen und Rheinland-Pfalz gemäß der in dieser Arbeit aufgeführten Funde seit 2013. Diese neuen Vorkommen haben möglicherweise ihren Ursprung im Westen Deutschlands bzw. in Luxemburg und Frankreich.

weiß: historische Funde in Hessen (letzter Nachweis 1965). Der nördlichste Fund bei Weilburg im Lahntal ist nicht belegt („?“).

Der Rheindamm bietet für Wildbienen infolge des teils hohen Blütenreichtums und der Vernetzung mit Nistmöglichkeiten im Erdreich des Dammes einen besonders günstigen Lebensraum. Dies dürfte auch für *A. decipiens* eine große Rolle spielen. Nistmöglichkeiten und Blütenreichtum sind insbesondere beim Blick auf die benachbarten Monokulturen der intensiv bewirtschafteten Felder von hoher Bedeutung. Der nahezu durchgehende Verlauf über mehrere hundert Kilometer hinweg erleichtert dabei die Ausbreitung in der Oberrheinebene.

Eine beliebte Pollenquelle und Nektarquelle von *A. decipiens* ist *Eryngium campestre* (Feldmannstreu). Auf ihren Blüten sind Wildbienen gut sichtbar und lassen sich leicht nachweisen. Wuchsorte mit blühendem *Eryngium campestre* gibt es jedoch am südhessischen Rheindamm auf einer Strecke von etwa 60 km zwischen Lampfertheim und Wiesbaden nach Begutachtung durch den

Erstautor nur an drei bis vier kleinräumigen Abschnitten. Infolge ungeeigneter Mahd-Termine (Ende Juni) kommt die Pollenpflanze an anderen Wuchsorten des Rheindamms nach eigener Beobachtung nicht zur Blüte. Für die polylektische *A. decipiens* müssen daher am Rheindamm andere Pflanzen aus der Familie der Fabaceae (*Medicago*, *Trifolium*, *Vicia*, *Ononis* u.a.) und möglicherweise auch Pflanzenarten aus anderen Familien als Pollenquelle bedeutsam sein. Da die Art bevorzugt in besonders trockenen Böden nistet (oft in flachgründigen Hanglagen in Bodenspalten), dürften geeignete Nistplätze im Böschungsbereich des Sommerdamms jedoch einen mindestens ebenso großen Einfluss auf ihr Vorkommen ausüben wie die Pollenquellen.

Nicht berücksichtigt sind die auf [aculeata.eu](http://aculeata.eu) dargestellten Nachweise am Oberrhein bei Karlsruhe, da sie auf einer Fehleingabe beruhen (Prosi in litt.).

## 7 Anmerkungen zu *Andrena flavilabris* Schenck 1874

Bemerkenswert erscheint der im Rahmen des Naturschutzprojektes „Lebensader Oberrhein – Naturvielfalt von nass bis trocken“ ([www.lebensader-oberrhein.de](http://www.lebensader-oberrhein.de)) erbrachte Nachweis eines an *Medicago sativa* patrouillierenden Männchens von *Andrena flavilabris* am 7. Mai 2018 (leg. Schanowski). Bei der daraufhin gestarteten Nachsuche im Jahr 2019 fanden sich an *Brassica*-Beständen zahlreiche Weibchen, die Pollen sammelten (coll. Tischendorf). Dieses Vorkommen liegt wenige Kilometer südlich des Fundes von *Andrena decipiens* bei Trebur. Bemerkenswert erscheint, dass beide Arten auch im Hauptverbreitungsbereich in Franken an gleicher Stelle gefunden wurden (ENSLIN 1922).

Im Zuge der Recherche zu *Andrena decipiens* fand sich zudem ein historischer Beleg von *Andrena flavilabris* aus Hessen (1 Weibchen 20. Mai 1942 Flörsheim, leg. Hermann Hesse, det. Tischendorf, coll Biologiezentrum Linz). Auch dieser Fundort liegt in der Umgebung der Altfunde von *Andrena decipiens*.

Das Typenmaterial der von Schenck beschriebenen *Andrena flavilabris* befindet sich im SMF. Es wurde durch den Erstautor begutachtet. Die Etikettierung der einzigen beiden und nebeneinander steckenden Belege ist wie folgt:

*Andrena flavilabris* Schenck 1874:

1. Doppelt gerandetes Etikett mit der Aufschrift *flavilabris* Schenck, female (als Genuszeichen), olim *fallax*, Bamberg (alles handschriftlich in Schencks Schrift).
2. Doppelt gerandetes Etikett mit der Aufschrift *flavilabris* Sch., male (als Genuszeichen), (alles handschriftlich in Schencks Schrift).

In der Beschreibung von SCHENCK (1874: 170) sind das Männchen und das Weibchen beschrieben worden, nach Material von Bamberg gesammelt von Dr. Funk im Jahr 1864 (STÖCKHERT 1933). Daher handelt es sich bei beiden Tieren

zweifelsfrei um Syntypen. Ein entsprechendes Etikett wurde durch den Erstautor ergänzt.

## 8 Ausblick

Hinsichtlich der Eigenständigkeit beider Arten erscheint das zeitgleiche Auftreten von *Andrena decipiens* und *Andrena flavilabris* an fast identischer Stelle, noch dazu nach zuvor Jahrzehnte langer Abstinenz, sehr überraschend. Zusätzliche Untersuchungen, im Freiland und ggf. im Labor, sollten die taxonomische Situation der beiden sehr nahe verwandten Taxa nochmals beleuchten.

## 9 Danksagung

Ein ganz großer Dank gebührt Herrn Dr. Martin Hauser (Sacramento/ USA), der wertvolle Anregungen zum Manuskript beisteuerte und uns bei der Erstellung des Abstracts unterstützte. Wir danken außerdem Frau Patricia Peters (Senckenberg Naturmuseum Frankfurt), Frau Esther Ockermüller (Oberösterreichisches Landesmuseum Linz), Herrn Fritz Geller-Grimm (Naturhistorische Sammlungen im Museum Wiesbaden) und Herrn Peter Mansfeld (Naturkundemuseum Ottoneum Kassel) für Auskunft oder Einsicht in die dortigen Museumssammlungen. Herrn Rainer Prosi (Crailsheim) danken wir für ergänzende Informationen zur Verbreitungskarte auf [www.aculeata.eu](http://www.aculeata.eu).

## 10 Literatur

- BLÜTHGEN, P. (1920): Beiträge zur Kenntnis deutscher Bienen. – Stettiner Entomologische Zeitschrift, **81**: 29-42; Stettin.
- BURGER, F. (2011): Dritte Checkliste der Bienen (Hymenoptera: Apidae) Thüringens. – Check-Listen Thüringer Insekten, **19**: 5-60; Erfurt.
- BURGER, R. & KITT, M. (2006): Die Felsenmauerbiene *Osmia mustelina* (Gerstäcker, 1869) (Hymenoptera, Apidae) – Erstnachweis für die Pfalz und Wiederfund für Rheinland-Pfalz nach 55 Jahren. – POLLICHIA-Kurier, **22(2)**: 17-19; Neustadt.
- ENSLIN, E. (1922): Über Bienen und Wespen aus Nordbayern. – Archiv für Naturgeschichte, **88A**: 6, 233-248; Leipzig.
- HAUSER, M. (1995): Floristisch-faunistische Untersuchung am Rheindamm zwischen Mainz und Ingelheim und Vorschläge zu seiner Pflege III. Die Wildbienenfauna (Hymenoptera: Apoidea) des Rheindammes zwischen Mainz und Ingelheim, mit Beifängen von Stechimmen (Hymenoptera: Aculeata) und Schwebfliegen (Diptera: Syrphidae). – Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz, **7**: 345-375; Bad Dürkheim.
- JAENNICKE, F. (1867): Zur Hymenopterenfauna der Umgegend von Frankfurt a. M. – Berliner Entomologische Zeitschrift, **11**: 141-155; Berlin.

- MANDERY, K. (2001): Die Bienen und Wespen Frankens. – Bund Naturschutz Forschung, 5: 1-287; Nürnberg.
- MANDERY, K., KOSUCH, J. & SCHUBERTH, J. (2008): Untersuchungsergebnisse zum Artstatus von *Andrena decipiens* SCHENCK, 1861, *Andrena flavilabris* SCHENCK, 1874, ihrem gemeinsamen Brutparasiten *Nomada stigma* FABRICIUS, 1804 (Hymenoptera Apidae). – Nachrichtenblatt bayerischer Entomologen, 57(1/2): 30-41; München.
- PROSI, R. & SCHWENNINGER, H.R. (2005): Mittelungen des entomologischen Vereins Stuttgart, 40: 9-14; Stuttgart.
- REDER, G. (2016): Erst- und Wiederfunde von vier Wildbienenfunde in Rheinland-Pfalz (Hymenoptera Aculeata: Apidae). – Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz, 13(2): 505-514; Landau.
- SCHENCK, A. (1861): Die nassauischen Bienenarten. Revision und Ergänzung der früheren Bearbeitungen (Jahrbücher des Vereins für Naturkunde im Herzogthum Nassau, Heft VII, IX und X). – Jahrbücher des Vereins für Naturkunde im Herzogthum Nassau, 14: (1859): 1-414; Wiesbaden.
- SCHENCK, A. (1874): Aus der Bienenfauna Nassaus. – Berliner entomologische Zeitung, 18: 161-173, 337-347; Berlin.
- SCHMID-EGGER, C. (1997): Massenaufreten von *Colletes hederæ* SCHMIDT & WESTRICH. – BembiX, 9: 16-17; Bielefeld.
- STOECKHERT, F.K. (1933): Die Bienen Frankens (Hym. Apid.). – Beiheft Deutsche Entomologische Zeitschrift (Berlin), 1932: 1-294; Berlin.
- TISCHENDORF, S. (2000): Die Stechimmenfauna (Hymenoptera, Aculeata) an der Hessischen Bergstraße mit Hinweisen zum Vorkommen der Arten in Hessen. – Naturwissenschaftlicher Verein Darmstadt, Bericht N.F., 23: 81-137; Darmstadt.
- TISCHENDORF, S., FROMMER, U., FLÜGEL, H.-J., SCHMALZ, K.-H. & DOROW, W. (2009): Kommentierte Rote Liste der Bienen Hessens – Artenliste, Verbreitung, Gefährdung. – Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. – 152 S., Wiesbaden.
- WARNCHE, K. (1986): Beitrag zur Bienenfauna der Rheinpfalz. – Mitteilungen der Pollichia, 72 (1984): 287-304; Bad-Dürkheim.
- WESTRICH, P. (1983): Die Bienenfauna des Leudelsbachtals bei Markgröningen und ihre Veränderungen im Lauf von 50 Jahren (Hym., Apoidea). – Jahrbuch der Gesellschaft für Naturkunde in Württemberg, 138: 271-285; Stuttgart.
- WESTRICH, P. (1990): Die Wildbienen Baden-Württembergs. – 972 S.; Stuttgart (Verlag P. Ulmer).
- [www.aculeata.eu](http://www.aculeata.eu) (download am 31.08.2018).
- [www.atlashymenoptera.net](http://www.atlashymenoptera.net) (download am 04.09.2018).

STEFAN TISCHENDORF  
Karl-Marx-Straße 3  
64297 Darmstadt  
E-Mail: stefan.tischendorf@t-online.de

ARNO SCHANOWSKI  
Institut für Landschaftsökologie und Naturschutz  
Sandbachstraße 2  
77815 Bühl  
E-Mail: arno.schanowski@ilnbuehl.de

Manuskripteingang: 7. September 2019

# Entdeckungen von Kleinplaneten am Taunus-Observatorium

ERWIN SCHWAB

Kleinplaneten, Asteroiden, Taunus-Observatorium, Physikalischer Verein Frankfurt/Main

**K u r z f a s s u n g :** Die Hans-Ludwig-Neumann-Sternwarte am Standort Taunus-Observatorium wird vom Astronomischen Arbeitskreis des Physikalischen Vereins mit Sitz in Frankfurt am Main betrieben. Auf dem Gebiet der Kleinplaneten-Entdeckungen ist sie mit über 100 anerkannten Funden die erfolgreichste von einem Verein betriebene Sternwarte Deutschlands.

Die entdeckten Himmelskörper gehören fast alle zu den Hauptgürtel-Kleinplaneten. Einer gehört zur Gruppe der Marsbahnkreuzer. Vier Entdeckungen sind in Jupiter-Entfernung, sogenannte Jupiter-Trojaner, welche mit 5 bis 13 km Durchmesser die größten Funde am Taunus-Observatorium sind. Des Weiteren gelang die Entdeckung eines der seltenen gefährlichen erdnahen Asteroiden. Dieser sogenannte NEA (Near Earth Asteroid) erhielt die Bezeichnung 2009 DM45 und wurde sogar als potentiell gefährlicher Asteroid (potentially hazardous asteroid, PHA) eingestuft. Er war erst die 5. Entdeckung eines der Erde gefährlich nahe kommenden kleinen Planeten, die von einer deutschen Sternwarte gemacht wurde und ist seitdem auch die letzte.

Bisher haben 30 der neu gefundenen Himmelskörper einen Namen erhalten. Die Entdecker Stefan Karge, Rainer Kling, Erwin Schwab und Ute Zimmer hatten die Ehre, die Namensvorschläge einzureichen.

## Discoveries of minor planets at the Taunus Observatory

Minor planets, asteroids, Taunus observatory, Physical Society of Frankfurt/Main

**A b s t r a c t :** The Hans Ludwig Neumann Observatory at the location of Taunus Observatory is operated by the astronomical work group of the Physical Society established in Frankfurt am Main. In the field of minor planet discoveries it is the most successful observatory operated by an association in Germany with more than 100 accredited discovered objects.

Almost all of the discovered celestial bodies belong to the main belt minor planets. One belongs to the group of Mars crossing Asteroids. Four discoveries are in Jupiter distance, so-called Jupiter Trojans, which are the largest ones with 5 to 13 km in diameter, found at the Taunus Observatory. Furthermore, the Taunus Observatory succeeded in discovering one of the rare dangerous Near Earth Asteroids. The designation 2009 DM45 was given to this so-called NEA (Near Earth Asteroid) and it was classified as a potentially hazardous asteroid (PHA). It was the fifth discovery of a hazardous minor planet, which was made by an observatory in Germany and it is also the last one.

So far, 30 of the newly found celestial bodies got a name. The discoverers Stefan Karge, Rainer Kling, Erwin Schwab and Ute Zimmer had the honor to submit the naming proposals.

## Inhaltsverzeichnis

1	Definition und Vorkommen der Kleinplaneten .....	160
2	Nachweis der Kleinplaneten .....	161
3	Entdeckung von Kleinplaneten am Taunus-Observatorium .....	164

4	Erst- und Mehrfachentdeckung von Kleinplaneten .....	167
5	Die Kleinplaneten erhalten Namen .....	169
6	Literatur .....	170

## 1 Definition und Vorkommen der Kleinplaneten

Kleinplaneten sind Himmelskörper, die sich auf einer Umlaufbahn um die Sonne bewegen, aber die Kriterien zur Einstufung zum Großen Planeten (wie z. B. Jupiter, Erde, Mars usw.) nicht erfüllen (Abb. 1). Oftmals werden sie auch als Asteroiden oder Planetoiden bezeichnet. Als die ersten Kandidaten entdeckt wurden, nannte man sie zunächst auch einfach kleine Planeten.

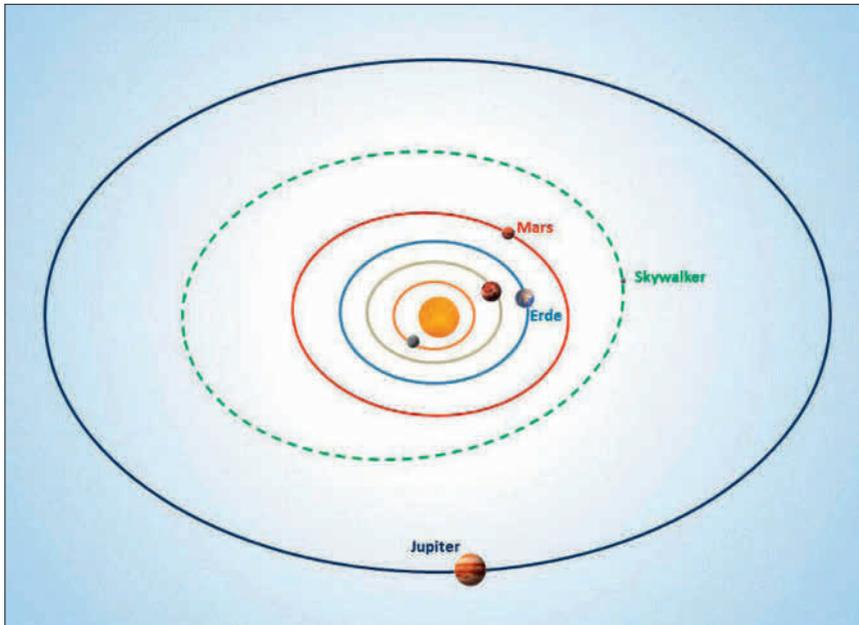


Abbildung 1: Das innere Sonnensystem. Als Beispiel dient die Bahn des Hauptgürtel-Kleinplaneten (274020) Skywalker, einer Entdeckung am Taunus-Observatorium. Er befand sich zum Zeitpunkt seiner Entdeckung am Oppositionspunkt; Bildautor: Erwin Schwab.

Figure 1: The inner solar system. As example is shown the orbit of the main belt minor planet (274020) Skywalker, a discovery of the Taunus Observatory. It was discovered at its opposition point; source: Erwin Schwab.

Heute wird angenommen, dass die Kleinplaneten eine Restpopulation aus der Entstehungsphase des Sonnensystems darstellen. Die Gravitation von Jupiter, dessen Masse am schnellsten zunahm, verhinderte die Entstehung eines größeren Planeten, und es bildete sich der sogenannte Kleinplaneten-Hauptgürtel zwischen Mars und Jupiter, eine Anhäufung vieler kleiner Planeten. Seit ein paar

Jahrzehnten werden auch Kleinplaneten jenseits der Neptunbahn entdeckt, die sogenannten transneptunischen, diese befinden sich im Kuipergürtel.

Außerdem gibt es noch Kleinplaneten, die der Erde sehr nahe kommen können. Diese bezeichnet man als Erdbahnkreuzer oder Near Earth Objects (NEOs). International werden sehr große Anstrengungen unternommen, vor allem diese gefährlichen Kleinplaneten zu entdecken und zu katalogisieren. Eine Kollision mit solch einem Himmelskörper von 10 km Durchmesser verursacht eine globale Katastrophe und führte am Ende der Kreidezeit vor ca. 66 Mio. Jahren vermutlich zum Aussterben der Dinosaurier. Träfe ein Asteroid mit 1 km Durchmesser auf Mitteleuropa, wäre Deutschland binnen Sekunden komplett verwüstet.



Abbildung 2: Einige der größten bekannten Transneptunischen Objekte (TNOs); Quelle: NASA.  
Figure 2: Some of the largest known Transneptunian Objects (TNOs); Source: NASA.

Der erste Kleinplanet, (1) Ceres, wurde bereits 1801 entdeckt und ist das größte Objekt im Kleinplaneten-Hauptgürtel mit fast 1000 km Durchmesser, gefolgt von (2) Pallas sowie (4) Vesta, beide mit um die 560 km Durchmesser.

Im Kuipergürtel gibt es neben dem früher als Großer Planet eingestuft Pluto mit 2400 km Durchmesser weitere Objekte vergleichbarer Größe (Abb. 2).

## 2 Nachweis der Kleinplaneten

Selbst mit den leistungsfähigsten erdgebundenen Teleskopen sind Oberflächenstrukturen nur bei den größten und nahen Kleinplaneten erkennbar. Erst durch

sehr nahe Vorbeiflüge von Raumsonden gelingt es, einen detaillierten Blick auf dessen Oberfläche zu werfen (Abb. 3).

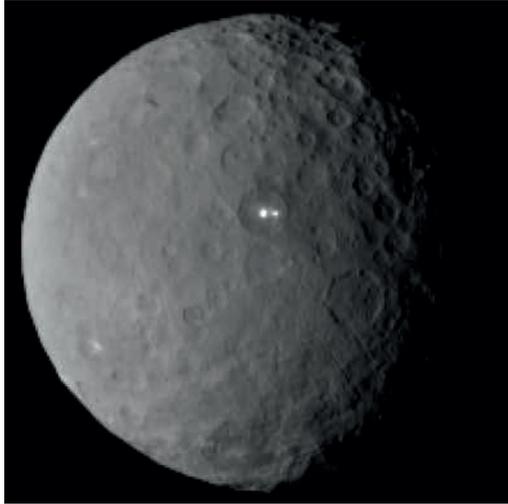


Abbildung 3: Kleinplanet Ceres, außerhalb der störenden Erdatmosphäre in einer Entfernung von 13600 km von der Raumsonde Dawn aufgenommen. Der weiße Fleck wird als gefrorenes Wasser unter Staub oder auch als helles Natriumkarbonat gedeutet. Ceres hat einen Winkeldurchmesser von nur 0,5 Bogensekunden und ist der Kleinplanet, der von der Erde aus gesehen am größten erscheint. Die Kleinplaneten des Hauptgürtels, die gegenwärtig entdeckt werden, haben einen Durchmesser von ca. 1 km und sind somit tausend Mal kleiner als Ceres; Quelle: NASA.

Figure 3: Minor Planet Ceres. The picture was photographed in a distance of 13600 km by the space probe Dawn, outside the disturbing earth atmosphere. The bright spot is interpreted as frozen water under dust or as sodium carbonate. Ceres has an angular diameter of only 0.5 arcseconds and is the minor planet that seems to be the greatest seen from Earth. The minor planets of the main belt, which are currently being discovered, are approximately 1 km in diameter, which is thousand times smaller than Ceres; source: NASA.

Von der Erde aus betrachtet erscheinen fast alle Kleinplaneten im Teleskop ebenso punktförmig wie Sterne. Sie können jedoch durch ihre Bewegung relativ zu den Sternen schnell erkannt werden. Deshalb fotografiert der Astronom mittels einer Digitalkamera ein Himmelsareal mehrmals in einer Nacht. Danach wird aus den Einzelaufnahmen unter Verwendung geeigneter Software ein Film erstellt, womit die Bewegung der Kleinplaneten relativ zu den Sternen sichtbar wird (Abb. 4). Findet man einen noch unbekanntem Kleinplaneten, müssen dessen Himmelskoordinaten ermittelt werden. Dafür verwendet man eine für die Astrometrie geeignete Software, die anhand von Referenzsternen die Position des Objektes in Himmelskoordinaten umrechnet. Je länger man das neue Objekt verfolgt, umso genauer kann dessen Bahn in die Zukunft extrapoliert werden.

Ein Kleinplanet befindet sich zeitweise von der Erde aus gesehen hinter der Sonne in der sogenannten Konjunktion. Dann steht er am Taghimmel und kann

somit nicht beobachtet werden. Erst wenn er sich am Nachthimmel befindet, wird er beobachtbar, am besten in der Nähe seiner Opposition. Zudem hat der Kleinplanet in der Opposition seinen geringsten Erdbstand erreicht und ist somit am hellsten, was die Wahrscheinlichkeit der Entdeckung stark erhöht.

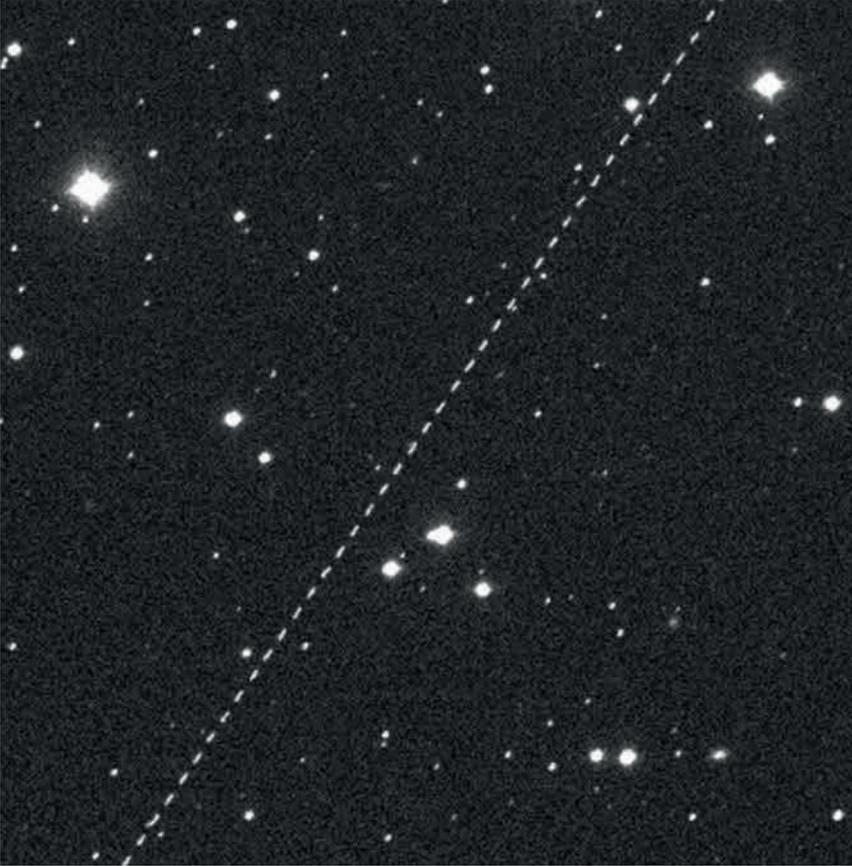


Abbildung 4: Erdnaher Kleinplanet 2004 XP14 am 3.7.2006 bei seiner Bewegung am Firmament. Addition aus 43 Einzelaufnahmen. Der Kleinplanet bildet sich hier bei jeder Einzelaufnahme bereits als kurzer Strich ab, ein Effekt hervorgerufen durch die Belichtungszeit und die Eigenbewegung des Objekts; Foto: Taunus-Observatorium / Erwin Schwab.

Figure 4: Near Earth Asteroid 2004 XP14 on 2006-07-03 moving across the sky. An addition of 43 single pictures. The minor planet is detected as short trail on each single picture, which is an effect of the exposure time and the moving speed of the object; photo: Taunus Observatory / Erwin Schwab.

Die Kleinplaneten, die gegenwärtig entdeckt werden, sind sehr lichtschwach, vergleichbar mit dem Schimmern einer Kerzenflamme (Abb. 5) gesehen aus 10.000 km Entfernung (der Durchmesser der Erde beträgt rund 12.000 km). In der Einheit der Astronomen entspricht dies der Helligkeit der 21. Magnitude.

Deshalb werden große Teleskope mit besonders leistungsfähigen Digitalkameras für eine erfolgreiche Jagd benötigt. Moderne Digitalkameras sind extrem sensitiv, so dass ein Mensch, der durch das gleiche Teleskop mit seinem Auge blickt, den schwachen Kleinplaneten gar nicht sieht. Von der Digitalkamera wird er registriert und steht dem Astronomen in digitaler Form bereit zur Auswertung.



Abbildung 5: Ein Himmelsobjekt mit nur 21. Magnitude Helligkeit entspricht dem Licht einer Kerzenflamme, gesehen aus ungefähr 10.000 km Entfernung; Bildautor: Erwin Schwab.

Figure 5: A celestial object which has only 21. magnitude in brightness corresponds to the light of a candle flame seen from about 10000 km distance; source: Erwin Schwab.

Weltweit schicken sowohl Berufsastronomen als auch Amateurastronomen ihre Positionsmessung von Kleinplaneten an das Minor Planet Center in den USA. Aufgrund der gleichwertigen Qualität der Messungen arbeiten Amateurastronomen auf Augenhöhe mit den Fachastronomen. Das Minor Planet Center (MPC) benötigt deren Beobachtungsergebnisse zur exakten Berechnung der Bahnen. Insbesondere bei den erdnahen Kleinplaneten dient dies der Vorhersagbarkeit einer eventuellen Kollisionsgefährdung der Erde. Die Messungen des Taunus-Observatoriums werden seit Juni 2006 an das Minor Planet Center übermittelt.

### 3 Entdeckung von Kleinplaneten am Taunus-Observatorium

Die Hans-Ludwig-Neumann-Sternwarte am Taunus-Observatorium wurde 1998 errichtet. Mit über 100 Kleinplaneten-Entdeckungen ist das Taunus-Observatorium die erfolgreichste von einem Verein geführte Sternwarte Deutschlands. Sie ist die Außensternwarte des Physikalischen Vereins, Frankfurt. Den Verein

selbst gibt es seit 1824. Auf der Vereinssternwarte im Frankfurter Stadtteil Bockenheim, neben dem Senckenberg-Museum, wird Öffentlichkeitsarbeit betrieben, während die Taunus-Sternwarte für die Beobachtungsaktivitäten der Vereinsmitglieder zur Verfügung steht.

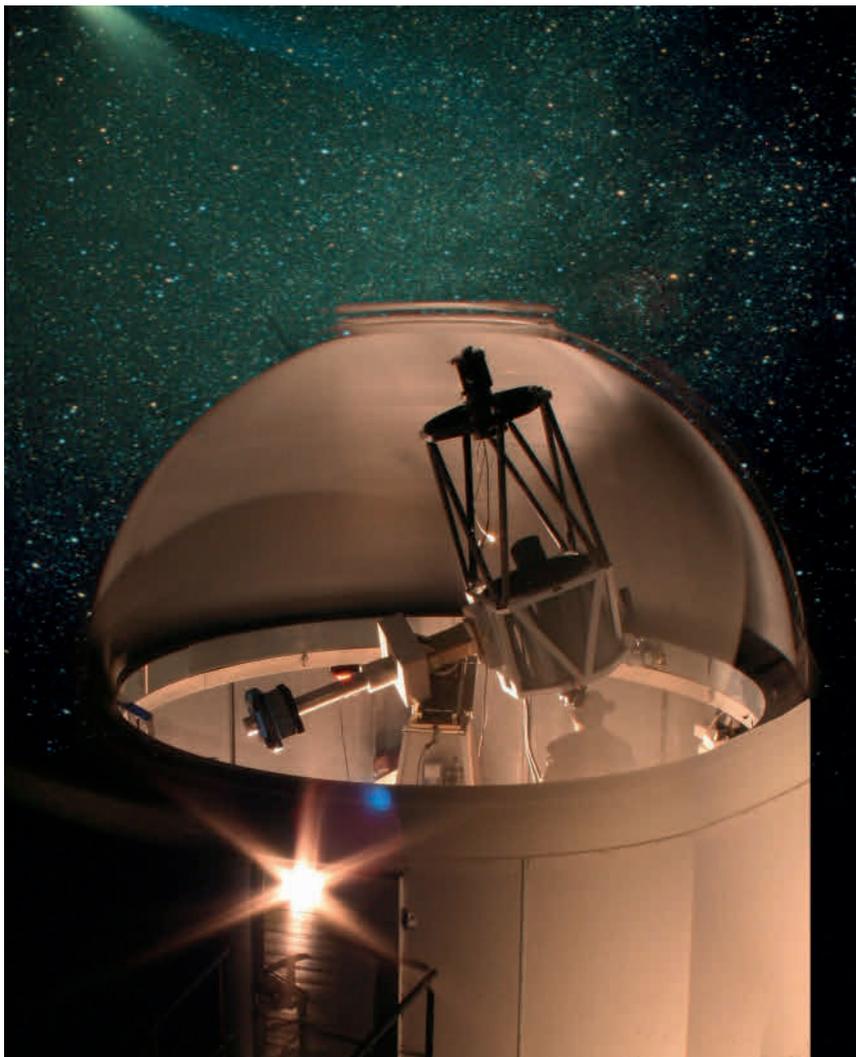


Abbildung 6: Kuppel und Teleskop des Taunus-Observatoriums. Am Cassegrain-Teleskop mit einem Spiegeldurchmesser von 60 Zentimeter wurden über 100 Kleinplaneten entdeckt; Foto: Erwin Schwab.

Figure 6: The dome and the telescope of the Taunus Observatory. More than 100 minor planets were discovered at the Cassegrain telescope which has a mirror diameter of 60 centimeters; photo: Erwin Schwab.



Abbildung 7: Rainer Kling (rechts) und Erwin Schwab, die Entdecker zahlreicher Kleinplaneten wie zum Beispiel Kleinplanet (204852) Frankfurt, (224831) Neeffisis und (207687) Senckenberg. Eine professionelle Digitalkamera ist im Primärfokus des Entdeckungsteleskops angeflanscht; Foto: Erwin Schwab.

Figure 7: Rainer Kling (right) and Erwin Schwab, the discoverers of numerous minor planets, such as (204852) Frankfurt, (224831) Neeffisis and (207687) Senckenberg. A professional digital camera is mounted at the primary focus of the discovery telescope; photo: Erwin Schwab.

Am 27.11.2006, 182 Jahre nach Gründung des Physikalischen Vereins, ist dem Autor zusammen mit Rainer Kling die erste Entdeckung eines Kleinplaneten am Taunus-Observatorium gelungen. Dieser Fund bekam am 26.9.2010 den Namen Neeffisis, eine Kombination aus Christian Ernst Neeff und der Göttin Isis. Christian Ernst Neeff war Mitgründer des Physikalischen Vereins und dessen Vorsitzender. Der Verein trägt in seinem Logo die Göttin Isis. Neeffisis war jedoch nicht der Erste, der einen Namen erhalten hatte. Eine unserer späteren Entdeckungen vom 15.9.2007 bekam bereits am 9.4.2009 den Namen Frankfurt zu Ehren der Heimatstadt des Vereins.

Am 14.11.2016 wurde dem Taunus-Observatorium die 100. Entdeckung endgültig anerkannt, seitdem kamen zwei weitere hinzu, die Anzahl summiert sich somit auf 102. Das Taunus-Observatorium ist die erste von einem Verein betriebene Sternwarte in Deutschland, die die 100er-Marke geknackt hat! (Abb. 6 u. 7). Deutschlandweit erfolgreicher waren bisher nur vier Observatorien: die Berufssternwarte Heidelberg-Königstuhl mit 825 Entdeckungen, Wolf Bickel auf seiner Privatsternwarte in der Nähe von Bergisch Gladbach mit respektablen 649 Entdeckungen sowie die zwei professionellen Observatorien Tautenburg mit 541 und Hamburg-Bergedorf mit 104 Funden. In Hessen gibt es noch eine weitere erfolgreiche Vereinssternwarte, die Starkenburg-Sternwarte Heppenheim, die bisher 55 Entdeckungen verbuchen konnte. An dieser Sternwarte hat der Autor bereits im Alter von 16 Jahren Kleinplaneten beobachtet.

Am 25.2.2009 gelang die Entdeckung eines der Erde gefährlich nahe kommenden Kleinplaneten. Das Objekt mit der vorläufigen Bezeichnung 2009 DM45 war die fünfte Entdeckung eines so genannten Potentially Hazardous Asteroid (PHA), die eine deutsche Sternwarte für sich verbuchen konnte, und es ist seitdem auch die letzte von deutschem Boden. Der Asteroid mit einem Durchmesser von ungefähr 150 Metern kam bei seinem Vorbeiflug der Erde bis auf 5,7-facher Mondentfernungen nahe. Für Februar 2023 ist wieder eine Erdannäherung berechnet worden. Dann wird er in einem sicheren Abstand von 50 Mio. km an der Erde vorbei sausen.

Die anderen Funde am Taunus-Observatorium gehören fast alle zum Kleinplaneten-Hauptgürtel. Einer gehört zur Gruppe der Marsbahnkreuzer. Vier Entdeckungen sind in Jupiter-Entfernung, sogenannte Jupiter-Trojaner, welche mit 5 bis 13 Kilometer Durchmesser auch unsere größten Funde sind.

Leider dauert es Jahre, manchmal sogar Jahrzehnte, bis der Entdecker eines Kleinplaneten endgültig festgelegt wird. Denn es ist nicht die Ausnahme, dass Kleinplaneten mehrmals entdeckt werden, sondern die Regel. Der Grund hierfür ist, dass es sehr viele Objekte gibt, deren Bahnen unzureichend bekannt sind. Oftmals können mutmaßliche Entdeckungen nur über einen sehr kurzen Zeitraum beobachtet werden. Die Folge ist dann ein ungenau ermittelter Orbit, und diese Ungenauigkeit wird immer größer, je weiter man in die Zukunft rechnet.

## 4 Erst- und Mehrfachentdeckung von Kleinplaneten

Befindet sich nun ein Kleinplanet an einer Stelle am Firmament, wo laut aktueller Kenntnis keiner sein dürfte, dann könnte es ein Neuling sein, es muss aber nicht. Es kann auch ein Kleinplanet sein, dessen Bahnelemente stark fehlerbehaftet sind und er sich deshalb weitab von seiner berechneten Position befindet. Dem mutmaßlich neuen Objekt wird eine vorläufige Bezeichnung gegeben, die sogenannte Designation, welche dem Finder nur als vorläufige Entdeckungsbestätigung dient.

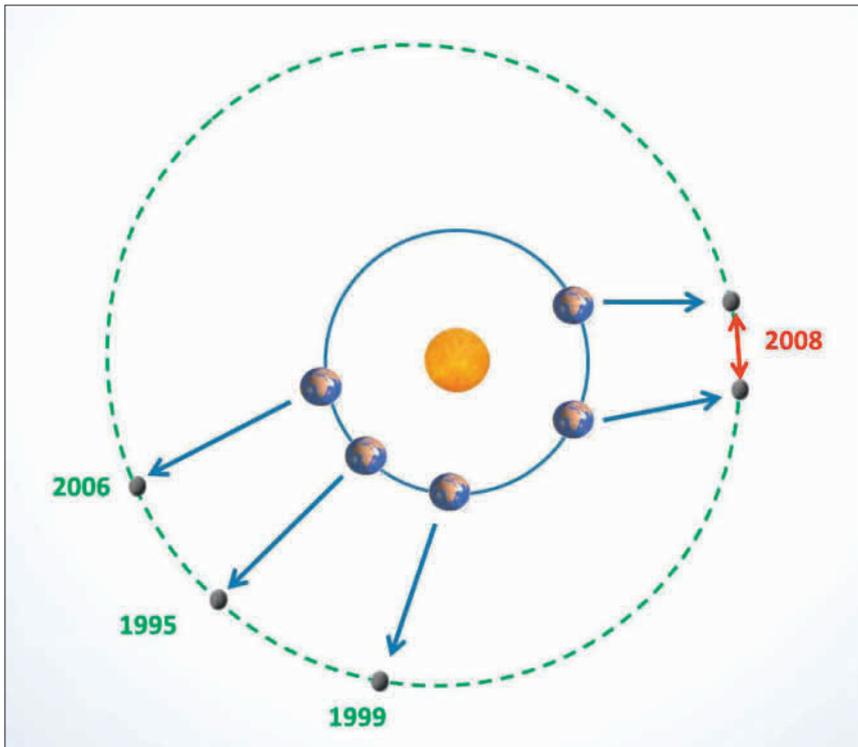


Abbildung 8: Sonnensystemansicht mit den Positionen eines Kleinplaneten und der Erde zum jeweiligen Oppositionszeitpunkt. Erst die Beobachtungen in der Opposition des Jahres 2008, die sich über einen langen Zeitraum von 2 Monaten erstreckten, brachten Klarheit, und die Identität mit den anderen Messungen aus den Jahren 1995, 1999 und 2006 konnte festgestellt werden; Bildautor: Erwin Schwab.

Figure 8: The Solar system view with the positions of a minor planet and the earth at the relevant opposition times. Only the observations in the opposition in 2008, which lasted over a long period of two months, brought clarity, and the identity with the other measurements from the years 1995, 1999 and 2006 could be determined; source: Erwin Schwab.

An folgendem Beispiel wird gezeigt, dass es viele Mehrfachentdeckungen geben kann. Es handelt sich um einen Kleinplaneten, der fünf Mal entdeckt wur-

de und folgende vorläufige Bezeichnungen bekam: 1995 UZ53, 1999 XL246, 2006 SR87, 2006 UP322 und 2008 EU7. In der Opposition 1995 wurde er nur an zwei Nächten und 1999 nur in einer Nacht beobachtet. Das sind jeweils viel zu geringe Zeitspannen, um zuverlässig eine Bahn berechnen zu können.

In der Opposition im Jahre 2006 wurde er gleich zweimal gesichtet, im September und Oktober. Es wurde jedoch nicht festgestellt, dass es sich dabei um das gleiche Objekt handelt, ebenso wegen der zu kurzen Zeitspannen der Beobachtungen. Erst die Entdeckung im Jahr 2008 brachte dann die Erkenntnis, dass es sich bei all diesen Messungen um den gleichen Kleinplaneten handelt – die Identität wurde gefunden. Denn die im Jahre 2008 eingereichten Messungen erstreckten sich über eine Zeitspanne von zwei Monaten, ausreichend für eine Bahnbestimmung, mit der man die Verbindung zu den anderen Beobachtungen herstellen konnte – die „missing links“ konnten verknüpft werden (Abb. 8).

Nachdem Identitäten zwischen mehreren Entdeckungen gefunden sind, kann es letztendlich aber nur einen einzigen endgültigen Entdecker geben! Es ist die Aufgabe des Minor Planet Centers, den endgültigen Entdecker nach einer bestimmten Regel festzulegen. Im gezeigten Beispiel bekam der Entdecker des 2008 EU7, also sogar die jüngste Sichtung, den Zuschlag. Die Entdecker der anderen vier vorläufigen Bezeichnungen 1995 UZ53, 1999 XL246, 2006 SR87 und 2006 UP322 hatten somit Pech gehabt. Ungewöhnlich ist eine fünfmalige Entdeckung nicht. Beim Kleinplanet (2675) Tolkien stellte man die Identitäten sogar erst nach der zwölften Entdeckung fest. Hat die berechnete Bahn letztendlich aufgrund vieler Messungen eine hohe Genauigkeit erreicht, erhält der Kleinplanet eine finale Nummer und der Astronom, der als endgültiger Entdecker festgelegt wurde, darf einen Namens-Vorschlag einreichen. Inzwischen liegt die Anzahl der Kleinplaneten mit gut bekannten Bahnelementen bei über 500.000.

## 5 Die Kleinplaneten erhalten Namen

Von den Entdeckungen am Taunus-Observatorium haben inzwischen 30 kleine Planeten einen Namen erhalten. Mitglieder sowie Gönner des Physikalischen Vereins wurden durch die Namensgebung folgender Kleinplaneten geehrt: (224831) Neefisis, (189398) Soemmerring, (243109) Hansludwig, (251595) Rudolfböttger, (207687) Senckenberg, (225250) Georgfranziska und (241136) Sandstede.

Nach Städten benannt wurden (204852) Frankfurt, (243440) Colonia, (256813) Marburg, (295565) Hannover, (266711) Tuttlingen, (281140) Trier, (207763) Oberursel und (367436) Siena. Die Kleinplaneten (293809) Zugspitze und (293909) Matterhorn erhielten die Namen von Gebirgen.

Der in Frankfurt geborene Nobelpreisträger Gerd Binnig durfte sich über (216390) Binnig freuen. (192220) Oicles und (221917) Opites sind die Namen von zwei unserer vier Jupiter-Trojaner, diese mussten nach Helden des Trojanischen Krieges benannt werden. (418532) Saruman und (378214) Sauron erhiel-

ten Namen der Bösewichte aus „Herr der Ringe“. (283142) Weena ist der Name der weiblichen Hauptfigur aus dem Roman „Die Zeitmaschine“. Wer begeistert ist von der satirischen deutschen Science Fiction-Serie „Jjon Tichy: Raumpilot“, durfte sich über die Benennung der Kleinplaneten (343000) Jjontichy und (343444) Halluzinelle freuen. Zu kurz kamen auch nicht die Freunde der Star Wars-Episoden mit den Benennungen (278141) Tatoonine, der Wüstenplanet, und (274020) Skywalker. Letzterer löste die größte Resonanz in der Presse aus und schaffte es bis in die Fernsehnachrichten.

Eine der größten Ehrungen, die ein Astronom erhalten kann, ist die Benennung eines Himmelskörpers. Von den vier Entdeckern am Taunus Observatorium – Rainer Kling, Erwin Schwab, Stefan Karge und Ute Zimmer – haben bisher drei diese Anerkennung erhalten: Die Kleinplaneten (185638) Erwinschwab und (185639) Rainerkling wurden am spanischen Observatorio de la Sagra entdeckt und der Kleinplanet (378917) Stefankarge am Tzec Maun Observatory in den USA. Bei den Kleinplanetenforschern ist es Tradition, dass niemand seine eigene Entdeckung nach sich selbst benennt, sondern man wird von anderen Observatorien mit dieser Auszeichnung für seine wissenschaftliche Arbeit honoriert.

## 6 Literatur

SCHWAB, E. (2016): Kleinplaneten-Entdeckungen in Deutschland. – 48 S., 85 Abb; Berlin (Neopubli Verlag).

ERWIN SCHWAB  
Westendstr. 8  
D-63329 Egelsbach  
e.schwab@gsi.de

Manuskripteingang: 2. April 2019

# **Bericht über den Nassauischen Verein für Naturkunde (NVN) im Jahr 2018 und sein 190. Geburtstag am 31. August 2019**

HELMUT ARNOLD

Unser Verein hat sich auch 2018 mit einem überaus qualifizierten Programm, bei leider sinkender Mitgliederzahl, aber guter Kassenlage insgesamt stabil gehalten.

## **Mitglieder**

Im Jahr 2018 sind verstorben:

Renate Bress

Dr. Hartmut Steppan

Wir werden Ihnen ein ehrendes Andenken bewahren.

Die Zahl der Mitglieder hat sich im Vorjahr wie folgt entwickelt:

Anzahl am 31.12.2017	285 Mitglieder
Eintritte	6
Austritte	6
verstorben	2
Anzahl am 31.12.2018	283 Mitglieder

Diesen Mitgliedern danken und gratulieren wir zu einem besonderen Jubiläum der Mitgliedschaft im Nassauischen Verein für Naturkunde:

25 Jahre	Irmgard Behrens-Haberney Michelle Karnauke Claus-Peter Grosse Dr. Siegfried Holtz
30 Jahre	Lotte Mohr Helga Stratemeyer
55 Jahre	Edda Krull Hildegard Lemberg
65 Jahre	Mechthild Caumanns Dr. Eberhard Kümmerle
70 Jahre	Heinrich Wolf

## **Vorstand**

Dem Vorstand gehörten 2018 Dr. H. Arnold, Dr. W. Ehmke, Dr. T. Reinhardt, Prof. Dr. B. Toussaint, H.-J. Freiling, R. Wandke und Dr. M. Weidenfeller an.

Beirätinnen/Beiräte waren Dr. A. B. Bimler-Rhodes, Dr. J. Bohatý, Dr. K. Emde, F. Geller-Grimm, Dr. D. Heidelberger, S. Kridlo, Dr. G. Radtke, Prof. Dr. K.-J. Sabel, W. Stroothenke und Dr. T. Willershäuser.

Der Vorstand traf sich sechsmal, davon dreimal mit den Beirätinnen/Beiräten, in der Regel in der Alten Bibliothek des Museums. Dabei wurde die bisherige Arbeit bewertet, die neuen Programme für Vorträge, Exkursionen und anstehende Publikationen beschlossen. Neue Mitglieder waren zudem aufzunehmen und die Kassenentwicklung zu beachten. Intensiv wurde die neue Homepage unterstützt, die inzwischen insgesamt erfolgreich betrieben wird.

Vorstands- und Beiratsmitglieder tauschten ferner mit Vertretern der Rheinisch Naturforschenden Gesellschaft und den „Freunden des Museums“ ihre Planungen aus, verabredeten weiteren Informationsaustausch und gemeinsame Veranstaltungen.

## **Publikationen**

### **Jahrbuch 139**

Das letztjährige Jahrbuch Band 139 belegt erneut die hohe fachliche Qualität unserer langjährigen Publikationsreihe. In neun wissenschaftlichen Abhandlungen wird aus der vielfältigen naturkundlichen Welt berichtet: Naturpädagogik in der Wiesbadener Fasanerie, paläontologische Denkmäler in den Dyckerhoff-Steinbrüchen Wiesbadens, Bergbauböden im Naturraum Schelder Wald, Aufforstungen und Wildkatze im Untertaunus sowie die Trilobiten-Fauna im Lahn-Dill-Gebiet. Das Sammlungsmaterial der Habichtskräuter (*Hieracium*) im Herbarium der Naturhistorischen Sammlungen des Museums und eine Dokumentation über die vergeblichen Anstrengungen v. Gernings 1810, seine Schmetterlings- und Käfersammlung an die Universität Göttingen zu verkaufen, sind weitere interessante Berichte. Von Gerning gab gegen eine Rente seine umfangreichen Sammlungen an das Herzogtum Nassau, das diese als Grundstock u. a. für die Gründung der Naturhistorischen Sammlungen nutzte.

Der Schriftentausch erfolgt weiterhin von der Hochschul- und Landesbibliothek (HLSB). Mittlerweile erhalten 190 Tauschpartner unser Jahrbuch zugesandt, von 154 erhält die HSLB „Gegengaben“. Die übrigen Tauschpartner schicken ihre Publikationen teilweise an den Verein, der diese dann in der Regel an die Bibliothek der Naturhistorischen Sammlungen im Museum Wiesbaden weitergibt.

Zunehmend werden die fachlichen Informationen von Vereinen oder Institutionen auf digitaler Basis zur Verfügung gestellt.

Das Jahrbuch Band 139 (2018) wird mit dem Erscheinen des Bandes 140 (2019) komplett auf unserer Homepage eingestellt werden. So ist zu hoffen, dass unsere Jahrbücher auch besser wahrgenommen werden.

## Mitteilungen

Die Mitteilungen 70 (vom Herbst 2018) beziehen sich vor allem auf Vereinsinterne, d. h. unsere Veranstaltungen, v. a. Exkursionen, enthalten Pressebeiträge und besonders naturkundlich erwähnenswerte Themen und Ereignisse des Jahres.

Die Mitteilungen sind direkt mit dem Erscheinen und vollständig auf unserer Homepage ([www.naturkunde-online.de](http://www.naturkunde-online.de)) veröffentlicht. Mitglieder, die noch keinen Internet-Zugang haben oder die Mitteilungen noch beim Lesen in der Hand halten möchten, erhalten diese weiterhin postalisch. Alle Mitglieder sind zu Beiträgen eingeladen; ein wissenschaftlicher Charakter ist ausdrücklich nicht erforderlich, wohl aber ein deutlich naturkundlicher Bezug!

## Sonderband 5

Mit der Gesellschaft zur Geschichte des Weines e. V. erinnern wir an den 200. Geburtstag unseres Ehrenmitgliedes Prof. Dr. Carl Remigius Fresenius (CRF): „Carl Remigius Fresenius (1818 – 1897) und sein Laboratorium“. Der Verfasser, Prof. Dr. Leo Gros, Chemiker und ein profunder Kenner des Weinbaus, würdigt mit diesem Sonderband den Werdegang von CRF und sein vielfältiges agrikulturchemisches Wirken. Besonders die Bedeutung des Weins als einen „Sitz in seinem Leben“ wird betont. Diese Publikation steht in enger Verbindung zur Kabinettsausstellung über CRF (23. 8. 2018 – 20. 1. 2019) sowie dem Vortrag von Leo Gros „C.R. Fresenius – Vom Gartenexperiment zum Chemiker mit Weltruf“ (11. 12. 2018) im Rahmen der monatlichen Vorträge.

## Haushalt

Aus der Buchhaltung ergeben sich für 2018 folgende Guthabenveränderungen:

Bestand am 31.12.2017	22.269,13 €
Bestand am 31.12.2018	18.248,19 €
Bestandsveränderung	-4.020,94 €

Die Ausgaben für Anschaffungen (vor allem für die neue Homepage mit über 4.000 €), Veranstaltungen und Druckkosten für Jahrbuch und Mitteilungen konnten nicht ausgeglichen werden. Neben den Mitgliedsbeiträgen und Spenden bilden die Buch- und DVD-Verkäufe einen großen Teil der Einnahmen.

Den Spendern und dem Kulturamt Wiesbaden sei besonders für ihre Unterstützung gedankt. Unser finanzieller Puffer ist allerdings stark genug, um weiterhin herausgehobene Aktivitäten durchführen zu können.

## Veranstaltungen

2018 fanden insgesamt 11 Vorträge sowie 11 Exkursionen bzw. Führungen statt. Das Programm, die Vorträge und Exkursionen wurden in Kooperation mit den Naturhistorischen Sammlungen vorbereitet und durchgeführt. Die Wiesbadener Vorträge wurden im Vortragssaal des Museums Wiesbaden gehalten und teilweise von den „Freunden des Museums“ unterstützt.

### Vorträge 2018

09. Jan. **Alfred Russel Wallace und Charles Darwin – Der Wettlauf um die Entdeckung der Evolutionstheorie**  
in Kooperation mit den „Freunden des Museums“  
Prof. Dr. Matthias Glaubrecht, Centrum für Naturkunde Hamburg
13. Feb. **Wie können wir eigentlich Energie speichern? – Eine kleine Einführung in die Möglichkeiten und Grenzen der Energiewandlung**  
Prof. Dr. Gerald Kunz, Techn. Hochschule Mittelhessen, Gießen
13. Mrz. **Vom Volksmund auf die Rote Liste? – Vogelarten als Bioindikatoren**  
Stefan Stübing, Hessische Gesellschaft für Ornithologie und Naturschutz, Echzell
10. Apr. **Wetterphänomene verstehen**  
Wolf-Rüdiger Wandke, Wiesbaden
08. Mai **Symbiose im Untergrund – Das erfolgreiche Zusammenleben von Pilzen und Pflanzen**  
Prof. Dr. Gerhard Kost, Philipps-Universität Marburg
12. Jun. **Giftpilze und Pilzgifte**  
Hermine Lotz-Winter, Johann Wolfgang Goethe Universität Frankfurt
14. Aug. **Flora der Eifel**  
Prof. Dr. Hermann Bothe, Köln
11. Sep. **Das große Artensterben vor 66 Millionen Jahren – Neue Forschungen in Mexiko**  
Dr. Patrick Zell, Universität Heidelberg
09. Okt. **Heil- und Mineralquellen von Taunus und Eifel**  
Prof. Dr. Georg Schwedt, Köln, mit Vorführung der Analysen von C.R. Fresenius
13. Nov. **Die Großtiere der Neuen Welt und das Ende der Eiszeit**  
Prof. Dr. Eberhard „Dino“ Frey, Naturkundemuseum Karlsruhe
11. Dez. **C. R. Fresenius – Vom Gartenhauserperiment zum Chemiker mit Weltruf**  
Prof. Dr. Leo Gros, Idstein

## Exkursionen 2018

08. Apr. **„Raus zu den Frühjahrsblühern im Park“ – eine botanische Exkursion im Biebricher Schlosspark**  
Dr. Wolfgang Ehmke, Taunusstein
- April **“Botanik 4U“ – Botanische Bestimmungsübungen für Anfänger/innen mit Smartphone/Tablet und Natur-App**  
Dr. Wolfgang Ehmke, Taunusstein
28. Apr. **Vogelkundliche Exkursion durch das Laubenheimer Ried**  
Matthias Sacher, Wiesbaden
02. Mai **Flora und Vogelwelt bei Lorch**  
Gemeinsame Exkursion von BUND und Nassauischem Verein für Naturkunde  
Dr. Norbert Doerr, Stefan Büchel und Matthias Sacher, Wiesbaden
19. Mai **Botanische Exkursion zu den Orchideen im Goldsteintal bei Wiesbaden-Rambach**  
Dr. Wolfgang Ehmke, Taunusstein  
in Verbindung mit der Orchideenaustellung im Museum Wiesbaden
09. Jun. **Die Wiesbaden-Formation und die Mosbachsande im Dyckerhoff-Steinbruch in Wiesbaden – eine Exkursion für Erwachsene und Kinder**  
Dr. Gudrun Radtke, Dr. Jan Bohatý und Rüdiger Wandke, Wiesbaden
23. Jun. **“Landwirtschaft vor Ort“ – Eine geführte Radtour**  
Dr. Tilly Reinhardt, Wiesbaden
15. Aug. **Thermalquellenführung Wiesbaden**  
Dr. Geog Mittelbach, Taunusstein
25. Aug. **Rheinhessen – Von Austern und Wildbienen**  
Gemeinsame Exkursion des Nassauischen Vereins für Naturkunde und der Rheinischen Naturforschenden Gesellschaft  
Hans-Jürgen Dechent und Alex Streb, Mainz
29. Sep. **Geologie und Böden des Kapellen-Bergs bei Hofheim a. Ts.**  
Dr. Gudrun Radtke, Wiesbaden, und Prof. Dr. Karl-Josef Sabel, Hofheim a. Ts.
06. Okt. **Naturkundetag 2018**  
Landesgartenschau in Bad Schwalbach  
BM Martin Hußmann, Dr. Rainer Dambeck, Andreas Wennemann, Michael Falk und Dr. Wolfgang Ehmke

Vorträge und Exkursionen wurden zumeist gut besucht und hatten eine durchweg hohe Qualität. Allen Mitwirkenden sei gedankt.

## **Natur unter der Lupe/Naturpädagogik**

Dieser Workshop für Kinder von 8–12 Jahren zu Themen aus Geologie, Mineralogie und Biologie wurde vom Nassauischen Verein für Naturkunde (Herr Wandke und Frau Stroothenke) in Zusammenarbeit mit den Naturhistorischen Sammlungen und der Museumspädagogik des Museums veranstaltet. Er fand jeweils sonntags von 10:30 bis 13:00 Uhr in den Räumen der Museumspädagogik statt. Der Eintritt war frei; die Materialkosten betragen in der Regel € 5,00.

Die Workshops 2018 hatten u. a. diese Themen: Herstellen von Bernstein-Anhängern, Goldwaschen im Rhein, Bau von Pflanzenpressen. Die Kurse waren meistens ausgebucht und sollen fortgeführt werden.

## **Jahrestreffen der Vereinsmitglieder/Grillfest**

Am Samstag, 29. Juli 2018, fand unser inzwischen traditionelles Treffen an/in der Kamphütte in der Nähe der Fasanerie statt. Versorgung und Stimmung waren bestens; die Teilnehmerzahl hätte aber höher sein können.

## **Öffentlichkeitsarbeit**

Die Öffentlichkeit und die Mitglieder informieren wir besonders über unsere Homepage ([www.naturkunde-online.de](http://www.naturkunde-online.de)), die gedruckten Programme sowie über spezielle Einladungen und Pressemitteilungen zu unseren Vorträgen und Exkursionen. Unsere Jahrbücher und Sonderbände können direkt bei uns oder über Buchläden bestellt werden.

Die stets gute Pflege und vor allem Aktualisierung unsere Homepage obliegt nun Frau Dr. Mietzsch. Unser Schriftleiter, Herr Prof. Dr. Toussaint, gestaltet die Folder der Sommer- und Winterprogramme, das Jahrbuch und die Mitteilungen sowie Sonderbände.

Frau Dr. Bimler informiert mit Bildern und Texten die Presse über bevorstehende Exkursionen und Frau Kridlo über Vorträge.

Unsere Veranstaltungen werden zudem im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Museums Wiesbadens, des Umweltamtes der Stadt Wiesbaden (Öko-Termine) und der „Bürgerstiftung Unser Land“ bekannt gegeben.

Die wichtigste, öffentlich wirksame Werbung dürfte allerdings die persönliche, werbende Ansprache sein.

## **Naturhistorische Sammlungen**

Der NVN hat die historische wie aktuelle Aufgabe, die Naturhistorischen Sammlungen des Museums Wiesbadens zu unterstützen. Hierzu wurde u. a. auch 2018 wieder, zusammen mit den „Freunden des Museums“, die Haltung von acht Bie-

nenvölkern auf dem Museumsdach gefördert. Der Honig kann im Eingangsbereich des Museums erworben werden.

Sofern möglich, fördern wir mit Anschaffungen in der Naturpädagogik.

Vorstands- und Beiratsmitglieder begleiten und unterstützen die Naturhistorischen Sammlungen, teilweise auch im Ehrenamt.

Einen herzlichen Dank allen, die am erfolgreichen Jahresprogramm 2018 mitgewirkt haben.

Dr. Helmut Arnold, 13. August 2019

## 190 Jahre Nassauischer Verein für Naturkunde

Der Nassauische Verein für Naturkunde feierte am 31.08.2019 taggenau sein 190. Bestehen im Museum Wiesbaden. Der Vereinsvorsitzende Dr. H. Arnold und der kommissarische Museumsdirektor Dr. J. Daur begrüßten die rund 90 Gäste.



Gruppenfoto mit Goethe auf der Treppe des Museums Wiesbaden: Festveranstaltung zum 190. Jubiläum des Nassauischen Vereins für Naturkunde; Foto: Dirk Uebele.

Group photo with Goethe on the steps of the Museum Wiesbaden: 190th anniversary event of the Nassau Natural History Society; photo: Dirk Uebele.

Frau Prof. Dr. K. Grimm (Rheinische Naturforschende Gesellschaft), Stadtrat A. Kowol, Dr. G. Eckelmann (Freunde des Museums) und Prof. Dr. Th. Schmid

(Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie) würdigten mit ihren Grußworten den Verein.

Die Festvorträge befassten sich mit den „Gesellschaftspolitischen Zeitumständen in Wiesbaden und Nassau im Gründungsjahr 1829“ (Dr. R. Faber) und den „Naturhistorischen Sammlungen des Museums“ (F. Geller-Grimm).

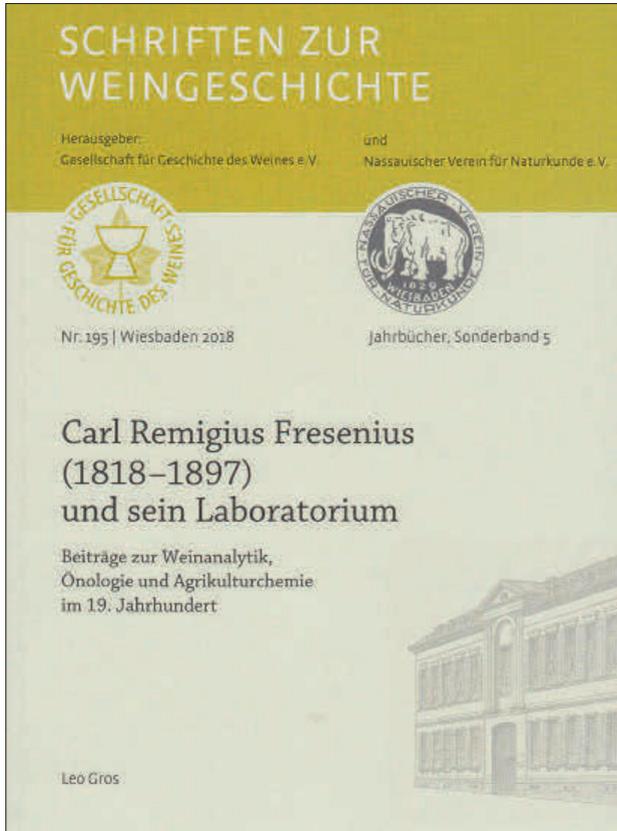
Mit einem gemütlichen Beisammensein klang die gelungene Geburtstagsfeier aus.

Eine ausführliche Darstellung der Feier findet sich auf unserer Homepage ([www.naturkunde-online.de](http://www.naturkunde-online.de)). Laut Beschluss des Vorstandes vom 1.10.2019 wird Anfang 2020 ein Sonderband mit allen Beiträgen der Veranstaltung erstellt werden.

Dr. Helmut Arnold, 2. Oktober 2019

# Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde

Schr. Weinkde., 195: / Jb. nass. Ver. Naturkde., **Sb. 5:** 144 S., 19 Abb., 3 Tab.;  
Wiesbaden 2018; ISSN 0302-0967 / ISSN 0368-12544, Softcover, 15 x 12 cm  
online zu beziehen unter [www.geschichte-des-weines.de](http://www.geschichte-des-weines.de) / [www.naturkunde-online.de](http://www.naturkunde-online.de)  
Preis für Mitglieder 8,50 €, für Nichtmitglieder 12,70 € + Versandkosten



## Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b> .....	8
<b>1. Carl Remigius Fresenius – sein Werdegang, sein Denken und sein Umfeld</b> .....	12

2. <b>Entwicklung und Wirken der agrikulturchemisch-önologischen Lehre und Forschung im Herzogtum und im preußischen Nassau des 19. Jahrhunderts</b> .....	29
3. <b>Wein- und agrikulturchemische Arbeiten aus dem Chemischen Laboratorium Fresenius</b> .....	53
4. <b>Ausgewählte Schüler des Chemischen Laboratoriums Fresenius</b> .....	102
5. <b>Der Wein hat seinen „Sitz im Leben“ des Carl Remigius Fresenius</b> .....	115
6. <b>Das Erbe eines großen Mannes</b> .....	127
Häufig zitierte Literatur .....	130
Weitere wichtige Quellen .....	131
Berichte und Nekrologie .....	132
Publikationen zu Wein und agrikulturchemischen Fragen von C. R. Fresenius und seinen Mitarbeitern 1842–1898 .....	132
Anmerkungen .....	137

Das umfangreiche Inhaltsverzeichnis wurde ohne die Unterkapitel aufgelistet.

# Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde

Jb. nass. Ver. Naturkde., 139: 192 S., 68 Abb., 7 Tab.; Wiesbaden 2018  
ISSN 0368-1254, Softcover, 15 x 12 cm, Ladenpreis 12,00 €



## Inhaltsverzeichnis

<b>Editorial</b> .....	7
 <b>Wissenschaftliche Abhandlungen</b>	
CHRISTIAN KLAPROTH	
Das Naturpädagogische Zentrum Fasanerie .....	9
GÜNTER GOTTSCHLICH	
Das Sammlungsmaterial der Gattung <i>Hieracium</i> (Asteraceae) im Herbarium des Museums Wiesbaden .....	25
JAN BOHATÝ	
Das paläontologische Bodendenkmal „Mosbach-Sande, Steinbruch Ostfeld“ (Wiesbaden) und die lithostratigraphische Neugliederung der pleistozänen Mosbach-Sande-Formation sensu HOSELMANN .....	51
JAN BOHATÝ	
Die ehemaligen Dyckerhoff-Steinbrüche Wiesbadens im Mainzer Sedimentbecken – drei paläontologische Bodendenkmäler von überregionaler Relevanz .....	67

<b>COLLIN WEBER, ALEXANDER SANTOWSKI &amp; CHRISTIAN OPP</b>	
Bergbauböden – Die anthropogenen Böden und Geotope im Umfeld der „Eisernen Hand“ im Naturraum Schelder Wald (Hessen) .....	75
<b>REINHARD HILDEBRAND</b>	
Ein vergeblicher Versuch, die von Gerlingsche Insektensammlung an die Universität Göttingen zu vermitteln: Johann Friedrich Blumenbachs Brief an Johann Isaak von Gerning aus dem Jahre 1810 .....	95
<b>ERNST MUNZEL</b>	
Aufforstungen im Untertaunuskreis in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts, beispielhaft dargestellt am Stadtwald Taunusstein .....	109
<b>THOMAS GÖTZ</b>	
Die Wildkatze im Untertaunus .....	125
<b>Ulrich Flick</b>	
Die Trilobiten-Fauna im Greifenstein-Kalk der Typlokalität (Grenzbereich Emsium/Eifelium) – ein Zwischenbericht .....	133

### **Verein**

<b>HELMUT ARNOLD</b>	
Bericht über den Nassauischen Verein für Naturkunde (NVN) im Jahr 2017 .....	163

### **Neue Publikationen des Nassauischen Vereins für Naturkunde**

<b>KÜMMERLE, E. (2017) : Steinreiches Weltkulturerbe – Geologie für Mittelrhein-Freunde, Sb. 4 des Jahrbuchs .....</b>	<b>171</b>
<b>Band 138 des Jahrbuchs .....</b>	<b>173</b>

### **Buchrezensionen**

<b>BAHRENBERG, G., GIESE, E., MEVENKAMP, N. &amp; NIPPER, J. (2017): Statistische Methoden in der Geographie, Bd. 1: Uni- und bivariate Statistik .....</b>	<b>175</b>
<b>BALLES, M. &amp; TERBERGER, TH. (Hrsg.): Welt im Wandel. Leben am Ende der letzten Eiszeit .....</b>	<b>177</b>
<b>MELLER, H. &amp; PUTTKAMMER, TH. (Hrsg.) (2017): Klimagewalten – Treibende Kraft der Evolution .....</b>	<b>179</b>
<b>HENRICH, R., BACH, W., DORSTEN, I., GEORG, F.-W., HENRICH, C. &amp; HORCH, U. (2017): Riffe, Vulkane, Eisenerz und Karst im Herzen des Geoparks Westerwald-Lahn-Taunus .....</b>	<b>181</b>
<b>KNAPPE, H. (2017): Wackersteine, Wald und Wüste – unterwegs im Harz .....</b>	<b>183</b>
<b>KNAPPE, H. (2017): Forellen auf der Autobahn – unterwegs im Harz .....</b>	<b>185</b>

SCHRAFT, A. (2017): GeoTouren in Hessen – Geologische Streifzüge durch die schönsten Regionen Hessens, Band 1: Odenwald, Oberrheingraben und Taunus .....	187
SCHAAL, S.F.K., SMITH, K.T. & HABERSETZER, J. (Hrsg.) (2018): MESSEL – Ein fossiles Tropenökosystem .....	189
<b>Anlagen</b>	
Erratum .....	191

**POREZAG, K. (2017): „... edle Gänge an Kupffer Ertz sich reichlich zeigen...“ – Kupfererzbergbau und Kupferhüttenwesen um Wetzlar 1607 – 1897**

680 S., 430 Abb., 1 Tab.; 2 Teilbände; Wetzlar (Eigenverlag Karsten Porezag)  
ISBN 978-387707-117-5, Hardcover, 17 cm x 24 cm, Ladenpreis 49,- €



Die Geschichte von Eisenerzbergbau und -hüttenwesen in der mittelhessischen Lahn-Dill-Mulde, zu der die Region Wetzlar gehört, wurde gründlich erforscht und beherrscht seit über einem Jahrhundert die regionale Montangeschichtsschreibung. Dass es hier auch eine jahrhundertlange Tradition des Kupfererzbergbaus gegeben hat, lag bislang ziemlich im Dunkeln. Das ist umso verwunderlicher, als die Kupfererzvorkommen hier sehr eng mit den Roteisensteinlagern vergesellschaftet sind. Diesem Mangel hilft das vorliegende Buch ab, das sich

erstmal sehr umfassend und akribisch der Geschichte des Kupfererzbergbaus um Wetzlar in dem dafür urkundlich belegten Zeitraum von 1607 bis etwa 1897 widmet.

In Band 1 (S. 1-400) des in zwei Teilbände aufgeteilten Buches führt der Autor nach einleitenden Grußworten, Vorworten, Danksagung, Darlegung der Quellenlage und des Forschungsstandes sowie Hinweisen zur Benutzung des Buches in Kap. I allgemein in die Gewinnung des Kupfers aus bergbaulich gewonnenen Cu-Mineralien (vor allem Kupferkies  $\text{CuFeS}_2$ ) durch den Menschen ein und erläutert die geologischen und mineralogischen Grundlagen sowie deren historische und wirtschaftliche Nutzung. Fast zu ausführlich behandelt er anschließend das fürstliche Bergregal und die preuß. Berggesetzgebung als rechtliche Grundlage des Kupfererzbergbaus und seine staatliche und private Ausübung.

Mit 205 Seiten spiegelt Kap. II mit seinen umfangreichen, sehr sorgfältig und aufwändig recherchierten Informationen über die Gewinnung der Kupfererze in den Bergwerken und Grubenfeldern in 11 Teilregionen den Schwerpunkt im Teilband 1 wider. An insgesamt 41 Standorten wird die Gewinnung der Kupfererze anhand von historischen Karten, Grubenrissen, Luftbildern, Belehnungsurkunden, Briefen, Fotos von Erzen und anderen Dokumenten ausführlich dargestellt. Im Einzelnen wird deutlich, wo, meist lagenstättenkundlich bedingt, nachhaltiger Bergbau entstanden ist, ggf. bald wieder eingestellt werden musste oder wo trotz zunächst bauwürdig erschienenen Fundes gar kein Bergbau stattgefunden hat.

Im Teilband 2 mit den Kap. III bis VI lässt sich der Autor in Kap. III über die historische Kupfererzverhüttung aus. Diese wird zunächst in ihrem Ablauf ausführlich beschrieben, dann auf die regionalen Gegebenheiten übertragen und eingehend dargestellt. Im folgenden Kap. IV wird die regionale Kupfererzgewinnung und -verhüttung in Relation zur jahrhundertlang beherrschenden Eisenerzgewinnung und -verhüttung gewertet. Diese Einordnung und Wertung fällt ernüchternd aus, der Kupfererzbergbau war immer nachrangig und außerdem defizitär.

Schließlich geht der Autor in Kap. V noch auf anderer Erzvorkommen und -gruben, Münzprägung, Bergmannsgrüße und -lieder, Biografien, Schutzheilige der Bergleute und andere Dinge ein, weil diese einen Bezug zum Wetzlarer Kupfererzbergbau haben.

Das Buch endet mit einem Anhang (Kap. VI), in dem u. a. Begriffe definiert, Signaturen erläutert, für die Region wichtige Maße, Gewichte und Münzverhältnisse angegeben werden, häufig verwendete Literatur zitiert sowie auf die Quellen der Abbildungen verwiesen wird.

Dem Autor ist mit diesem Buch ein sowohl für den Bergbau- und Hüttenfachmann als auch für Historiker und interessierte Laien wertvolles bergbau- und regionalgeschichtliches Werk gelungen. Die vielen neuen Erkenntnisse haben über den regionalen Bezug hinausgehende Bedeutung, daher ist dieses Buch auch überregional lesens- und empfehlenswert.

Benedikt Toussaint

## KREMER, B. P. (2019): Stille Wasser. Leben zwischen Regenpfütze und Salzsee

180 S., 289 farb. Abb., 2 Tab.; Darmstadt (wbg / Theiss)

ISBN 978-3-8062-3897-6, Hardcover m. Umschlag, 22 x 29 cm, Ladenpreis 40,00 €



Stillgewässer (auch Stand-, Stehgewässer oder stehende Gewässer), die zu den Binnengewässern gehören und den Fließgewässern gegenüber stehen, sind natürliche oder künstlich geschaffene Gewässer, in denen keine oder nur eine geringfügige Fließgeschwindigkeit vorhanden ist. Sie nehmen schon immer in der öffentlichen Wahrnehmung einen ganz besonderen Rang ein, da sie beliebte Urlaubsziele sind und sich für zahlreiche Freizeitaktivitäten anbieten, sie werden inzwischen auch als absolut unentbehrliche Lebensräume für den regionalen Naturhaushalt wahrgenommen.

Nach dem Motto „Stille Wässer müssen nicht immer tief sein“, gibt dieser Band einen profunden Überblick über die Entstehung und Typologien von Stillgewässern sowie speziell über den See als wichtiges Ökosystem. Hier kommt der Autor als studierter Chemiker und noch mehr Biologe zu Wort. Als Geologe, der er auch ist, weist B. P. Kremer auf die besondere Vielfalt von Seen hin und erläutert diese anhand von zahlreichen Beispielen aus Mitteleuropa, Afrika und Nordamerika.

Bis es jedoch soweit ist, wird der Leser in den ersten drei von insgesamt sieben Kapiteln über die vom Wasser ausgehende Faszination informiert, heute vor allem mit dem zu rd. 71 % von Meerwasser überdeckten blauen Planet im schwarzen Weltall (Kap. 1). Von den etwa 1,37 Mrd. km<sup>3</sup> Wasser sind nur annähernd 2,8 % Süßwasser, das meiste davon gefroren. In Kap. 2 wird das Wasser als chemische Verbindung (H<sub>2</sub>O) von Wasserstoff und Sauerstoff vorgestellt mit seinen ganz speziellen Stoffeigenschaften, die für Existenz und Stoffwechsel aller Organismen absolut unverzichtbar und für viele Synthesen in der chemischen Industrie bedeutungsvoll sind. In Kap. 3 wird schließlich dargestellt, dass das Wasser in einem Kreislauf zwischen Meer, Festland und Atmosphäre dauernd unterwegs ist und zwischen den Aggregatzuständen fest, flüssig und gasförmig wechselt.

Kap. 4 ist der unterschiedlichen Größe der mit Wasser erfüllten Hohlformen der Erdoberfläche gewidmet und die unterschiedliche Entstehung von Seen wird an Fallbeispielen deutlich gemacht. Mit 55 Seiten ist Kap. 5 das umfangreichste. 45 Stillgewässer-Typen werden alphabetisch beginnend mit Absatzbecken und endend mit Zellvakuole vorgestellt. Der Rezensent kann sich mit diesem Sortierschema, bei dem z. B. Caldera-See auf Burg- und Schlossgräben folgt, nicht anfreunden, eine Zuordnung zu Gruppen, in denen sich beispielsweise die Entstehung der Gewässer widerspiegelt, wäre einsichtiger und sinnvoller.

In Kap. 6 wird deutlich gemacht, dass Stillgewässer mit ihrem unterschiedlichen Licht-, Wärme- und Gashaushalt und ihrer Wasserzirkulation facettenreiche Lebensräume sind und äußerst spannende Interaktionen zwischen den sie besiedelnden Organismen aufweisen. Im letzten Kap. 7 liegt der Fokus auf den in der Fläche und in der Tiefe gestaffelten Lebensgemeinschaften der Teiche und Seen mit ihrer enormen Bandbreite von Arten und Typen. Man denke nur an den charakteristischen Pflanzengürtel im Übergangsbereich zum trockenen Festland mit seinen Bewohnern.

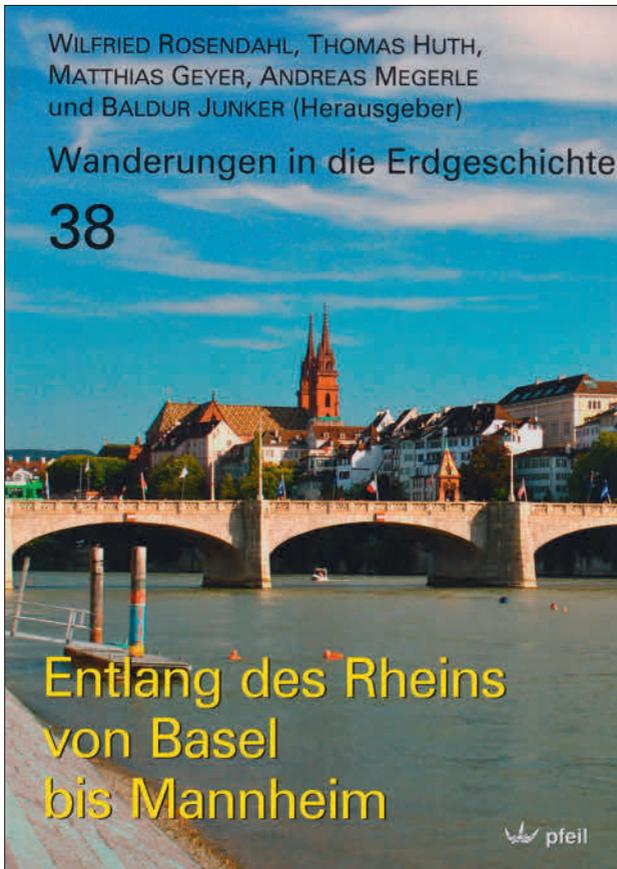
Die letzten Seiten beinhalten Literatur-, Stichwort- und Abbildungsverzeichnis.

Das vorliegende empfehlenswerte Buch ist im Hinblick auf sein aufwändiges Layout mit seinen Abbildungen, Texten u. a. platzgebenden breiten Randstegen Vorbildlich gestaltet und mit hervorragenden Fotos, Schemazeichnungen und erläuternden Skizzen ausgestattet. Der Autor schont mit einer fast erdrückenden Wissensbreite und inhaltsreichen Texten den Leser nicht, dieser lässt sich aber nicht abschrecken und kauft diese relativ preisgünstige Buch.

Benedikt Toussaint

**ROSENDAHL, W., HUTH, TH., GEYER, M., MEGERLE, A. & JUNKER, B. (2019): Entlang des Rheins von Basel bis Mannheim.–**

Wanderungen in die Erdgeschichte, Bd. 38: 160 S., 229 Abb., 50 topogr. Lagekärtchen 1:50.000, 1 geol. Übersichtskarte 1:1.100.000, 1 topogr. Übersichtskarte 1:1.250.000; München (Verlag Dr. Friedrich Pfeil) ISBN 978-3-89937-240-3, Paperback, 24 x 17 cm, Ladenpreis 25,00 €



In der bekannten Reihe „Wanderungen in die Erdgeschichte“ erschien Mitte 2019 Band 38, der geowissenschaftlich attraktive Lokalitäten entlang der 220 km langen Rheinstraße zwischen Basel und Mannheim einer breiten Öffentlichkeit bekannt machen möchte. Aus Zeit- und Ressourcen Gründen wurden die 50 vorgestellten bedeutsamen geotouristischen Ziele auf das rechtsseitige Tal des Oberrheins und seine unmittelbare Umgebung beschränkt.

Der Band wird durch zwei Übersichtsbeiträge eingeleitet. Der erste (S. 9–30) befasst sich mit der erdgeschichtlichen Entwicklung dieser Region seit dem Paläozoikum, mit Entstehung, Alter und lithologischer Ausbildung der wichtigsten Gesteine, mit den komplizierten tektonischen Verhältnissen und speziell mit den Umständen, die zum Einbrechen des Oberrheingrabens und dem Herausheben der Grabenschultern seit dem Alttertiär geführt haben, und mit den nutzbaren Bodenschätzen. Zusätzlich wird darüber informiert, wie sich die geologischen Gegebenheiten letztlich auf Topographie, Klima, Fauna, Flora und Landnutzung sowie auf die damit verbundene landschaftliche Vielfalt auswirken. Der zweite einleitende Beitrag (S. 31–42) richtet den Blick auf die Kulturgeschichte des Rheins als europäischer Strom. Angesprochen werden der Streit um den Rhein bis in die Neuzeit, Handel und Wandel auf und am Rhein, die TULLA'sche Rheinkorrektur und ihre Folgen, die frühere Dampfschiffahrt, der Ausbau des Rheins im 20. Jahrhundert und der Rhein als grenzüberschreitende Metropolregion.

Den Hauptteil des Buches bilden die Porträts der 50 erdgeschichtlich interessanten und sehenswerten Orte (S. 43–159). Bei ihrer Auswahl wurde nicht nur auf eine möglichst gleichmäßige Verteilung auf der Strecke Basel-Mannheim geachtet, sondern auch auf eine abwechslungsreiche Themenmischung. Neben geologischen Aufschlüssen in der freien Natur wie Steinbrüchen, Geotopen und Lehrpfaden mit Geobezug sind Spuren des ehemaligen Bergbaus, Mineral- und Thermalquellen, archäologische Fundstellen, Museen und Naturschutzzentren sowie empfehlenswerte Aussichtspunkte im Angebot. Außerdem werden Wanderungen in naturnahen Auenwäldern am Rhein, in Mooregebieten, in Löss-Hohlräumen und in Flugsanddünen vorgeschlagen. Selbst die Verdichtungsräume wie Rastatt-Karlsruhe und Heidelberg-Mannheim bieten neben ihren öffentlichen naturkundlichen Einrichtungen geologische Besonderheiten wie die Typlokalität des Lösses in Heidelberg-Ziegelhausen oder die Sandgrube Grafenrain in Mauer, Fundort des berühmten *Homo heidelbergensis*. Die 22 Autorinnen und Autoren haben die wichtigsten Informationen zu den Lokalitäten in leicht verständlichem Text und anschaulichen Bildern auf je zwei, vereinzelt bis fünf Druckseiten zusammengefasst. Zu jedem Artikel gibt es zur Orientierung ein topographisches Lagekärtchen im Maßstab 1:50.000 sowie die Gauss-Krüger- und UTM-Koordinaten und außerdem Hinweise zur verwendeten und weiterführenden Literatur.

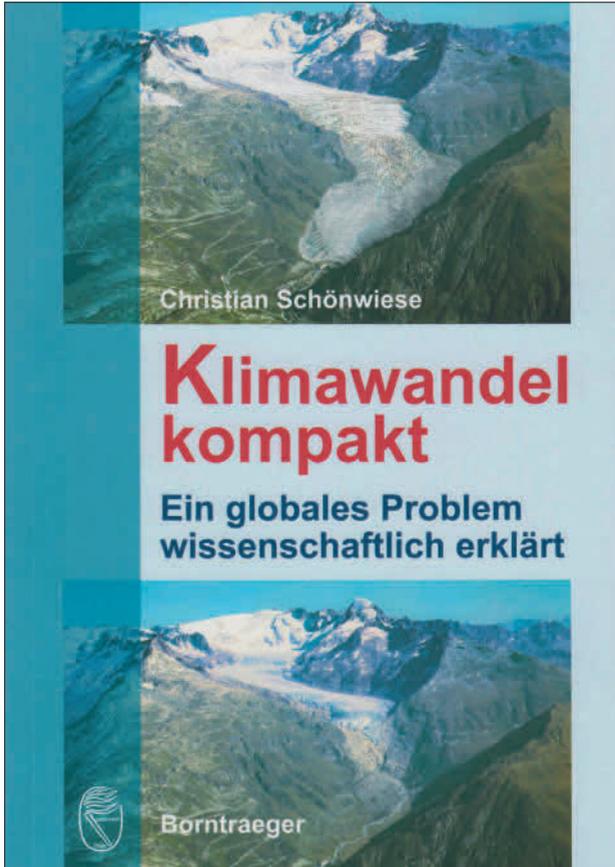
Der höchst empfehlenswerte Wanderführer zu attraktiven und wissenschaftlich interessanten geologischen Lokalitäten am Oberrhein, der mit den Anschriften der Herausgeber und Autoren endet, ist nicht nur eine Werbung für die Geologie als Fachdisziplin. Das Buch verfolgt fast noch mehr die Zielsetzung, bei der Bevölkerung und manchen Entscheidern in Behörden mehr Verständnis für die Erhaltung unserer „steinernen“ Natur zu erzeugen. Dafür möchte der Rezensent, selbst Geologe, dem Verlag ausdrücklich danken.

Benedikt Toussaint

**SCHÖNWIESE, CHR. (2019): Klimawandel kompakt****Ein globales Problem wissenschaftlich erklärt**

V, 132 S., 30 farb. Abb., 11 Tab.; Stuttgart (Borntraeger)

ISBN 978-3-443-01104-8, Softcover, 21 x 15 cm, Ladenpreis 19,90 €



Der Klimawandel ist Fakt, über seine Ursachen wird aber kontrovers und emotional diskutiert. Daher ist zu begrüßen, dass der renommierte em. Prof. Christian Schönwiese vom Institut für Atmosphäre und Umwelt der J. W. Goethe-Universität Frankfurt in seinem Taschenbuch "Klimawandel kompakt" dieses globale Problem wissenschaftlich, aber leicht verständlich erklärt. In 14 Kapiteln versucht er Lesern, die an der Klimawandel-Problematik interessiert sind, auf brennende Fragen rund um den Klimawandel und seine Ursachen eine Antwort zu geben und in welchem Ausmaß der Mensch daran beteiligt ist.

In Kap. 1 wird verdeutlicht, dass Klimaforschung bis in das antike Griechenland zurückreicht, aber seit der 2. Hälfte des 20. Jh. an Umfang, Tiefe und Bedeutung zugenommen hat. In den Kap. 2 bis 4 informiert der Autor über die vertikale Gliederung der Atmosphäre und ihre stoffliche Zusammensetzung, über Wetterelemente, über die Wetterstatistik und wie daraus Wetter, Witterung, Klima und Klimawandel abgeleitet werden können und welche modernen und historischen Klimainformationen dafür zur Verfügung stehen.

Um Klimamodelle sinnvoll konzipieren und anwenden zu können, müssen das Klimasystem und die äußerst komplexe Physik des Klimas verstanden werden; darum geht es in den Kap. 5 und 6. Kap. 7 ist folgerichtig den Wettervorhersagemodellen und Klimamodellen mit ihren räumlichen Skalen, Zeitschritten, Anfangsbedingungen, Randwerten, Parametern, Stoffflüssen u. a. sowie Hinweisen auf unterschiedliche Simulationsrechnungen vorbehalten.

In den Kap. 8 und 9 wird das Paläoklima seit Entstehung der Erde vor rd. 4,6 Mia. Jahren mit Schwerpunkt quartäre Eiszeiten und Holozän vorgestellt mit auch in der fernen Vergangenheit häufigem Klimawandel und seinen vielfältigen Ursachen. Kap. 10 ist den letzten 200–250 Jahren des vor ca. 11.700 begonnenen Holozäns gewidmet, diese zeitliche Spanne deckt sich weitgehend mit dem ca. 1850 begonnenen Industriezeitalter. Wegen der Diskussion der menschlichen Einflüsse ist das sog. Neoklima in besonderer Weise in der öffentlichen Diskussion. Folgerichtig wird im folgenden Kap. 11 über die Ursachen des Neoklimas diskutiert und unter Bezug auf die diversen Berichte des Weltklimarates IPCC unter Abwägung der Unsicherheiten der vielen Klimamodellsimulationen auch zukünftige Perspektiven wie steigende Temperaturen und Meeresspiegelanstieg angesprochen. Die wichtige Frage, welche Extremereignisse in Zukunft zu erwarten sind bzw. sich schon jetzt abzeichnen, wird im anschließenden Kap. 12 behandelt.

Ausgehend von der Darstellung der Auswirkungen des Klimawandels, der offensichtlich zu einem großen Teil durch menschliche Aktivitäten verursacht ist, in Kap. 13 auf die Ozeane, Gletscher, Ökosysteme, Ernährung und Gesundheit sowie (soziale) Konflikte bis hin zu kriegerischen Auseinandersetzungen wagt der Autor im abschließenden Kap. 14 einen Ausblick, wie wir uns an den nicht mehr vermeidbaren Klimawandel anpassen können (Stichworte u. a. Gesundheitsschutz, Hitzeschutz, Brandschutz, Hochwasserschutz, Schutz vor Steinschlag und Felsabbrüchen im Gebirge, Sturmflutschutz an der Küste) und wie wir Vorsorge treffen können, um den weiteren Klimawandel in erträglichen Grenzen halten können.

Die Broschüre endet mit einer umfangreichen Literaturliste, mit einer Auswahl von Internet-Links sowie mit einem Stichwortverzeichnis.

Da es uns nicht gleichgültig sein kann, was mit unserem Klima geschieht, hoffen der Rezensent wie auch der Autor, dass der Leser verinnerlicht, dass das sehr empfehlenswerte Buch Hinweise enthält, dass und wie wir in gewissem Maße das Klima selbst beeinflussen können und dafür die Verantwortung tragen.

Benedikt Toussaint