# Nassauischer Verein für Naturkunde



# Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde



Band 142 Wiesbaden 2021

ISSN 0368-1254

# Nassauischer Verein für Naturkunde



Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde

**Band 142** 

Wiesbaden 2021

ISSN 0368-1254

#### Titelbild



Äskulapnatter zum Beitrag von Dr. Lukas Hartmann

© Nassauischer Verein für Naturkunde, Wiesbaden 2021 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 http://www.naturkunde-online.de

Schriftentausch / publication exchange / échange de publications: Hessische Landesbibliothek Rheinstraße 55/57, 65185 Wiesbaden Telefon: (0611) 9495-1816 Frau Jennifer Hale e-Mail: jennifer.hale@hs-rm.de

Schriftleitung: Prof. Dr. B. Toussaint 65232 Taunusstein Telefon: (06128) 71737 E-Mail: b.toussaint@t-online.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

Editorial	5
Wissenschaftliche Abhandlungen	
RÜDIGER WITTIG  Die im Taunus häufigsten Gartenflüchtlinge  The most common garden refugees in the Taunus	7
HERMANN JOSEF ROTH  Klostergärten aus Sicht von Botanik und Kulturgeschichte  Monastery gardens in view of botany and cultural history	29
LUKAS HARTMANN  Die Äskulapnatter im Taunus  The Aesculapian snake in the Taunus	57
FRANK VELTE  Eine Felsenbrut des Hausrotschwanzes ( <i>Phoenicurus ochruros</i> ) im  Hochtaunus  A rock brood of the Black Redstart ( <i>Phoenicurus ochruros</i> ) in the  Upper Taunus Mountains	79
ULRICH FROMMER  Der Zeuge des Artensterbens – Über die Bedeutung des Siegerländer Entomologen Heinrich Wolf für die Faunistik der Stechimmen in Hessen  The witness of the extinction of species – About the importance of the Siegerland entomologist Heinrich Wolf for the Aculeate fauna in Hesse	85
CHRISTIAN-D. SCHÖNWIESE  Klimawandel im Industriezeitalter: global, Deutschland, Hessen  Climate change within industrial time: global, Germany, Hesse	113
Hansjörg Küster  Die Pollenanalyse: Methoden, Ergebnisse, Hypothesen  Pollen analysis: methods,results, hypotheses	131
ALEXANDER STAHR  Löss – ein eiszeitliches Sediment im Rhein-Main-Gebiet  Loess – a glacial sediment in the Rhine-Main area	149

Eberhard Kümmerle	
Der Rhein – in seinem Bett besehen	161
The Rhine – a view on his river bed	
Annette Kühlem, Andreas Mieth & Hans-Rudolf Bork	
Früheste Zeugnisse von Monumentalität in Ozeanien – Die Erdwerke auf der palauischen Insel Babeldaob	165
Earliest evidence of monumentality in Oceania – The earthworks on the Palauan island of Babeldaob	
Verein	
Helmut Arnold	
Bericht über den Nassauischen Verein für Naturkunde (NVN)	
im Jahr 2020	189
Publikationen des NVN aus dem Jahr 2020	
Band 141 des Jahrbuchs (2020)	197
Buch-Rezensionen	
Schmidt, P. A. & Hecker, U. (2020):	
Die wildwachsenden und kultivierten Laub- und Nadelgehölze	
Mitteleuropas. Beschreibung – Herkunft – Verwendung Käss, W. (2021):	199
Das Donau-Aach-System: Die Versickerung der Oberen Donau zwischen	
Immendingen und Fridingen (Südwestdeutscher Jurakarst)	201
Höhlen, Südsee, Marmorstein – unterwegs im Harz	203
ROTHE, P. & SCHARPFF, HJ., begründet von †Anderle, HJ. (2021):	
Taunus. Geologische Entwicklung und Struktur. Exkursionen in ein	
deutsches Mittelgebirge	205
BECKER, R. & REICHMANN, TH. (2021):	
Geologie von Hessen	207

Die Herausgabe des Jahrbuches **142** wurde durch die großzügige finanzielle Unterstützung seitens des Kulturamtes 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).

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) 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

E-Mail: b\_toussaint@web.de oder b.toussaint@t-online.de

Dieser Band beinhaltet ein breites Themenspektrum, das sich in zehn Beiträgen widerspiegelt. Die ersten beiden Beiträge sind der Botanik gewidmet (Stadtgartenflüchtlinge im Taunus, Klostergärten aus Sicht von Botanik und Kulturgeschichte). Drei weitere haben eine zoologische Thematik (Äskulapnatter im Taunus, Felsenbrut des Hausrotschwanzes im Hochtaunus, der Entomologe Heinrich Wolf als Zeuge des Artensterbens der Stechimmen). Weiterhin spricht ein bekannter Meteorologe den Klimawandel im Industriezeitalter auch in Hessen an. Ein weiterer Beitrag befasst sich mit der Pollenanalyse als Möglichkeit, u. a. auch das Paläoklima zu interpretieren. Zwei kleinere Beiträge gehen auf die Lössvorkommen im Rhein-Main-Gebiet und auf das Rheinbett speziell im Oberen Mittelrheintal ein. Der letzte Beitrag ist eine Besonderheit, ein Forscherteam stellt die uralten monumentalen Erdwerke auf der palauischen Insel Babeldaob vor – die frühen Jahrbücher unseres Vereins haben sich thematisch durchaus nicht auf Nassau, Deutschland oder Europa beschränkt.

Es folgt der Rechenschaftsbericht des Vereinsvorsitzenden für das durch die Corona-Pandemie betroffene Jahr 2020.

In der Rubrik "Neue Publikationen" wird der im Jahr 2020 erschienene Band 141 des Jahrbuchs des Nassauischen Vereins für Naturkunde vorgestellt.

Der Band endet mit der Rezension von fünf empfehlenswerten Fachbüchern, die 2020 und 2021 erschienen sind.

Der vorliegende Band 142 unseres Jahrbuchs umfasst insgesamt sehr interessante 209 Seiten, die es allesamt 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 annuals 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). Therefore, authors can advertise themselves and their concern.

For any questions please feel free to contact

Prof. Dr. Benedikt Toussaint (b\_toussaint@web.de; b.toussaint@t-online.de)

# Die im Taunus häufigsten Gartenflüchtlinge

#### RÜDIGER WITTIG

Gärten, Gefäßpflanzen, Neophyten, Invasivität, Status, Taunus, Verwilderung, Zierpflanzen

Z u s a m m e n f a s s u n g : Mit dem Aufkommen von Vorgärten und der ständig zunehmenden Zahl der darin kultivierten Arten hat die Zahl und Häufigkeit von "modernen" Gartenflüchtlingen in der jüngsten Vergangenheit stark zugenommen. Ursprüngliche ("historische") Gartenflüchtlinge finden sich aber auch unter den seit Langem im Gebiet vorhandenen, überwiegend bereits eingebürgerten Neophyten. Aus beiden Gruppen werden diejenigen Arten genannt und kurz charakterisiert (Status, Gefährdung, Einbürgerung, Invasivität), die im Rahmen der im Jahr 1997 begonnenen und 2021 abgeschlossenen Rasterkartierung der Taunusflora (Rastergröße 1/64 der Topografischen Karte von Deutschland 1:25.000) in mehr als 20 % der untersuchten 523 Rasterfelder gefunden wurden. Abschließend erfolgt ein Vergleich der beiden Gruppen und es wird die Frage aufgeworfen (aber nicht beantwortet), ob sich die Verwilderung in Gärten kultivierter gefährdeter einheimischer Arten auf die Einschätzung des Gefährdungsgrades auswirken sollte.

## The most common garden refugees in the Taunus

Gardens, vascular plants, neophytes, invasivness, status, Taunus, naturalization, ornamental plants

A b s t r a c t : With the emergence of front gardens and the actually increasing number of species cultivated in them, the number and frequency of "modern" garden escapees has increased significantly in the recent past. Besides, numerous "historical" garden escapees also exist. From both groups, those species are named and briefly characterized (status, endangerment, naturalization, invasiveness) that, in the frame of the grid-mapping of the flora of the Taunus (1997-2021; grid size 1/64 of the topographic map of Germany 1: 25,000), were found in more than 20 % of the 523 grid fields examined. Finally, the two groups are compared, and the question is raised (but not answered) whether the occurrence of garden escapees of an endangered species should affect the assessment of the degree of endangerment (red-list-status) of this species.

#### Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	8
2	Methoden	8
3	Ergebnisse und Diskussion	9
3.1	Vorbemerkung	9
3.2	Die häufigsten "historischen" Gartenflüchtlinge	11
3.3	Die häufigsten "modernen" Gartenflüchtlinge	12
4	Vergleich der historischen mit den aktuellen	
	Gartenflüchtlingen	24
5	Einheimische Gartenflüchtlinge und Rote Listen	25
6	Methodenkritik	26

7	Dank	27
8	Literatur	28

# 1 Einleitung

In allen Orten des Taunus findet sich zumindest ein Bereich von Ein- oder Zweifamilienhäusern mit einem Vorgarten. Diese Vorgärten enthalten manchmal monotone Bodendeckerkulturen oder Scherrasen, am weitesten verbreitet sind jedoch bunt blühende Ziergärten, in denen Hochstauden vorherrschen, oder aber die als Steingarten eingerichtet sind, worin dann niedrigwüchsige ehemalige Felsbewohner dominieren. Auch Kombinationen von beiden Typen sind zu finden. Einer überraschend hohen Zahl von Arten gelingt es, aus dieser Gartenkultur in die Freiheit zu gelangen und sich dort fortzupflanzen. Nachfolgend wird insbesondere auf diese aktuellen Gartenflüchtlinge eingegangen, wobei die in mehr als 20 % aller Rasterfelder (Rf) angetroffenen vorgestellt werden. Anschließend wird die Frage angeschnitten, ob die häufige Verwilderung bisher als gefährdet eingeschätzter einheimischer Arten eine geänderte Einstufung in den Roten Listen erfordert, danach folgt eine kritische Betrachtung der Methoden. Zuallererst aber werden Arten genannt, die bereits vor langer Zeit als Zierpflanzen ins Gebiet gelangt sind und sich inzwischen derart gut außerhalb von Gärten, Parkanlagen und Friedhöfen etabliert haben, während sie als Gartenpflanzen nicht mehr "in Mode" sind. Wildwachsende Bestände dieser Arten sind im Taunus flächen- und individuenbezogen weit häufiger als die in Gärten kultivierten.

#### 2 Methoden

Die hier präsentierten Ergebnisse wurden im Rahmen der Kartierung der Taunusflora (WITTIG & al. in Vorbereitung) gewonnen. Hierbei handelt es sich um eine Rasterkartierung auf Basis der Topographischen Karte von Deutschland 1:25.000 (TK25). Die Rastergröße beträgt 1/64 der Karte und umfasst eine Fläche von gut 2 km². Aus Zeit- beziehungsweise Machbarkeitsgründen wurde nicht der gesamte Taunus, sondern der Vortaunus und Hohe Taunus komplett, vom Hintertaunus aber nur der kammnahe Bereich bearbeitet. In jedem der sich auf diese Weise ergebenden 523 Rasterfelder (Rf) wurden die dort vorgefundenen Gefäßpflanzenarten (Blütenpflanzen, Farne, Schachtelhalme und Bärlappgewächse) gesondert notiert. Die pro Rf gefundene Artenzahl variierte von 195 (ausgeräumte Kulturlandschaft) bis 507 (reich strukturierte Landschaft im Übergangsbereich vom Vortaunus zum Hohen Taunus).

Nachfolgend werden die häufigsten krautigen Vertreter der in diesen Artenzahlen enthaltenen Gartenflüchtlinge (Gf) vorgestellt, das heißt derjenigen Arten,

deren Vorkommen im Taunus überwiegend oder sogar ausschließlich auf Verwilderung aus Gärten beruht, was auch auf einheimische Arten zutreffen kann. Behandelt werden alle Gartenflüchtlinge, die in über 20 % der 523 Rf gefunden wurden, also in mindestens 105 Rf. Unterschieden wird dabei zwischen "historischen Gf" und "aktuellen Gf". Erstere werden oder wurden seit über 100 Jahren in Bauern- und Schlossgärten kultiviert, sind aber überwiegend in jüngerer Zeit aus der Mode gekommen, Letztere werden teils ebenfalls seit Langem kultiviert, aber ihr Anbau hat mit der Zunahme von Vorgärten stark zugenommen, weshalb sie erst in den letzten 20 bis 30 Jahren hohe Sprossen auf der Karriereleiter der Gartenflüchtlinge erklommen haben. Die Reihenfolge der Erwähnung richtet sich in beiden Gruppen jeweils nach der Zahl der Rf, in denen die betreffende Art wildwachsend (= spontan) gefunden wurde.

Die wissenschaftlichen Pflanzennamen entsprechen denen in der Roten Liste Deutschlands (METZING et al. 2018). Die Angaben zur Herkunft der Neophyten wurden JÄGER et al. (2008), JÄGER (2011) oder OBERDORFER (2001) entnommen. Die Angaben zur Ökologie stammen teils aus OBERDORFER (2001), teils beruhen sie auf eigenen Einschätzungen.

Fotos aus dem Taunus enthalten in der Abbildungsunterschrift eine Ortsangabe. Alle anderen Fotos wurden im aktuellen Wohnort des Verfassers (Münster/Westfalen) an Standorten aufgenommen, die denen der Taunusbestände entsprechen.

# 3 Ergebnisse und Diskussion

# 3.1 Vorbemerkung

Die Häufigkeit der Verwilderung einer in Gärten kultivierten Art hängt von vielen Faktoren ab. Neben der nahezu unabdingbaren Fähigkeit, sich effektiv auszubreiten (Wind-, Kleb- oder Klett- sowie Tierverbreitung) und nach gelungener Gartenflucht ohne gärtnerische Pflege überleben zu können, scheint die Länge der Zeitspanne, die seit Beginn der Kultivierung in Gärten verstrichen ist, einer der wichtigsten zu sein, wobei natürlich auch die Häufigkeit der Kultivierung eine große Rolle spielt. Einheimische Pflanzen, die in Gärten kultiviert werden, sind an die klimatischen Bedingungen mehr oder weniger angepasst (in der Regel stammen sie nicht aus der betreffenden Region) und können von den Gärten aus auch ohne die oben genannten effektiven Verbreitungsmechanismen den ansonsten für sie nur kaum zu erreichenden Bebauungsbereich der Dörfer und Städte besiedeln. Einen großen Schub bezüglich ihrer Häufigkeit als Gartenflüchtlinge haben viele Arten durch Modeströmungen erfahren, von denen die Entstehung von Einzeloder Doppelhaussiedlungen mit Vorgärten die wichtigste ist (Abb. 1). Zierpflanzen, die bisher nur in Parkanlagen und auf Friedhöfen zu finden waren, wurden



Abbildung 1: Vorgärten wie dieser sind typisch für viele Einzel- oder Doppelhäuser; Foto: R. Wittig 2021.

Figure 1: Front gardens like this one are typical for many single or semi-detached houses; photo: R. Wittig 2021.

nun auf einer weit größeren Fläche und an weit mehr Orten kultiviert als zuvor, womit sich die Verwilderungsmöglichkeiten potenzierten.

Nicht zu vergessen ist die veränderte Einstellung gegenüber "Wildwuchs" außerhalb des eigenen Gartens. Während der soziale Druck zu dessen Vernichtung noch vor wenigen Jahren immens hoch war, kann man heute selbst in kleinen Siedlungen außerhalb des Gartenzauns oder der Gartenmauer spontan aufgekommene Arten wachsen lassen, ohne von den Nachbarn verachtet zu werden. Mancher Hausbesitzer mag erst dadurch erfahren haben, dass unter den dort wachsenden Arten nicht nur klassische "Unkräuter", sondern auch Zierpflanzen vertreten sind und hat diese dann bei von Zeit zu Zeit eventuell weiterhin erforderlichen "Säuberungsaktionen" verschont.

# 3.2 Die häufigsten "historischen" Gartenflüchtlinge

Aus der Gruppe der ehemals häufig in Gärten kultivierten, heute aber weit häufiger außerhalb davon anzutreffenden Arten wurden die in Tabelle 1 aufgeführten Arten in über 20 % der im Taunus untersuchten Rf gefunden. Auf diese sicherlich allgemein bekannten Arten wird nachfolgend nicht im Einzelnen eingegangen. Im Hinblick auf einen Vergleich mit den in Abschnitt 3.3 behandelten Arten ist aber Folgendes erwähnenswert:

- Die überwiegende Mehrzahl (jeweils 10 der 14 Arten) ist in Hessen oder in der Region Nordwest eingebürgert, also ein fester Bestandteil der Flora, wobei es sich in einem Fall (Schneeglöckchen) um eine in Hessen einheimische Art handelt, die aber in der Region Nordwest ursprünglich nicht vorkam.
- Ein Trend zur Einbürgerung ist für Hessen und die Region Nordwest bei fast allen übrigen Arten zu konstatieren.
- Nur eine Art, die Spring-Wolfsmilch (Euphorbia lathyris), gilt noch als unbeständig, dies aber auch nicht in Gesamthessen, sondern nur in der Region Nordwest.
- Die Hälfte (7 von 14) wird von Experten als (potenziell) invasiv angesehen und ist daher in der Schwarzen oder Grauen Liste Deutschlands (Nehring et al. 2013) aufgeführt.

Nicht unerwähnt soll bleiben, dass *Impatiens parviflora* keinem Ziergarten, sondern einem Botanischen Garten entsprungen ist.

Tabelle 1: Die im Taunus häufigsten "historischen" Gartenflüchtlinge

Table 1: The most common "historical" garden escapees in the Taunus mountain

Wissenschaftlicher Name	Rf	St	SL	Deutscher Name
Impatiens parviflora	494	E/E	SB	Kleines Springkraut
Erigeron annuus	355	E/E		Einjähriges Berufkraut
Galeobdolon argentatum	330	E/E	SM	Silberblättrige Goldnessel
Solidago canadensis	292	E/E	SM	Kanadische Goldrute
Galanthus nivalis	260	*/E		Kleines Schneeglöckchen
Impatiens glandulifera	235	E/E	SB	Drüsiges Springkraut
Lysimachia punctata	202	E/E		Drüsiger Gilbweiderich
Fallopia japonica	188	E/E	SM	Japan-Staudenknöterich
Heracleum mantegazzianum <sup>1)</sup>	144	E/E	SM	Riesen-Bärenklau
Melissa officinalis	134	T/T		Melisse
Euphorbia lathyris	125	T/u		Spring-Wolfsmilch

Tabelle 1: Fortsetzung Table 1: continued

Wissenschaftlicher Name	Rf	St	SL	Deutscher Name
Lupinus polyphyllus	121	E/E	SM	Vielblütige Lupine
Lunaria annua	114	E/T		Einjähriges Silberblatt
Narcissus pseudonarcissus	108	T/T		Osterglocke

Rf: Anzahl der Rf mit spontanem Vorkommen der Art (Quelle: Taunuskartierung)

St: Status in Hessen bzw. der hessischen Region Nordwest (Quelle: STARKE-OTTICH et al. 2019)

\* = einheimisch; E = eingebürgerter Neophyt; T = Einbürgerungstrend; u = unbeständig

SL: Einstufung in der Schwarzen bzw. Grauen Liste von Deutschland (Quelle: Nehring et al. 2013) SM = Managementliste; SB = Beobachtungsliste

# 3.3 Die häufigsten "modernen" Gartenflüchtlinge

Tabelle 2 gibt einen zusammenfassenden Überblick über die nachfolgend erwähnten 12 in mehr als 20 % der Rf gefunden Arten, deren aktuelle Häufigkeit im Taunus überwiegend oder ausschließlich auf Gartenflucht beruht.

Tabelle 2: Die im Taunus häufigsten "modernen" Gartenflüchtlinge Table 2: The most common "modern" garden escapees in the Taunus mountain

Wissenschaftlicher Name	Rf	St	PG	Deutscher Name	
Aquilegia vulgaris	291	V/V		Gewöhnliche Akelei	
Hieracium aurantiacum	276	E/E		Orangerotes Habichtskraut	
Phedimus spurius	218	T/T	Ö, B	Kaukasus-Asienfetthenne	
Sedum album	214	*/*		Weiße Fetthenne	
Centaurea montana	210	*/V		Berg-Flockenblume	
Muscari armeniacum	198	T/T	Н	Armenische Traubenhyazinthe	
Cerastium tomentosum	189	T/T	H, B	Filziges Hornkraut	
Sedum acre	188	*/*		Scharfer Mauerpfeffer	
Campanula persicifolia	168	*/*		Pfirsichblättrige Glockenblume	
Lychnis coronaria	122	T/u		Kronen-Lichtnelke	
Aubrieta deltoidea	121	T/u		Blaukissen	
Potentilla verna	108	*/*		Frühlings-Fingerkraut	

<sup>1)</sup> Ist auch in der Schwarzen Liste der EU aufgeführt (siehe Nehring & Skowronek 2017)

Rf: Anzahl der Rf mit spontanem Vorkommen der Art (Quelle: Taunuskartierung)

St: Status in Hessen bzw. der hessischen Region Nordwest (Quelle: STARKE-OTTICH et al. 2019)

\* = einheimisch; E = eingebürgert; T = Einbürgerungstrend; u = unbeständig

V = Vorwarnliste

PG: Potentielle Gefährdung einheimischer Arten

B = Bodendecker: Behinderung des Aufkommens konkurrenzschwacher einheimischer Arten

H = Hybridisierung (Einschätzung des Autors)

Ö = Negative Veränderung von Ökosystemstrukturen (Nehring et al. 2013)

# Aquilegia vulgaris - Gewöhnliche Akelei

Die Gewöhnliche Akelei (Abb. 2) ist im Taunus einheimisch, war aber noch bis vor Kurzem weit seltener als momentan. Ihr natürlicher Standort sind sommer-



Abbildung 2: Diese Gewöhnliche Akelei (*Aquilegia vulgaris*) hat hier mit Sicherheit niemand gepflanzt oder gesät; Foto: R. Wittig (aus WITTIG 2019).

Figure 2: This Common Columbine (*Aquilegia vulgaris*) has definitely not been planted or sown here; photo: R. Wittig (from WITTIG 2019).

warme Laubwälder oder Wiesen auf mäßig trockenen bis frischen Böden, weshalb die Bezeichnung "einheimisch" wohl nur für einen kleinen Teil des Taunus zutrifft. Fuckel (1856) bezeichnet sie als nicht häufig, Reichenau (1900) als im Taunus sehr vereinzelt auf Waldwiesen vorkommend. Die Karte von Streitz (2005), die überwiegend auf Untersuchungen aus den Jahren 1985–1999 beruht, weist sie für den Hohen Taunus als dort weitgehend fehlend aus. Aktuell ist die in vielen Sorten kultivierte Art im Untersuchungsgebiet (UG) jedoch in allen Siedlungen des Taunus, mit Ausnahme einiger sehr hoch gelegener, in Gartennähe spontan anzutreffen. Dort wächst sie in Heckensäumen, auf Baumscheiben sowie – seltener – in Ruderalgesellschaften und an siedlungsnahen Waldrändern, wird aber dennoch weiterhin in der hessischen Vorwarnliste geführt (Starke-Ottich et al. 2019).

#### Hieracium aurantiacum - Orangerotes Habichtskraut

Das Orangerote Habichtskraut wird noch von Grossmann (1976) als ziemlich selten bezeichnet, war aber bereits 2004 in den Siedlungen des Hohen Taunus häu-



Abbildung 3: Das Orangerote Habichtskraut (*Hieracium aurantiacum*) tritt in den Wiesen um Oberreifenberg stellenweise aspektbildend auf; Foto: V. Holzgreve 2008.

Figure 3: The Orange-red Hawkweed (*Hieracium aurantiacum*) occurs in places in the meadows around Oberreifenberg, forming aspects; photo: V. Holzgreve 2008.

fig (WITTIG & ALBERTERNST 2005), hat seitdem noch zugenommen und wurde vielfach auch außerhalb von Siedlungen angetroffen. Sogar in den Wiesen am Großen Feldberg ist die Art teilweise aspektbildend (Abb. 3). Nicht selten wächst sie außerdem an Straßenböschungen. In Ortslage findet man sie häufig in Scherrasen (Cynosurion), aber auch ruderal, selbst in unwirtlichen Asphaltritzen. Da die Art ursprünglich montan bis subalpin verbreitet war, wäre mit einem Verwilderungsschwerpunkt im Hohen Taunus zu rechnen. Tatsächlich ist sie aber im gesamten Taunus, mit Ausnahme geschlossener Waldbereiche, mit annähernd gleicher Häufigkeit zu finden und wird für das gesamte Hessen als eingebürgert angesehen (Starke-Ottich et al. 2019). Hybridisierung mit einheimischen Arten wurde nicht festgestellt.

### Phedimus spurius [= Sedum spurium] - Kaukasus-Asienfetthenne

Nach eigenen Beobachtungen war die Kaukausus-Fetthenne (Abb. 4) schon vor ca. 65 Jahren auf Friedhöfen als Grabeinfassung weit verbreitet und diente auf man-



Abbildung 4: Die Kaukasus-Fetthenne (*Phedimus spurius*) kann sehr dichte Matten bilden und wird daher als invasiv eingestuft; Foto: A. Jagel 2013.

Figure 4: The Caucasus Stonecrop (*Phedimus spurius*) can form very dense mats and is therefore classified as invasive; photo: A. Jagel 2013.

chen Gräbern sogar als Bodendecker. Mit dem Aufkommen der Steingartenmode war sie daher sofort auch in Gärten zu finden, so dass sie eventuell eine Mittelstellung zwischen historischen und aktuellen Kulturflüchtlingen einnimmt, als Gartenflüchtling aber doch eher zu den modernen zu zählen ist. Für Letzteres spricht, dass sie von Grossmann (1976) nicht erwähnt wird. Wildwachsend findet man sie im Taunus häufig an Mauern oder unter Hecken, nicht selten auch auf flachgründigen Böschungen und an felsigen Hängen, manchmal in Scherrasen. Die Art kann flächendeckende Massenvorkommen bilden (HETZEL 2006) und wird daher als invasiv betrachtet (Nehring et al. 2007). Als von der Blütenfarbe her (schmutzig rosa oder seltener gelblich) wenig attraktive Art wurde sie aber nach und nach in Gärten durch weiß, kräftig rosa oder leuchtend gelb blühende Sedumoder Phedimus-Arten ersetzt (siehe hierzu die auch für Hessen weitgehend zutreffenden Beobachtungen von BOMBLE (2007) aus Nordrhein-Westfalen), so dass Nachlieferung aus Gärten wohl keine Rolle mehr für die Aufrechterhaltung und Ausbreitung wildwachsender Bestände spielt. Zu Recht wird sie von Starke-Ot-TICH et al. (2019) als eingebürgert bezeichnet.

#### Sedum album - Weiße Fetthenne

Die Weiße Fetthenne (Abb. 5) ist natürlicherweise eine Art der im Taunus von Natur aus seltenen Felsrasen. Daher ist es nicht verwunderlich, dass sie im Zuge



Abbildung. 5: Auf diesem schmalen, meist durch parkende Fahrzeuge abgeschirmten Bürgersteig hat die Weiße Fetthenne (*Sedum album*) einen weitgehend vor Tritt geschützten Standort gefunden, der ihren natürlichen Ansprüchen als ehemalige Felspflanze gut entspricht; Foto: R. Wittig 2021.

Figure 5: On this narrow sidewalk, mostly screened off by parked vehicles, the White Stonecrop (*Sedum album*) has found a location that is largely protected from being stepped on and that corresponds well to its natural requirements as a former rock plant; photo: R. Wittig.

von Steingarten-Trend und Dachbegrünung häufig in Steingärten oder auf Flachdächern kultiviert wird und, von dort ausgehend, oft Massenbestände auf Schotter ungenutzter Gleise bildet. Außerdem trifft man sie häufig an und auf Mauern sowie im Randbereich mit Steinmaterial bestreuter Wege und Plätze an. Grossmann (1976) erwähnt bereits Vorkommen auf Mauerköpfen und Kiesdächern, jedoch keine ruderalen. Wittig & Alberternst (2005) fanden die Art in acht der 14 untersuchten Taunus-Siedlungen nicht nur auf und vor Mauern, sondern auch auf wenig betretenen steinigen Ruderalstellen und in Pflasterritzen.

### Centaurea montana - Berg-Flockenblume

Die Berg-Flockenblume (Abb. 6), eine Art sonniger Berg- und Schluchtwälder sowie subalpiner Hochgras- und Hochstauden-Fluren, ist ebenfalls im Taunus einheimisch, aber von Natur aus sehr selten (siehe Grossmann 1976) und wird in der Vorwarnliste der Region Nordwest aufgeführt (Starke-Ottich et al. 2019). Mit Sicherheit einheimisch sind wohl nur die Bestände in der Umgebung von Oberreifenberg. Jedoch ist sie eine beliebte Gartenpflanze und ein erfolgreicher Gartenflüchtling. Spontan aufgekommene Exemplare findet man in sämtlichen Orten, am häufigsten in der Ritze zwischen Gartenmauern oder Hauswänden und dem Bürgersteigpflaster. Zerstreut ist sie auch in Ruderalgesellschaften ungenutz-



Abbildung 6: Die Berg-Flockenblume (*Centaurea montana*) besitzt im Taunus wenige indigene Vorkommen wie z. B. bei Oberreifenberg, tritt aber sehr häufig als Gartenflüchtling auf; Foto: V. Holzgreve 2011.

Figure 6: The Mountain Knapweed (*Centaurea montana*) has few indigenous occurrences in the Taunus such as near Oberreifenberg, but occurs very often as a garden refugee; photo: V. Holzgreve 2011.

ter Orte des Siedlungsbereichs sowie am Siedlungsrand in Heckensäumen anzutreffen. Der aufgrund des natürlichen Standorts zu erwartende Schwerpunkt im Hohen Taunus ist kartenmäßig kaum erkennbar. Limitierend sind offensichtlich eine geschlossenen Bedeckung durch schattenreiche Wälder sowie das Fehlen von Siedlungen.

#### Muscari armeniacum - Armenische Traubenhyazinthe

Von der in verschiedenen Sorten kultivierten Armenischen Traubenhyazinthe (Abb. 7) sind in allen Siedlungen des UG Exemplare anzutreffen, die sich an Mauerfüßen und/oder in Heckensäumen sowie manchmal auch in Pflasterritzen spontan angesiedelt haben. Die auf dem Balkan und im Kaukasus beheimatete Art



Abbildung 7: Dieser individuenreiche Bestand der Armenischen Traubenhyazinthe (*Muscari armeniacum*) hat sich innerhalb von wenigen Jahren aus einem dort spontan aufgetretenen Exemplar entwickelt; Foto: R. Wittig 2017.

Figure 7: This population of Armenian Grape-Hyacinths (*Muscari armeniacum*), which is rich in individuals, developed within a few years from a specimen that appeared there spontaneously; photo: R. Wittig 2017.

ist der seltenen und gefährdeten (Rote-Liste Status 3) einheimischen Weinbergs-Traubenhyazinthe (*Muscari neglectum*) sehr ähnlich, so dass mit Hybridisierung zu rechnen ist. *Muscari armeniacum* sollte daher im Hinblick auf Invasivität geprüft werden. Streitz (2005) schließt übrigens nicht aus, dass einige "*Muscari-neglectum*-Funde" auf Verwechslung beruhen. Dem Verfasser sind zahlreiche Orte bekannt, an denen die Art seit mehreren Jahren beständig ist und dort bereits die dritte, in einigen Fällen sogar noch höhere Generationen hervorgebracht hat. Die Bedingungen für Einbürgerung der vor knapp 50 Jahren im Taunus offensichtlich noch weitgehend unbekannten Art – Grossmann (1976) erwähnt sie nicht – sind also erfüllt.

#### Cerastium tomentosum - Filziges Hornkraut

Das in den Gebirgen Mittel- und Süd-Italiens beheimatete, von Grossmann (1976) noch nicht erwähnte Filzige Hornkraut (Abb. 8) wird in Gärten nicht nur als Zierpflanze, sondern auch als Bodendecker kultiviert. Die Art, der Streitz (2005) keine Ausbreitungstendenz zuschreibt, ist in allen Siedlungen des UG verwildert anzutreffen, meist in unmittelbarer Gartennähe an Mauerfüßen und in Heckensäumen. Es existieren jedoch auch wenige Vorkommen in Ruderalgesellschaften der Orte sowie außerhalb von Siedlungen in lückigen Rasen an Böschungen und Wegen. Hybridisierung mit dem einheimischen *Cerastium arvense* wurde im UG festgestellt. Die Art ist also eventuell ein Kandidat für Schwarze Listen.



Abbildung 8: Das Filzige Hornkraut (*Cerastium tomentosum*) ist aufgrund seiner silbergrauen Blätter auch im nichtblühenden Zustand dekorativ und daher eine sehr häufige Gartenpflanze; Foto: R. Wittig 2021.

Figure 8: The Dusty Miller or Snow-in-Summer (*Cerastium tomentosum*) is decorative even when not in bloom due to its silver-gray leaves. Therefore, it has become a very common garden plant; photo: R. Wittig 2021.

# Sedum acre – Scharfer Mauerpfeffer

Für den Scharfen Mauerpfeffer (Abb. 9), eine Charakterart der Fels- und Sandtrockenrasen, gilt annähernd das Gleiche wie für die Weiße Fetthenne. Anders als diese ist er seltener auf Gleisschotter, dafür aber häufiger in gestörten Scherrasen sowie auf sandigen Straßenbanketten anzutreffen, auf Letzteren sogar weit außerhalb von Ortschaften. Grossmann (1976) bezeichnet ihn noch als selten.



Abbildung 9: Ob dieser Mauerpfeffer (*Sedum acre*) ein Gartenflüchtling ist oder von einem naturnahen Standort aus an diese Straße im Taunus gelangt ist, kann man ihm nicht ansehen; Foto: V. Holzgreve, Niederreifenberg 2011.

Figure 9: You cannot tell whether this Wallpepper (*Sedum acre*) is a garden refugee or whether it came to this road in from a near-natural location; photo: V. Holzgreve, Niederreifenberg 2011.

# Campanula persicifolia - Pfirsichblättrige Glockenblume

Die Pfirsichblättrige Glockenblume (Abb. 10) ist in wärmeren Regionen Deutschlands einheimisch, fehlt jedoch natürlicherweise in weiten Gebieten des Taunus. Für den westlichen Taunus wird sie allerdings von Grossmann (1976) als ziemlich häufig bezeichnet. Die auch im übrigen Taunus sehr häufige Kultivierung als Zierpflanze hat auch in den von der Art ursprünglich nicht besiedelten Gebieten vielerorts den Sprung über den Gartenzaun nach sich gezogen. Eventuell als Folge des Klimawandels überlebt und vermehrt sie sich im Siedlungsbereich außerhalb der Gärten erfolgreich an Mauer- und Gebäudefüßen, in wenig betreten Pflasterritzen sowie in südexponierten Säumen vor Hecken und Büschen. Im Hohen Taunus ist sie allerdings deutlich seltener als im Vor- und Hintertaunus, ist aber in ersterem heute häufiger vertreten als noch vor knapp zwei Jahrzehnten: Wittig & Albertennst (2005) fanden die Art nämlich nur in einer der 14 von Ihnen untersuchten Hochtaunus-Siedlungen spontan wachsend, aktuell findet man sie dagegen in immerhin vier dieser Orte. Im Handel befinden sich mehrere züchte-

risch veränderte Kultivare. Das Genom der im Taunus deutlich in der Minderzahl befindlichen einheimischen Exemplare könnte dadurch verändert werden.



Abbildung 10: Die Pfirsichblättrige Glockenblume (*Campanula persicifolia*) vermehrt sich seit fünf Jahren in der Hauseinfahrt des Verfassers. Weder dort, noch im angrenzenden Garten wurde sie angepflanzt oder ausgesät; Foto: R. Wittig 2021.

Figure 10: The peach-leaved bellflower (*Campanula persicifolia*) has been multiplying in the author's driveway for 5 years. Neither there nor in the adjacent garden was it planted or sown; photo: R. Wittig 2021.

#### Lychnis coronaria - Kronen-Lichtnelke

Die im östlichen Mittelmeerraum beheimatete und daher Sommerwärme liebende, als Zierpflanze neuerdings äußerst beliebte Kronen-Lichtnelke hat sich, bisher mit Ausnahme einiger sehr hoch gelegener Orte im Ostteil der TK 25 Oberreifenberg, häufig erfolgreich außerhalb von Gärten vor Mauern, Zäunen und Hecken angesiedelt (nicht selten in eindeutig ruderaler Gesellschaft, Abb.11) und wird dort wegen ihrer Attraktivität oft von Wildkrautbekämpfung verschont, so dass mit Einbürgerung zu rechnen ist. Für einheimische Arten bedeutet dies wahrscheinlich keine Gefahr. GROSSMANN (1976) erwähnt die Art nicht, STREITZ (2005) nennt für den Taunus zwei Vorkommen.



Abbildung 11: Die Kronen-Lichtnelke (*Lychnis coronaria*) als Bestandteil einer Ruderalgesellschaft; Foto: R.Wittig 2021.

Figure 11: The Crowned Catchfly (*Lychnis coronaria*) as part of a ruderal plant community; photo: R. Wittig.

#### Aubrieta deltoidea - Blaukissen

Das in ostmediterranen Hochgebirgen beheimatete, als Steingartenpflanze momentan sehr beliebte Blaukissen, von dem inzwischen mehrere Farbvarianten oder Hybride im Handel sind, wird in sehr vielen Vorgärten kultiviert. In Kronberg (Abb. 12) und Königstein sind dem Verfasser wildwachsende Bestände der Art bekannt, die dort seit über 20 Jahren existieren und von Jahr zu Jahr zugenommen haben. *Aubrieta deltoidea* kann also zumindest lokal als eingebürgert gelten. Grossmann (1976) und Streitz (2005) erwähnen die Art nicht, Wittig & Alberternst (2005) fanden sie bereits in zwei Siedlungen des Hohen Taunus.



Abbildung 12: Das Blaukissen (*Aubrieta deltoidea*) siedelt seit mehreren Jahrzehnten an der Kronberger Stadtmauer; Foto: R. Wittig 2008.

Figure 12: The Blue Pillow ( $Aubrieta\ deltoidea$ ) exists on the Kronberg city wall for several decades; photo: R. Wittig 2008.

# Potentilla verna - Frühlings-Fingerkraut

Das einheimische, leicht wärmeliebende, allgemein als schwache Charakterart von Trockenrasen geltende Frühlings-Fingerkraut wird häufig in Steingärten und auf Friedhöfen als Zierpflanze kultiviert. Grossmann (1976) bezeichnet sie für den Rheingau als häufig, nennt dabei aber Standorte, die im Taunus selten sind oder sogar fehlen. Die überwiegende Zahl der spontanen Vorkommen stammt

eindeutig von Gartenpflanzen ab und fand sich in Scherrasen des Siedlungsbereichs und der Friedhöfe, in Grabzwischenräumen sowie an Mauerfüßen und in Pflasterritzen (Abb. 13). Da die Gartenpflanzen höchstwahrscheinlich aus anderen Regionen oder Ländern stammen, ist ein schleichender Verlust des einheimischen Geninventars zu befürchten. Im UG liegt der aktuelle Verbreitungsschwerpunkt im vergleichsweise warmen Westen (wo sicherlich indigene Populationen existieren), während die höchsten Lagen noch nicht besiedelt werden.



Abbildung 13: Frühlings-Fingerkraut (*Potentilla verna*) in gartennahen Pflasterritzen in Eppstein; Foto: R. Wittig 2010.

Figure 13: Spring Cinquefoil (*Potentilla verna*) growing in pavement cracks in Eppstein; photo: R. Wittig 2010.

# 4 Vergleich der historischen mit den aktuellen Gartenflüchtlingen

Zwischen den historischen Gf (hGf) und den modernen Gf (mGf) zeigt ein Vergleich von Tabelle 1 mit Tabelle 2 folgende (z. T. keiner Erklärung bedürfende) Unterschiede:

- 1. Häufigkeit: Die häufigsten hGf sind im Durchschnitt in mehr Rf vertreten als die häufigsten mGf.
- **2. Indigenat**: Unter den 14 hGf befindet sich nur eine in Hessen einheimische Art (7 %), unter den mGf sind es dagegen 6 (50 %).
- **3. Einbürgerung:** Von den hGf sind nach Einschätzung von STARKE-OTTICH et al. (2019) nur drei in Hessen und vier in der Region noch nicht eingebürgert,

bei den mGf trifft dies dagegen für fünf der sechs nicht einheimischen Arten zu. Wie in Abschnitt 3.3 erläutert, kann man jedoch vier der in Tabelle 2 enthaltenen Neophyten den Status "E" (= eingebürgert) zuerkennen.

- **4. Gefährdung**: keine der hGf gilt in Hessen oder der Region als gefährdet, während zwei der mGf in der Region Nordwest und davon einer in Gesamthessen auf der hessischen Vorwarnliste stehen (siehe hierzu die Fragen in Kapitel 5).
- 5. Invasivität: Die Hälfte der häufigsten hGf (sieben von 14) werden "offiziell", das heißt vom Bundesamt für Naturschutz (Nehring et al. 2013), als invasiv eingeschätzt. Unter den häufigsten mGf trifft dies zwar lediglich für eine Art zu, betrachtet man aber das Potenzial der Arten kritisch, ist Invasivität bei zwei weiteren nicht auszuschließen.

Während bei den Punkten 1, 3 und 5 die längere seit der Gartenflucht vergangene Zeit eine plausible Erklärung liefert, bedürfen die Punkte 2 und 4 einer kurzen Erläuterung. Der Unterschied bezüglich der Häufigkeit des Auftretens einheimischer Arten als Gf ist höchstwahrscheinlich nur ein scheinbarer: Seit alters her wurden einheimische Arten als Heil-, Würz- oder Gemüsepflanzen in Gärten geholt, dort kultiviert und konnten dementsprechend aus Gärten verwildern, was aber kaum oder gar nicht beachtet wurde. Die Gefährdung wird vereinbarungsgemäß nur für einheimische und alteingebürgerte Arten angegeben. Da Tabelle 1 (hGf) keine in Hessen einheimische Art enthält, kann sie auch keine bezüglich eventueller Gefährdung bewertete Art enthalten. Für die neophytischen mGf beststeht keine aktuelle Gefahr des Erlöschens, denn sie besitzen momentan in den Gärten eine ständige Nachschubquelle. Allerdings stellt sich die Frage, ob die häufige Verwilderung bisher seltener einheimischer Arten Konsequenzen für deren Einstufung in den Roten Listen haben (sollten).

# 5 Einheimische Gartenflüchtlinge und Rote Listen

Aufgrund der oben vorgestellten Ergebnisse stellen sich dem Autor unter anderem folgende Fragen:

- Soll eine einheimische Art, deren indigener Bestand in einer Region, einem Bundesland oder Staat so stark zurückgegangen ist, dass sie in die Vorwarnoder gar in die Rote Liste des betreffenden Gebietes aufgenommen wurde, weiterhin in der Liste verbleiben, obwohl die Art aktuell einen starken Zuwachs durch Gartenflüchtlinge erfahren hat und weiterhin erfährt?
- Wie kann man nötigenfalls außer eventuell durch genetische Untersuchungen erkennen, ob beispielsweise ein am Siedlungsrand von Oberreifenberg in einem Heckensaum wachsendes Exemplar der Berg-Flockenblume (Centaurea montana) aus einem benachbarten Garten oder dem angrenzenden NSG Reifenberger Wiesen stammt? Und kann man sicher sein, dass jede in einem Wald bzw. Waldsaum wachsende Akelei (Aquilegia vulgaris) einheimisch ist,

nur weil die Art dort früher einheimisch war? Genetische Untersuchungen können eventuell für das jeweils untersuchte Individuum oder die untersuchte Gruppe Sicherheit geben, aber damit ist nicht geklärt, ob das Untersuchungsergebnis auch auf benachbarte Exemplare zutrifft.

Die wissenschaftlich exakte Beantwortung der Fragen würde ein intensives Literaturstudium und eine wahrscheinlich mehrere Druckseiten einnehmende Diskussion erfordern. Für Ersteres fehlt dem Autor momentan die Zeit, für Letzteres eventuell der Druckraum. Bei einer weiteren Nichtberücksichtigung einheimischer mGf in den Roten Listen müsste man logischerweise die verwilderten Bestände aufgrund zu erwartenden Einflusses auf das Genom der indigenen Populationen in die Schwarzen Listen als zu bekämpfend aufnehmen. Da man aber, wie oben erwähnt, im konkreten Fall oft nicht sicher zwischen indigen und verwildert unterscheiden kann, wäre dies zwar konsequent, jedoch sinnlos. Auf Dauer sind daher einheimische und neophytische Populationen der gleichen Art wohl oder übel gemeinsam zu bewerten.

#### 6 Methodenkritik

Wie in Abschnitt 2 erwähnt, wurden die hier vorgestellten Ergebnisse im Rahmen der Kartierung der Taunusflora gewonnen. Wer an einer botanischen Kartierung mitarbeitet (der Verfasser wagt es, von sich auf Andere zu schließen), tut dies zwar auch, aber nicht nur aus wissenschaftlichen Gründen, sondern aus Interesse an der einheimischen Flora und weil Kartieren Freude macht. Hinzu kommt, dass in der Regel die Mehrzahl der Teilnehmer (so auch bei der Kartierung der Flora des Taunus) sehr an Naturschutz interessiert ist und das Ergebnis einer Kartierung natürlich wichtige Informationen zum Stand der Gefährdung der einheimischen Flora liefert, also helfen kann, deren Schutz zu verbessern. Verständlicherweise standen daher zunächst Naturschutzgebiete sowie insgesamt gesehen relativ naturnahe Landschaftsteile (Wälder, Grünland, Gewässer) im Zentrum des Interesses der Kartierer/innen. Der engere Siedlungsbereich wurde zwar auch exakt und sogar intensiv erfasst, aber erst nachdem die anderen Bereiche des betreffenden Rf mehrfach begangen worden waren. Bei einer solchen Ergänzungskartierung wurden in der Regel nicht alle Arten erneut in die Datei eingeben, sondern nur noch die neu gefundenen. Arten, die sowohl natürlicherweise im Taunus vertreten sind als auch häufig in Gärten, Grünanlagen oder auf Gräbern kultiviert werden, sind daher in der Datei der Taunusflora für viele Rf nur mit der Angabe eines naturnahen Standortes verzeichnet, obwohl sie im gleichen Rf auch als Gf auftreten.

Anders als bei den nicht einheimischen mGf, deren sämtliche Vorkommen letztlich nur auf Gartenflucht beruhen können, ist bei einheimischen Arten, die auch kultiviert werden, der Anteil der Gartenflüchtlinge an der Gesamtzahl der Rf nicht exakt zu ermitteln. Rein theoretisch könnte die Zahl mit der in Tabelle 2

enthaltenen Zahl identisch sein, weil eventuell in jedem Rf, in dem die Art natürlicherweise vorhanden ist, ebenfalls Gf der betreffenden Art vorhanden waren. Realistisch gesehen wird der Anteil der von Gf besiedelten Rf aber geringer sein als die in Tabelle 2 enthaltene Zahl, wobei die Differenz von Art zu Art unterschiedlich groß ist.

Verständlicherweise ist die Einschätzung dieser Differenz auch bei den beteiligten Kartierern nicht einheitlich. Wer überwiegend außerhalb von Wohn- und Gewerbegebieten kartiert hat, wird beispielsweise für *Potentilla verna* die in Tabelle 2 enthaltene Zahl weitgehend auf die Existenz natürlicher Vorkommen zurückführen. Wer, wie der Verfasser, sehr häufig in Orten kartiert hat, weiß dagegen, dass die Art in vielen Rf, für die (aus den o. g. Gründen) ausschließlich "naturnahe" Vorkommen in der Datei verzeichnet sind, häufig auch an Mauerfüßen, in Pflasterritzen (s. Abb. 13), auf Baumscheiben, in der Umgebung von Laternenpfählen etc. auftritt. Außerdem können selbst Funde an relativ naturnahen Standorten aus Gärten stammen und durch Tierverbreitung dorthin gelangt sein bzw. auf Abkippen von Gartenabfällen beruhen. Ein erfahrener Kartierer und Mitbegründer der Taunus AG hat auf die Frage nach der Einschätzung eines Vorkommens geantwortet: "Wie soll ich das erkennen? Man kann die Pflanze doch nicht fragen, woher sie kommt". Diese Antwort könnte beispielsweise auch auf das in Abbildung 9 gezeigte Vorkommen von Sedum acre zutreffen.

Einfacher ist es bei *Centaurea montana*, denn man ist sich allgemein einig, dass natürliche Vorkommen nur in den höchsten Lagen des Taunus existieren. Allerdings kann man im konkreten Fall auch hier nicht sicher entscheiden. Das in dieser Arbeit abgebildete Foto (Abb. 6) stammt vom Rand eines Weges, der zwischen Wiesengelände (in dem die Art von Natur aus vorkommt) und Gartengelände (in dem die Art als Zierpflanze vorhanden ist) verläuft. Wuchsen die Vorfahren dieses Exemplars also schon immer in der Wiese oder stammt es von Artgenossen im benachbarten Garten ab?

Zusammenfassend ist also Folgendes festzustellen: Solange bei Kartierungen nicht quasi Unmögliches geleistet wird, nämlich für jedes gesonderte Vorkommen von Arten, die im Gebiet natürlicherweise existieren, aber auch als Gartenflüchtlinge bekannt sind, bei jedem Kartierungsgang ausführliche Notizen zu Standort, Vergesellschaftung und Gartennähe zu machen, würden getrennte Angaben der Rf-Zahl reine Mutmaßungen darstellen. Aber auch wenn dies erfolgen würde, wäre allenfalls eine Annäherung an die Realität möglich, wie die o. g. Beispiele zeigen.

## 7 Dank

Herrn Volker Holzgreve danke ich herzlich für die Überlassung von drei Fotos und ebenso Herrn Armin Jagel für ein Foto.

#### 8 Literatur

- BOMBLE, W. (2012): Sedum s.l. Fetthenne, Mauerpfeffer (Crassulaceae), in Nordrhein-Westfalen einheimische und verwilderte Arten. Jb. Bochumer Bot. Ver., 3: 269-280; Bochum.
- FUCKEL, L. (1856): Nassaus Flora. Ein Taschenbuch zum Gebrauche bei botanischen Excursionen in die vaterländische Pflanzenwelt. Phanerogamen. LXIV, 383 + XX Seiten, 1 geognostische Karte, 11 analytische Tafeln; Wiesbaden (Kreidel und Niedner).
- GROSSMANN, H. (1976): Flora vom Rheingau. Ein Verzeichnis der Blütenpflanzen und Farne sowie ihrer Fundorte. 329 S.; Frankfurt a. Main (Waldemar Kramer).
- Hetzel, G. (2006): Die Neophyten Oberfrankens. Floristik, Standortcharakteristik, Vergesellschaftung, Verbreitung, Dynamik. Julius-Maximilian-Univ. Würzburg. 156 S.; Würzburg.
- JÄGER, E.J. (Hrsg.) (2011): Rothmaler Exkursionsflora von Deutschland. Gefäßpflanzen: Grundband. 930 S.; Heidelberg (Springer Spektrum).
- JÄGER, E.J., EBEL, F., HANELT, P. & MÜLLER, G.K. (2008): Rothmaler Exkursionsflora von Deutschland, Bd. 5. Krautige Zier- und Nutzpflanzen. 874 S.; Heidelberg (Springer Spektrum).
- Metzing, D., Garve, E. & Matzke-Најек, G. (2018): Rote Liste und Gesamtartenliste der Farn- und Blütenpflanzen (Trachaeophyta) Deutschlands. In: Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands, Band 9: Pflanzen. Naturschutz Biol. Vielfalt, 70 (9); Bonn-Bad Godesberg.
- Nehring, S. & Skowronek, S. (2017): Die invasiven gebietsfremden Arten der Unionsliste der Verordnung (EU) Nr.- 1143/2014 Erste Fortschreibung 2017. BfN-Skripten, **471**: 176 S.; Bonn (BfN).
- Nehring, S., Kowarik, I., Rabitsch, W. & Essl, F. (Hrsg.) (2013) Naturschutzfachliche Invasivitätsbewertungen für in Deutschland wild lebende gebietsfremde Gefäßpflanzen. BfN-Skripten, **352**: 201 S.; Bonn (BfN).
- Oberdorfer, E. (2001): Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiete, 8.Aufl. 1051 S.; Stuttgart (Ulmer).
- Reichenau, W. von (1900): Mainzer Flora. Beschreibung der wilden und eingebürgerten Blütenpflanzen von Mainz bis Bingen und Oppenheim mit Wiesbaden und dem Rheingau nebst dem Walde von Grossgerau. XXXVI + 532 S.; Mainz (H. Quasthoff).
- STARKE-OTTICH, I., BARTH, U., BLATT, H., BÖNSEL, D., BÖGER, K., CEZANNE, R., FREDE, A., GREGOR, T., GOTTSCHLICH, G., HEMM, K., HODVINA, S., JANSEN, W., KUBOSCH, R., MAHN, D. & UEBELER, M. (2019): Rote Liste der Farn- und Samenpflanzen Hessens, 5. Fassung. 271 S.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie).
- STREITZ, H. (2005): Die Farn- und Blütenpflanzen von Wiesbaden und dem Rheingau-Taunuskreis. Abh. Inst. Senckenberg. Naturforsch. Ges., **562**: 1-402; Stuttgart (E. Schweizerbart).
- Wittig, R. (2012): Flora von Oberursel X. Mitt. Ver. Geschichte Heimatk. Oberursel (Taunus), **56**: 57–87; Oberursel.
- WITTIG, R. & ALBERTERNST, B. (2005): Flora der Dörfer des Hochtaunus. Geobot. Kolloq., **18**: 35-50; Solingen, Frankfurt a. M.
- WITTIG, R., EHMKE, W., KÖNIG, A. & UEBELER, M. (Hrsg.) (2021): Taunusflora. in Vorbereitung; Frankfurt a. M. (BVNH).

Prof. Dr. Rüdiger Wittig ruedigerwittig@t-online.de

Manuskripteingang: 31. August 2021

# Klostergärten aus Sicht von Botanik und Kulturgeschichte

## HERMANN JOSEF ROTH

Mönchtum, Gartenkultur, Botanik, Klostermedizin, Pflanzensymbolik

Z u s a m m e n f a s s u n g : Die Gartenkultur der Klöster des lateinischen Westens hat im Verlauf von etwa 15 Jahrhunderten unterschiedliche Gartentypen entwickelt. Im Mittelalter bedienten sie pharmakologische Bedürfnisse einer bis ins 12. Jh. monopolistischen Klostermedizin. An der Emanzipation der Botanik seit dem 16. Jh. wirkten ehemalige Mönche bahnbrechend mit. Die iberischen Entdeckungsreisen wurden stets von Ordensleuten begleitet, von denen einige jenseits ihrem Missionsauftrag fremde Floren erforschten und zum überseeischen Pflanzentransfer sachkundig beitrugen. Innerhalb der gemeinsamen Barockkultur bieten die Parkanalagen der geistlichen Stifte ein eigenes Profil gegenüber den feudalen Residenzen. Seitdem weisen moderne Gepflogenheiten die Richtung. Kopien aus der Geschichte gelingen nur teilweise.

# Monastery gardens in view of botany and cultural history

Monasticism, garden culture, botany, plant symbolism

A b s t r a c t: The monastic garden culture of the Latin West has developed into different types of gardens over the course of about 15 centuries. In the Middle Ages, they served pharmacological needs of a monopolistic monastic medicine until the 12<sup>th</sup> century. Former monks were pioneers in the emancipation of botany since the 16<sup>th</sup> century. Within the common Baroque culture, the parks of monasteries offer their own profile compared to the feudal residences. Since then, modern customs have been pointing the way. Copies from the story succeed only partially.

#### Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	29
	Mittelalter	30
3	Renaissance und Barock	41
4	Die Zeit danach	50
5	Literatur	53

# 1 Einführung

In heutzutage kaum vorstellbarem Maße hat das europäische Mönchtum zur Wiederbelebung des kulturellen Lebens beigetragen, das in der Periode der so genannten Völkerwanderung fast zum Erliegen gekommen war. In den Konventen lebten sprachkundige Mönche, die das Schrifttum der Antike lesen und erklären

konnten. Diese Einsicht hat neuerdings reges Interesse an diesem Teil unserer Kulturgeschichte geweckt, leider bei Rezeptionsversuchen zu bedauerlichen Auswüchsen geführt, man denke nur an die Missverständnisse um die Klostermedizin (Rотн 2006). Dem soll in diesem Beitrag entgegengewirkt werden, indem für den verwandten Sektor Gartenwesen einige Orientierungspunkte geliefert werden.

Die Klosterregel (MIGNE PL 66) des Benedikt von Nursia (ca. 480–547) ordnet bereits an, dass alles zum Leben Notwendige innerhalb der Klausur vorhanden sein muss. In Kapitel 66, 6 heißt es: *Monasterium autem, si possit fieri, ita debet constitui ut omnia necessaria, id est aqua, molendinum, hortum, vel artes diversas intra monasterium exerceantur*. ("Das Kloster soll, wenn möglich, so angelegt werden, dass sich alles Notwendige, nämlich Wasser, Mühle und Garten, innerhalb des Klosters befindet und verschiedene Arten des Handwerks dort ausgeübt werden können.") Unmittelbares Ziel dabei war die monastische Autarkie. Als Vorbild diente das römische Landgut (*villa rustica*), dessen Gemüse- und Obstkulturen die Versorgung der antiken Großfamilie sicherstellten. In Kapitel 7, 63 wird der Garten als einer der Orte zur Übung monastischer Tugenden genannt: ... *in horto, ..., in agro ... inclinato sit semper capite*. ("im Garten, auf dem Acker senkt er [der Mönch] stets den Blick".)

Wenn im Folgenden von "Mönch" und "Mönchtum" die Rede ist, so stehen diese Begriffe als Termini und sind nicht geschlechtsspezifisch gemeint. Die klösterliche Lebensform ist im gegebenen Zusammenhang einheitlich. Wenn Nonnen nur selten ausdrücklich genannt werden, so ist das lediglich Folge der schwachen Quellenlage.

#### 2 Mittelalter

# Landgüter – Landklöster

Weder aus Monte Cassino (gegr. ca. 529 n. Chr.), der Wiege des westlichen Mönchtums, noch aus einem der alten Klöster gibt es zuverlässige Nachrichten über die Ausstattung ihrer Gärten. Der viel zitierte Klosterplan von St. Gallen (HECHT 1985) ist eine idealisierte Darstellung. Immerhin liefert er eine Vorstellung, wie solche Gärten in die Gesamtanlage eingefügt worden sind. Er zeigt außerdem, dass es d e n Klostergarten gar nicht gibt, sondern innerhalb des Abteikomplexes mehrere Gartentypen unterschieden werden müssen.

Selbst das aus dem Jahr 827 stammende Gedicht *Liber de cultura hortorum* ("Buch über den Gartenbau"; Wien 1510: *Hortulus*, dt. Gärtlein) von Abt Walahfrid Strabo (808/9–849), Reichenau, muss grundsätzlich als literarisches Konstrukt beurteilt werden, das natürlich einen realen Garten spiegelt (Stoffler 1989).

Einer der wichtigsten Reformatoren des Benediktinertums, Abt Benedikt von Aniane (750–821), hatte zuvor schon einen Kräutergarten anlegen lassen, der möglicherweise für die übrigen Klöster des Frankenreiches zum Vorbild wurde.

Die zitierten klösterlichen Dokumente müssen im Zusammenhang mit dem karolingischen Capitulare de villis vel curtis imperii (auch: ... de curtis imperialibus) betrachtet werden. Im Hortulus erscheinen nämlich die Pflanzen in der Reihenfolge wie im Capitulare (BBKL 1998). Diese kaiserliche Landgüterverordnung mit ihrer Liste von 73 Blumen, Kräutern, Gemüse- und Obstpflanzen und 16 Baumarten muss in den Klöstern zumindest als Anregung empfunden worden sein, es den Domänengütern möglichst gleich zu tun, wenn sie nicht gar als verpflichtend angesehen worden ist.

## Gartentypen

Nicht nur volkstümliche Vorstellung verbindet mit dem Begriff Klostergarten das vom Kreuzgang eingeschlossene Geviert (*quadrum*), manchmal etwas missverständlich auch als "Kreuzgarten" bezeichnet.

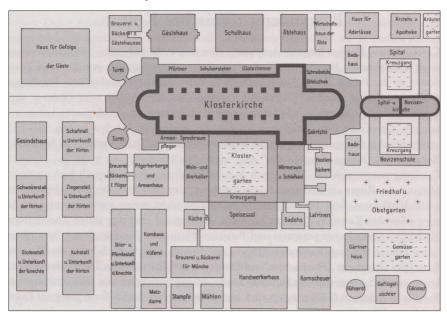


Abbildung 1: Idealplan des Klosters St. Gallen; Quelle: RICHTER-REICHHELM, J. & STOSCH, W. (1988): Intensivkurs Latein; Frankfurt a. M. (Diesterweg).

Figure 1: Ideal plan of the monastery St. Gallen; source: RICHTER-REICHHELM, J. & STOSCH, W. (1988): Intensivkurs Latein; Frankfurt a. M. (Diesterweg).

Der Idealplan des Klosters St. Gallen (Abb. 1) zeigt deutlich die verschiedenen Gartentypen innerhalb der Klausur. Im Zusammenhang mit dem derzeitigen Interesse an Klostermedizin findet die Anlage des Kräutergartens erhöhte Beachtung. Dessen Pflanzenliste verrät eine gewisse Angleichung an die klimatischen Bedingungen des Nordens. In diesem *herbularius*, dem klösterlichen Arzneigarten, sollten 15 Pflanzen angebaut werden, nämlich:

Bockshorn (Trigonella foenum-graecum)

Brunnenkresse (Nasturtium officinale)
Fenchel (Foeniculum vulgare)
Frauenminze (Tanacetum balsamica)
Liebstöckel (Levisticum officinale)

Lilie (Lilium sp.)
Pfefferkraut (Satureja sp.)

Pfefferminze (Mentha x piperita)
Raute (Ruta graveolens)
Kreuzkümmel (Cuminum cyminum)

Rose (Rosa sp.)

Rosmarin (Rosmarinus officinalis) Salbei (Salvia officinalis)

Stangenbohne (Phaseolus var. vulgaris)

Vitsbohne (Phaseolus var.)

Inwieweit der Entwurf je irgendwann und irgenwo so oder ähnlich ausgeführt worden sein könnte, bleibt Spekulation. Immerhin erfährt man aus dem Plan, welche Gärten sonst noch vorgesehen waren und an welcher Stelle sie angelegt werden sollten. Es waren Obst-, Gemüse- und Kräutergarten (für Heil- und Gewürzkräuter), je nach Gegend Weingärten (Wingerte), Olivenhaine oder anderes. Weinanbau versuchten später viele Klöster sogar an Orten, die heute als dafür völlig ungeeignet betrachtet würden. Als Mittel zur Kräftigung, bei der Bekämpfung von Übelsein oder als Desinfektionsmittel war Wein einfach unentbehrlich.

Sinnfällig dabei ist die Anlage des Obstgartens (*pomarium*), der zugleich als Begräbnisstätte dient. Da begegnen sich praktische Nutzanwendung und Symboltheologie: Indem der Baum im Boden wurzelt, aus ihm Kraft bezieht und umgekehrt seine Äste himmelwärts richtet, verbindet er gleichsam Erde und Himmel. Die Toten, die unter ihm beigesetzt sind, entlassen ihre Seelen in höhere Gefilde. Man könnte es auch im Sinne der modernen Ökologie interpretieren und vom Kreislauf der Stoffe sprechen.

Die Anlage dieses Friedhofes im wahren Sinn des Wortes ist schlicht. Um ein Kreuz in der Mitte gruppieren sich in regelmäßiger Anordnung die Gräber. Die Bäume dagegen sind eher unregelmäßig verteilt. 15 Sorten werden – übrigens in deutlicher Anlehnung an das *Capitulare* – gezählt:

Apfelbaum (Malus domestica) Birnbaum (Pyrus communis) Pflaumenbaum (Prunus domestica) Pinie (Pinus pinea) Speierling (Sorbus domestica) Mispel (Mespilus germanica) Lorbeer (Laurus nobilis) Edelkastanie (Castanea sativa) Feigenbaum (Ficus carica) Quitte (Cydonia oblonga) Pfirsisch (Prunus persica) Haselnuss (Corylus avellana) Mandelbaum (Prunus dukcis) Maulbeerbaum (Morus alba) Walnussbaum (Juglans regia)

Auch der Hortulus des Abtes Walahfrid vermittelt einen Überblick über die auf der Insel Reichenau im Bodensee gezogenen Nutzpflanzen. Sein Inhalt lässt erkennen, dass Strabo eingehende Kenntnisse der antiken Gelehrten hatte. Offensichtlich hatte er Zugriff auf die Schriften von Galen, Plinius, Dioscurides und anderer antiker Schriftsteller. Seine Kenntnisse über ausländische Pflanzen schöpfte Strabo zum einen also aus der griechischen und lateinischen Literatur. Zum anderen aber dürften ihm im Zuge der Völkerwanderung neue Einsichten über fremdländische Pflanzen und ihre Wirkungen vermittelt worden sein. Daneben stammt vieles aus dem Wissen der Franken.

Durch den *Hortulus* erhalten wir ein lebendiges Bild dieses frühen Klostergartens, so dass man auf der Reichenau dieses Gärtchen rekonstruieren und weisungsgemäß bepflanzen konnte. Hier gedeihen wie einst (von links: wissenschaftliche Bezeichnung von Pflanzenart und Familie, heutiger Name im Deutschen und Ausdruck im *hortulus*):

1.	Achillea millefolium (Asteraceae)	Schafgarbe	Ambrosia
	oder Tanacetum vulgare (Asteraceae)	Rainfarn	
2.	Agrimonia eupatoria (Rosaceae)	Odermennig	Agrimonia
3.	Anthriscus cerefolium (Apiaceae)	Kerbel	Cerefolium
4.	Apium graveolens (Apiaceae)	Sellerie, Eppich	Apium
5.	Artemisia abrotanum (Asteraceae)	Eberraute	Abrotanum
6.	Artemisia absinthium (Asteraceae)	Wermut	Absinthium

7.	Betonica officinalis (Lamiaeceae)	Betonie, Heil-Ziest	Vettonica
8.	Cucumis melo (Cucurbitaceae)	Zucker-Melone	Pepones
9.	Foeniculum vulgare (Apiaceae)	Fenchel	Foeniculum
10.	Iris germanica (Iridaceae)	Schwertlilie	Gladiolus
11.	Lagenaria sigeraria (Cucurbitaceae)	Flaschenkürbis	Cucurbita
12.	Levisticum officinale (Apiaceae)	Liebstöckel	Lybisticum
13.	Lilium candidum (Liliaceae)	Weiße Lilie	Lilium
14.	Marrubium vulgare (Lamiaceae)	Andorn	Marrubium
15.	Mentha pulegium (Lamiaceae)	Polei-Minze	Puleum
16.	Mentha sp. (Lamiaceae)	(versch.) Minzen	Menta
17.	Nepeta cataria (Lamiaceae)	Katzenminze	Nepeta
18.	Papaversomniferum (Papaveraceae)	Schlafmohn	Papaver
19.	Raphanus sativus (Brassicaceae)	Rettich	Rafanum
20.	Rosa gallica (Rosaceae)	Essig-Rose	Rosa
21.	Ruta graveolens (Rutaceae)	Wein-Raute	Ruta
22.	Salvia officinalis (Lamiaceae)	Salbei	Salvia
23.	Salvia sclarea (Lamiaceae)	Muskateller-Salbei	Sclarega
24.	Tanacetum balsamita (Asteraceae)	Frauenminze	Costus

Wie man sich aus dem vorstehend Gesagten denken kann, wurden in den Klostergärten nicht nur einheimische Gewächse gezogen. Berühmt waren die Gärten der Abteien Cornery, Marmoutier und Bourgueil-Touraine. Letztere zog unter anderem Orangen, Granatäpfel, Oliven, Süßholz, Myrrhen und Myrte.

Neben den schon angeführten verfügten auch andere deutsche Abteien über reichhaltige Gärten, zum Teil bereits in karolingischer Zeit, so Ettal, Würzburg, Fulda, Hersfeld, Benediktbeuren und sogar das klimatisch ungünstiger gelegene Prüm in der Eifel. Einen Mindestvorrat an Heilpflanzen und Gewürzpflanzen hat wohl jedes Kloster angebaut.

#### Pflanzentausch

Trotz des erklärten Mönchsideals der Ortsbeständigkeit (*stabilitas*) fand zwischen den Klöstern ein reger Austausch von Pflanzen, Sämereien und pflanzlichen Erzeugnissen statt. Mediterrane Gewächse wie Fenchel oder Liebstöckel gelangten nach Mitteleuropa und auf die britischen Inseln. Der seit Ende des römischen Imperiums darniederliegende Weinbau belebte sich auch in unseren Breiten wieder.

Durch Gregor von Tours († 594; Migne PL 71) wissen wir, dass Mönche der Gegend von Nizza Kräuter von weither, sogar aus Ägypten, kommen ließen. Um die Abhängigkeit von Lieferungen aus dem Orient zu beheben, was mit dem Aus-

breiten des Islam besonders akut geworden war, bemühte man sich verstärkt, die wichtigeren Gebrauchspflanzen auch hierzulande anzubauen. Einen Anhaltspunkt dafür liefert ein Brief eines Bischofs von Winchester an den Mainzer Erzbischof (um 754), in dem er für seine Mönche in Malmesbury um die Zusendung von Pflanzenbüchern bittet.

#### Reformmönchtum und Arbeit

Schwere körperliche Arbeit spielte gemäß altrömischer Tradition im alten Mönchtum keine zentrale Rolle. *Ora et labora* (bete und arbeite) ist keineswegs Devise der Benediktiner, sondern eine spätere Erfindung. Körperliche Arbeit war eher lästig. Kapitel 48,7 der Regula ermahnt die Mönche, nicht traurig zu sein, wenn sie zu Erntezeiten vielleicht einmal mit Hand anlegen müssten (*Si autem necssitas ... exegerit ut ad fruges recollegendas per se occupentur non contristentur*). Spätestens seit dem 11. Jh. änderte sich diese Haltung und bescherte dem Klosterwesen ein neues Gesicht. Neben benediktinischen Reformklöstern entstanden neue Gemeinschaften.

In dieser Epoche erscheint die Äbtissin Hildegard von Bingen (1098–1179), die das 20. Jh. publizistisch als Gewährsperson für die mittelalterliche Kräuterkunde installiert hat (MÜLLER 2006; ROTH 2008). Ob die ihr zugeschriebenen pharmazeutischen und naturkundlichen Schriften (MIGNE PL 197) in der vorliegenden Form wirklich von ihr stammen, bleibe dahingestellt. Sie behandeln 230 verschiedene Kräuter und 63 Bäume. Als Visionärin indes beschreibt sie in den anerkannten Schriften die Stellung des Menschen innerhalb des Kosmos. Gegenüber einem überspitzten Neuplatonismus und unterschwelligem Manichäismus weist sie der materiellen Welt eigenen Wert zu und geht unbefangen mit physiologischen Prozessen einschließlich der Sexualität um.

Als bei einer Synode in Trier ihre Visionen die wenn auch schmallippige Billigung durch Bernhard von Clairvaux (1090–1153) erfuhren, gelang Hildegard der Durchbruch. Als Benediktinerin rückt sie in die Nähe des Reformmönchtums des späten 11. Jh., das uns in Deutschland vor allem in den Kartäusern (Chartreuse, gegr. 1084), Zisterziensern (Cîteaux, gegr. 1098) und Prämonstratensern (Prémontré, gegr. 1120) begegnet.

Weil vor allem die Zisterzienser starke landwirtschaftliche Aktivitäten entwickelten, wirkten auch ihre Gärtnereien auf hohem Niveau. Bei Neugründungen führten sie Sämereien und Ableger für das neue Tochterkloster mit sich. Als benediktinische Reformbewegung folgten sie bei ihren Klosteranlagen den vertrauten Gartenschemata. Für deren Gestaltung liegen in Einzelfällen sogar literarische Zeugnisse vor. Besonders reizvoll und zugleich informativ ist eine Beschreibung von Clairvaux aus dem frühen 13. Jh. Sie wählt den Lauf der Aube als Leitfaden und verfolgt die Wirkungen des Flusses beim Weg durch das Abteigelände: durch den Obstgarten, am Kräutergarten entlang, beim Bewässern der Gemüsebeete (Migne PL 185; Roth 2008).

Anfangs strebten die Zisterzienser das Ideal an, "von eigener Hände Arbeit" zu leben, was sich freilich bald als undurchführbar erweisen sollte. Die geistlichen Anforderungen an die Mönche waren so anspruchsvoll, dass – wie schon in der Regel des hl. Benedikt – Arbeit im Vollsinne nur die Ausnahme darstellte und im Übrigen den Laienbrüdern (Konversen, Oblaten) überlassen blieb. Diese wohnten wie auch bei den Kartäusern separat und beachteten einen Tagesplan ohne allzu große liturgische Verpflichtungen.

Andererseits gehörte ein gewisses Pensum an Handarbeit zum asketischen Stil der Zisterzienser und der anderen monastischen Reformbewegungen, das jeder ausnahmslos leisten musste. Das wiederum brachte auch den feinsinnigsten Mönch mit der rauen Wirklichkeit in Berührung, lehrte in unserem Falle die Wahrnehmung der Pflanze als Ganzem. Die verzweifelte Bitte des hl. Bernhard von Clairvaux während der Feldarbeit, Maria möge ihn doch das Mähen lernen, hat einen sehr realistischen Hintergrund und ist zu Recht immer wieder künstlerisch dargestellt worden.

### Klausen

Die Begegnung mit dem Orient durch die Kreuzzüge hatte dem alten eremitischen Ideal neuen Auftrieb verschafft. Schon die ersten Einsiedeleien in Italien (Camaldoli, gegr. ca. 1012, daher "Kamaldulenser") stellten einen neuartigen Klostertyp dar, der von ferne vielleicht an die Laura (*Kellia*) in Palästina erinnern mag. Er fügte den bisherigen die individuellen Gärtchen bei den einzelnen

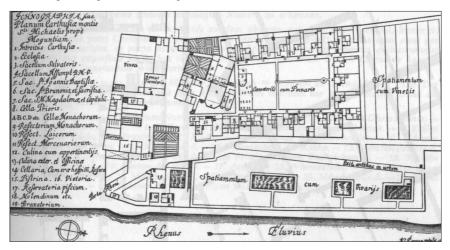


Abbildung 2: Kartause Mainz; Quelle: BBKL, Bd. 1 ff. (1975 ff.). Figure 2: Chartusian monastery Mainz; source: BBKL, vol. 1 ff. (1975 ff.).

Klausen ("Zellen") hinzu (SCHÜLLNER 2014). Eine spätmittelalterliche Ansicht der Kölner Kartause gewährt immerhin einen wenn auch idealisierten Einblick in die Zellengärten. Für die Mainzer Kartause lieg ein solcher späteren Datums vor (Abb. 2). Zusammen mit anderen zerstreuten Quellen hat man sogar zu Ausstellungszwecken (1991) die Rekonstruktion eines Zellengartens gewagt (Тома-sczewski 1991).

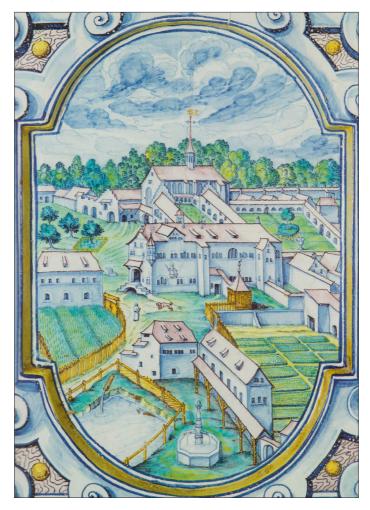


Abbildung 3: Kartause Ittingen im Thurgau; Quelle: Dr. Margrit Früh, Frauenfeld. Figure 3: Chartusian monastery in the Thurgau; source: Dr. Margrit Früh, Frauenfeld.

Dieser individuell gestaltete Klausnergarten stellt eine Besonderheit innerhalb der Klostergärten dar und ist auch bei anderen eremitischen Mönchsgemein-

schaften wie den Kamaldulensern anzutreffen. Im Übrigen entzieht er sich jeder Kategorisierung.

Die verschachtelte Gesamtanlage einer Kartause führte zu gewissen Abweichungen von den benediktinischen Gärten. Alte Ansichten vermitteln von nicht wenigen Kartausen einen bildlichen Eindruck von den Anlagen. Wie in allen Kartausen bildet der Kleine Kreuzgang (*Galiläa minor*) die Analogie zu dem benediktinischen Klöstern. Hier wie dort schmiegt er sich an das Kirchenschiff, ist aber erheblich kleiner, denn er vermittelt nur den Zugang zu Kapitelsaal und Refektorium. In Ittingen lag im Quadrum der Friedhof.

Dieser war in anderen Kartausen, zuletzt in Hain bei Düsseldorf, inmitten des Großen Kreuzganges (*Galilaea maior*) angelegt. Die ausgedehnte Freifläche ringsum war in der Regel mit Obstbäumen bepflanzt, diente gelegentlich der Imkerei und der Heumahd. An Sonn- oder Feiertagen und einem der Werktage trafen sich hier die Einsiedler zu einer befristeten Erholungspause (*recreatio*), wobei sie vom Stillschweigen entbunden waren (*colloquium*).

Neben der Ittinger Küche lagen praxisgerecht Kräuter- und Gemüsegarten. Zwischen der Eremitagen-Zeile und der Außenmauer erstreckte sich wie in vielen Kartausen als eine Art "Pufferzone" eine Nutzgartenfläche (Abb. 3). In Ittingen zog man hier vorzugsweise Weißkohl, um ihn als Sauerkraut zur Winterzeit auftischen zu können. Schließlich umschloss die Klausur auch einen kleinen Wingert.

Der Zufall bescherte uns immerhin eine materiell greifbare Momentaufnahme aus einem Kartäusergarten vor über 400 Jahren. Bei Ausgrabungen wurden in der ehemaligen Kartause Mount Grace (North Yorkshire, gegr. 1397) Sämereien gefunden, die seit der gewaltsamen Aufhebung des Klosters (1536/40) im Boden geschlummert hatten, ohne ihre Keimkraft einzubüßen (Collectio Cartusiana 16/1989: 3–4). Es handelte sich um Färber-Wau (*Reseda luteola* L.) und Königskerze (*Verbascum sp.*L.), die beim Einfärben von Wolle und zur Herstellung von Kerzen Verwendung fanden.

## Stadtgärten der Mendikanten

An den Feierlichkeiten in Köln nahm kein Geringerer als Albertus Magnus (um 1200–1280) teil, der gerade die Leitung des neu eingerichteten *Studium generale* der Dominikaner übernommen hatte. Er steht für eine neue Zeit, in der mit der Emanzipation der Städte das Mönchtum sein akademisches Monopol verlor. Die Mendikanten schienen die Breche zu füllen, wurden aber schnell in das Universitätssystem integriert. Wie bisher wurde Botanik aus medizinischem oder diätetischem Interesse betrieben, aber jetzt doch gelegentlich um ihrer selbst willen. Alberts Werk *De vegetabilibus* verrät Distanz gegenüber irrigen Angaben des Aristoteles. Die Bücherweisheit ergänzte er durch praktische Erfahrung nach der Devise *experimentum solum certificat* (BALSS 1947).

Die Klöster der Dominikaner, Franziskaner und Karmeliter waren nun in die Häuserzeilen der Städte eingeklemmt. Als relativ bescheidene Unterkünfte heben sie sich zumindest in Mitteleuropa deutlich von den riesigen Abteien auf dem Lande ab. Die Grundstücke und dementsprechend die Gärten wirken auf den Stadtplänen geradezu handtuchgroß. Und dennoch war es einem Albertus Magnus möglich, einfache botanische Versuche durchzuführen und zu protokollieren.

Dagegen waren die Areale nicht für Erwerbsgärtnereien tauglich. Sie schufen nur etwas Platz für Meditation, Entspannung und körperlichen Ausgleich. Stadtkonvente behielten das Schema bei bis zu ihrer Aufhebung. Für Hachenburg (Struif 20) ist die einstige Anlage gut dokumentiert. Manchmal haben sie diesen Charakter bis heute bewahrt wie etwa im Franziskanerklösterchen in Fiesole bei Florenz (Abb. 4).



Abbildung 4: Franziskanerklösterchen in Fiesole bei Florenz; Foto: H.J. Roth. Figure 4: The little Franciscan convent in Fiesole near Florence; photo: H.J. Roth.

Die Gärten solcher Klöster konnten wegen ihrer in der Regel geringen Größe kaum wirtschaftlich genutzt wurden, sondern dienten der Erholung (recreatio) und dem Gebet. Der Dominikaner Albertus Magnus erläutert in seinem Werk De vegetabilibus die Anlage eines kombinierten Kräuter- und Ziergartens samt Rasenfläche (HAUSCHILD 2005). Darin gibt es eine gefasste Quelle und eine Rasenbank zum Ausruhen. Während Rose, Schwert- und Madonnenlilie, Akelei, Veilchen, Salbei, Basilikum, Weinraute und Ysop zur Zierde angepflanzt werden,

füllen den kleineren Kräutergarten Duft spendende Arten wie Lavendel, Oregano, Rosmarin und Thymian. Die Planung sieht ferner Bäume vor als Schutz gegen Sonne und Windzug.

Die Macht ihrer Städte und die dadurch verfügbaren Geldmittel sind nur einer der Gründe für diese Entwicklung. Der andere Grund ist der geistige Umbruch gegen Ende des Mittelalters. Der Geist des *poverello*, des armen Franziskus, war verehrungswürdiges Ideal, aber nur selten gelebte Wirklichkeit. Hatte der wieder entdeckte Aristoteles gleichsam die Blickrichtung zur Erde hingelenkt, so wandten sich die Wissenschaften jetzt folgerichtig von der Metaphysik zur Physik.

### Mittelalterliche Vorstellungswelten

Angesichts der damaligen Mentalität war die Auswahl des Pflanzgutes, das Ausmaß seiner Verwendung sowie die Gestaltung von Beeten und Gärten vom christlichen Weltbild und seiner Symbolik bestimmt.

Die Pflanzen der Klostergärten fanden Eingang in die Bücher und erschienen in stilisierter Form als Verzierungen neben dem Text. Auf der anderen Seite waren im Klostergarten, wo sowohl Kontemplation als auch handwerkliche Arbeit stattfanden, christliche Symbolik und Weltdeutung stets präsent. Die Ordensregeln luden die manuelle Arbeit mit dem Aspekt des Heils auf, das sich auf das Objekt der Arbeit übertrug.

Die Obstbäume waren mit ihrem Vegetationsrhythmus (Blüte, Fruchtreife, Winterruhe und erneutes Erblühen) ein Sinnbild der Auferstehung, der Baumgarten diente deshalb oft auch als Klosterfriedhof. Auch immergrüne Pflanzen (Efeu oder Rosmarin) verwiesen auf das ewige Leben.

Die Gottesmutter wird auf Altarbildern oder Wirkteppichen oft im *Hortus conclusus* ("verschlossener Garten") dargestellt. Dort symbolisierten weiße Madonnenlilien ihre Jungfräulichkeit und Reinheit, die dornenlose Rose ihre unerschöpfliche Barmherzigkeit, Anmut und Milde. Das Bild des verschlossenen Gartens geht zurück auf eine Passage des Hohen Liedes (4, 12), die auf die Jungfrau Maria bezogen wird: *Hortus conclusus soror mea sponsa hortus conclusus fons signatus*. (Ein verschlossener Garten ist meine Schwester und Braut, ein verschlossener Garten und versiegelter Quell.)

Für die Darstellung des *Hortus conclusus* standen die Zier- und Baumgärten der Klöster augenfällig Pate. Albertus Magnus empfahl für diese Gärten Pflanzen wie Madonnenlilie, Rose, Schwertlilie, Akelei, Veilchen, Salbei, Weinraute oder Ysop, die in Beziehung zu Maria oder zu Kirche und Kultus gesetzt wurden. Viele der im Klostergarten angebauten Pflanzen wie Johanniskraut, Beifuß oder Disteln erfüllten auch apotropäische Funktionen.

### 3 Renaissance und Barock

Anders als Klostergärten, die in der Klausur lagen, waren Renaissance-Gärten zur Außenwelt hin geöffnet. Gerade Wegachsen, terrassierte Pflanzflächen, zierförmig beschnittene und musterhaft angepflanzte Buchsbaumhecken oder -bordüren, bunte Blumenbeete, Fontänen und Wasserspiele bestimmten das Erscheinungsbild.

Angesteckt vom neuen Geist vollzog Otho Brunfels (1488–1534) sogar den existentiell berührenden Wandel vom katholischen Priester und Mönch in der Mainzer Kartause zum evangelischen Pfarrer. Der überzeugte Theologe entfaltete sich sozusagen im Zweitberuf zu einem der "Väter der Botanik", wie Carl von Linné (1707–1778) ihn bezeichnete. Der ehemalige Kartäuser veröffentlichte bei Hans Schott in Straßburg sein Herbarum vivae eicones, das neue Maßstäbe für Pflanzenkunde und Pflanzendarstellung setzte. Mit dazu beigetragen haben die naturgetreuen Holzschnitte des Graphikers Hans Weiditz († 1536). Der Umgang mit Gewächsen folgte wissenschaftlichen Kriterien. Die Vielfalt ihrer Erscheinung versuchte Brunfels erstmals zu ordnen (BBKL 1975).

Die jetzt erscheinenden Kräuterbücher erreichen eine botanische Genauigkeit in der Artenkenntnis, die jene des Mittelalters weit hinter sich lässt (Abb. 5). Selbst dort, wo man dem alten Glauben treu geblieben und trotz Erfindung der Druckkunst noch traditionell Handschriften herstellte, wie im Zisterzienserkloster Altenberg, war man von moderner Mentalität deutlich angehaucht. In den eindrucksvollen Codices des 15. und 16. Jh. aus dem bergischen Zisterzienser-Skriptorium sind die Noten zum gregorianischen Choral von üppigen Zierleisten umrahmt mit Girlanden aus botanisch einwandfrei bestimmbaren Blüten.

Es wirkt, als ob man die Genauigkeit der Vorläufer noch steigern könne, fertigte Paolo Boccone (1633–1704) nach eigenem Herbarmaterial und Vorlagen im Botanischen Garten zu Palermo "Naturselbstdrucke" an (Geus 1995; Nissen 1965; BBKL 2009). "Eine größere Anzahl recht guter Abdrücke … findet sich im 1685 datierten Folioband der Wiener National-Bibliothek Nr. 11 102: *Disegni naturali e originali* (Nissen 1965). Auf 42 Blatt sind 82 Selbstdrucke von Pflanzen wiedergegeben, etwa das Berg-Gliedkraut (*Sideritis montana, Lamiaceae*; S. 6: … *folio flore rubelto Bocconi*), der Herzblatt-Reiherschnabel (*Geranium [Erodium] malachoides* …, S. 15) oder die Piugierdolde (*Thapsia alterea* [= *gargantea*] …, S. 28), beides Doldenblütler (*Apiaceae*).

Boccone lebte im vorgerückten Alter als Frater Silvio als Zisterzienser im Kloster Altofonte in Parco bei Palermo und zehrte vom Ruf als ausgezeichneter Botaniker. Hier bewegte er sich auch im Kreis anderer Botaniker. Sogar Linné berief sich ausdrücklich auf ihn. Schon während seiner Zeit in Padua im Botanischen Garten (gegr. 1545), der auch Arten aus den inzwischen osmanischen Besitzungen Venedigs kultivierte, konnte er sein *Museo di Piante rare della Sicilia, Malta*,

Corsica, Italia, Piemonte e Germania (1697), eine Flora Italiens und des Mittelmeeres, vollenden.



Abbildung 5: Weißer Federmohn (*Bocconia* [syn. *Macleaya*] *cordata*); Quelle: William Curtis Botanical Magazine, vol. 13.

Figure 5: Bocconia [syn. Macleaya] cordata; source: William Curtis Botanical Magazine, vol. 13.

Seine recht eigenwilligen Herbarien stellen ein merkwürdiges Beispiel zur Beschäftigung mit Botanik im Zeitalter des Barock dar. Neben dem in Padua war Boccone auch in den Botanischen Gärten von Florenz und Messina regelmäßig zu Gast. Er genoss "manche Förderung" durch den Oxforder Botaniker William Sherard (1669-1728) wie noch andere junge Kollegen, darunter übrigens Johann Jacob Dillen (Dillenius, 1684-1747), der Verfasser der "Flora von Gießen" (1719).

### **Botanische Gärten**

Nach dem Muster der Klostergärten legten medizinische Fakultäten zu Lehrzwecken botanische Gärten an. Der älteste noch immer an Ort und Stelle befindliche *Hortus medicus* ist der *Orto Botanico di Padova* (1545) der Universität Padua.

Die akademischen Mediziner wie auch die klösterlichen Krankenwärter (in-fimarii) trachteten gemäß der antiken Miasmenlehre danach, "verpestete Luft"

auszuräuchern. Unwillkürlich denkt man an "Gold, Weihrauch und Myrrhe". Tatsächlich lehrt Hildegard von Bingen in ihrer *Physica*: "[Myrrhe] ... verjagt alles Windige." Cäsarius von Heisterbach, eine "Plaudertasche" im Gewand der Zisterzienser, schildert die Einbalsamierung des ermordeten Erzbischofs Engelbert, wobei der Leichnam nach Entnahme der Eingeweide mit Myrrhe und Salz behandelt worden sei.

Bis heute geläufig ist der Weihrauch als kultisches Beiwerk, dessen Substrat aus Pflanzen der Gattung *Boswellia* aus der Familie der Balsambaumgewächse (Burseraceae) gewonnen wird. Das aromatische Myrrhenharz ("Gummiharz") stammt von *Commiphora myrrha* und anderen Arten ("Myrrhenstrauch") der Balsambaumgewächse (Burseraceae). Beide sind Importware, was allein schon die Suche nach Ersatz beflügelt hat. Den Duft von Rosen und Lilien, von ausgewählten Feldund Gartenkräutern, aber auch Aromaten aus den südeuropäischen Klöstern hat man in der Infirmerie, im Hospiz und wo nötig in anderen Räumen wirken lassen, sei es durch Schnittblumen, sei es durch Ausstreuen von getrockneten Pflanzen aus dem Botanischen Garten.

An einem der frühen Botanischen Gärten war der Franziskaner Francesco Cupani (1657–1710) maßgeblich beteiligt. Nach abgeschlossenem Medizinstudium war er 1681 dem Orden beigetreten. Die Begegnung mit Paolo Boccone veranlasste ihn, sich zunehmend mit der Flora, Fauna und Mineralogie Siziliens zu beschäftigen. Von Herzog Giuseppe del Bosco beauftragt, plante und leitete er 1692 in Misilmeri bei Palermo einen der ersten Botanischen Gärten Europas. Das Projekt brachte ihn mit namhaften Botanikern in Verbindung, darunter Giovanni Battista Triumfetti (1656–1708), seit 1682 Direktor des Botanischen Gartens in Rom. Von seinem Schrifttum, das zum Teil postum veröffentlich worden ist, befassen sich drei Titel mit Gärten: Hesperides Sive De Malorvm Avreorvm Cvltvra Et Vsv Libri Quatuor. Rom 1646; Observationes de ortu ac vegetatione Plantarum, cum novarum stirpium historia iconibus illustrata (Rom 1685) und Praelusio ad publicas herbarum ostensiones: habita in Horto Medico Romanae Sapientiae anno jubilaei MDCC (NISSEN 1965).

Charles Plumier (1646–1704) benannte ihm zu Ehren die Gattung *Cupania* aus der Familie der Sapindaceae. Außerdem sind etwa 25 weitere Pflanzenarten nach Cupani benannt, darunter auch in deutscher Sprache Cupanis Zeitlose (*Colchicum cupanii*).

Die Entwicklung von den Kloster- zu den Botanischen Gärten ist demnach durch die wachsende Kenntnis fremder Floren und die leichtere Einfuhr ausländischer Pflanzen und Sämereien angeregt worden. Mit Ende des 15. Jh. erhielt dieser Trend einen gewaltigen Schub, der anstelle des mittelalterlichen einen ganz neuen Typ des Klausurgarten entstehen ließ. Und nicht nur das: Phytotherapie, Essgewohnheiten und Schmuckempfinden veränderten sich radikal in Kloster und "Welt".

### **Neue Welt**

Ein Fresko am "Gartenhaus" – der ehemaligen Orangerie - in Bronnbach an der Tauber (18. Jh.) zeigt Allegorien überseeischer Länder (Abb. 6). Wandmalereien im so genannten Allmutterzimmer in Stift Wilten entfalten exotische Szenerien.



Abbildung 6: Fresko am "Gartenhaus" der ehem. Orangerie in Bronnbach an der Tauber; Quelle: Cistercienser-Chronik, Redaktion, Bregenz.

Figure 6: Fresco at the garden house of the former Orangery in Bronnbach on the Tauber; source: Cistercienser-Chronik, Redaktion, Bregenz.

Die Entdeckungen portugiesischer und spanischer Seefahrer veränderten demnach Weltbild und Lebensgewohnheiten bis in die Klöster, bereicherten den Speisezettel und vermehrten das Angebot an Drogen und Arzneimitteln. Heute ist man sich gar nicht mehr bewusst, dass Tomaten, Kartoffeln, Tabak und Kakao, um nur weniges zu nennen, erst seitdem hierzulande bekannt und in Gebrauch sind.

Stets gehörten Ordensleute zu den Besatzungen der Übersee-Schiffe. Ihre Rolle erschöpfte sich keineswegs in Seelsorge und Mission. Sie siedelten – meist als einzige der Fremdlinge – bei und in den Dörfern der Einheimischen, teilten ihre Lebensweise, erlernten ihre Sprache und entdeckten bisher unbekannte Nahrungsund Heilmittel. Der Gartensegen dieser Gegenden ist vielfach in die europäische Kunst und Literatur eingegangen. Den vielleicht merkwürdigsten Niederschlag fanden sie in den kostbaren Tapisserien, die zu der Zeit entstanden sind, als Fürst Johann Moritz von Nassau-Siegen (1604–1679) aus Dillenburg als Gouverneur in Pernambuco wirkte (Klatte 2015).

Noch im 16. Jh. entstanden die monumentalen Benediktiner-Abteien, Franziskaner- und Karmeliten-Konvente nicht nur in Brasilien, sondern ebenso in allen Teilen Hispano-Amerikas. Die zum Teil noch gut erhaltenen Anlagen lassen ahnen, wie prächtig die Gärten der Kolonialklöster gewesen sein müssen. In manchen lebt die gärtnerische Tradition weiter, wie der Verfasser sich selbst überzeugen konnte, etwa in den lebenden Benediktiner-Konventen von Rio de Janeiro und Olinda.



Abbildung 7: Teintures des Indes: Fantasievolle Darstellung tropischer Gewächse auf Gobelins; Quelle: Dr. Gerlinde Klatte, Bonn.

Figure 7: *Teintures des Indes*: Imaginative representation of tropical plants on gobelins; source: Dr. Gerlinde Klatte, Bonn.

Der auch fremdsprachlich versierte Jesuit Giovanni Battista Ferrari (1582/1585–1655) gab illustrierte Pflanzenbücher heraus, in denen auch exotische Pflanzen ihren festen Platz einnehmen (CERESA 1996; Abb. 7). Sein vierbändiges und mit Kupferstichen illustriertes Werk über die Kultivierung von Zierpflanzen (1632) behandelt Gartengestaltung und Gartengeräte, beschreibt Blumen und gibt Hinweise auf deren Kultur. Abschließend beschäftigt sich der Autor mit Verwendungsmöglichkeit und Schönheit der Blumensorten und ihrer Spielarten.

Das Tafelwerk *Hesperides* über die Kultivierung und Nutzung der goldenen Äpfel (1646) widmet sich nun speziell den Zitrusfrüchten, wobei Ferrari auch deren medizinische Bedeutung herausstellt, wie etwa als Mittel gegen Skorbut.

Soweit möglich untersuchte er jede Frucht selber und notiert die Befunde, statt sich auf Autoritäten zu berufen. Unterstützt von Cassiano dal Pozzo (1588–1657) versandte er Fragebogen an Anbauer von Zitrusfrüchten und erbat Auskunft über die genaue Bezeichnung der Sorte, deren Aussehen, Blätter, Blüte, Frucht und Ver-

wendung. Hernach unterschied er Zitronatzitronen, Zitronen und Orangen. Stark abweichend aussehende Früchte nannte er *frutte che scherzano* (Scherzfrüchte). Eine davon hieß beispielsweise *Limon Pomum Adami distortum et digitatum* (dt.: fingrig verformte Adamsapfel-Limone).

## Orangerien

Die Vorliebe für "Südfrüchte" erzwang künstliche Vorkehrungen für deren Akklimatisation. Ein neuer Gebäudetyp bereicherte von nun an Stifts- und Abteigärten: die Orangerie. Im Kloster Eberbach im Rheingau steht sie (erb. 1755–56) noch heute, auch wenn sie im Vergleich zu der in Bronnbach baulich sehr viel bescheidener wirkt und nicht den Charme des Gartenhauses (1722) gegenüber mit seinem Walmdach und Fachwerk besitzt. Letzteres bildet den Mittelpunkt des Prälatengartens (1719–21) am Westhang des Tales. Über ein schmuckes Portal (ca. 1719) betritt man die terrassenförmige Anlage. Von seiner Retraite aus – geradezu typisch für Klostergärten jener Epoche – konnte der Abt in aller Ruhe das Treiben zwischen Pfortenhaus und Konventgebäude beobachten.

Außergewöhnliches fand wie immer besondere Aufmerksamkeit. Damals war La Bizzarria in aller Munde (Christ 2016): Mischlinge aus Bitterorange und Zedratzitrone. Der Franziskaner und Naturforscher Agostino Mandirola erwähnt das Phänomen in seinem *Manuale di Giardinieri* (1649) über die Kultur der Zitruspflanzen. Drei Jahre später diskutierten Francesco Nardi und Cassiano dal Pozzo brieflich über einen Baum im Garten des Kardinals Carlo de' Medici in Florenz, dessen Früchte eine Mischung aus Zitronen und Orangen seien. Auch andernorts waren damals solche Bizzarrien bekannt. Francesco Cupani gebraucht den Begriff in seinem *Hortus Catholicus* (1696) und zitiert dafür Ferraris *Hesperides* (1646). Später verzeichnet der Pflanzenkatalog des Botanischen Gartens von Misilmeri (1696) derartige Chimären.

Der Paulanerpater Charles Plumier, der in Rom die Bekanntschaft von Boccone gemacht hatte, gehört zur Schar der klerikalen und monastischen Botaniker, deren Beobachtergabe und Sammelfleiß wesentlich zum Aufschwung der Klosterund Botanischen Gärten beigetragen hat. Plumier botanisierte und sammelte in Amerika. Auf Santo Domingo entdeckte und beschrieb er die Gattungen Begonia (Schiefblatt) und Fuchsia. Die von ihm erstmals beschriebene Fuchsia triphylla flore coccineo (dreiblättrige Fuchsie mit scharlachroten Blüten) ist nach dem Botaniker Leonhart Fuchs (1501–1566) benannt, einem Zeitgenossen und Kollegen von Otho Brunfels. Da Plumiers Sammelgut bei der Heimreise durch Schiffbruch vernichtet wurde, gelangten Sämereien erst später in Europas Gärten. Seine Notizen aber kamen mit einem anderen Schiff unbeschädigt hierher und wurden zum Buch Nova Plantarum Americanum Genera (1703) verarbeitet (BBKL 2011).

Ausgerechnet eine noch sehr junge Anlage schürt in fernen Zonen vehement die Erinnerung an jene Epoche: der *Jardín Etnobotánico* im historischen Zentrum der mexikanischen Stadt Oaxaca. Dominikaner wirken seit 1528 an dieser Stätte.

Ihr ehemaliger Garten, nach der Revolution lange eine Wüstenei, wird seit Juli 1998 systematisch bepflanzt und stellt anschaulich die artenreiche Palette der indigenen und klösterlichen Nutz- und Zierpflanzen beider Amerikas vor.

### Stiftsherrlichkeit

Nach den Verwüstungen des Dreißigjährigen Krieges suchten und fanden die Klöster in unseren Breiten Anschluss an die Kultur der Neuzeit. Das Erscheinungsbild der oft anstelle mittelalterlicher Anlagen errichteten Barockstifte ähnelt dem der zeitgenössischen Schlösser und Residenzen. Die Architektur bringt das nach der Reformation neu erwachte katholische Selbstbewusstsein und das Repräsentationsbedürfnis der Ordensgemeinschaften zum Ausdruck. Zudem waren die Äbte und Pröpste inzwischen durchweg infulierte Prälaten, was einer feudalen Hofhaltung neben und außerhalb des Konventes Vorschub leistete.

Ihr Barockgarten führt das Konzept des Renaissancegartens zur pompösen Entfaltung. Symmetrische Sichtachsen und geometrische Formen herrschen nun vor. Alle Einzelarrangements, ob Baumgruppen, Hecken oder Blumenbeete, sind dem Gesamtentwurf untergeordnet. Dieser wiederum sollte den Anspruch des absoluten Herrschers, ob Prälat oder Fürst, unterstreichen. Der wiederum lud Diplomaten und Günstlinge zu ausschweifenden Festlichkeiten in glanzvollem Rahmen. Vom Corps de Logis vor Abtei, Prälatur oder Palais lassen Herr und Gäste den Blick in die imaginäre Ferne schweifen, die mittels langer und schmaler Parkanlage erzeugt und durch optische Tricks gesteigert wird.

Wie bei den Schlössern bilden auch die Klostergärten (ROTH 1997) einen wesentlichen Bestandteil des repräsentativen Konzepts der Anlage. Dennoch unterscheiden sich Klostergärten selbst in dieser Epoche deutlich von jenen der Residenzen und Schlösser. So fehlen hier etwa frivole oder als solche empfundene Bildnisse, ebenso Pflanzarrangements für galante Spiele und Affären. Entscheidend ist allerdings die Ausrichtung der Alleen, Beete, Rabatte, Terrassen und Freitreppen. Deren Achsen zielen beim Schloss auf das Corps de logis, während sie im Barockstift den Weg zur Kirche als dem Mittelpunkt der Anlage weisen und den Zugang einstimmend gestalten. In Marienstatt, einer kleinen Zisterze im Westerwald (Abb. 8), blieb dieses Konzept bis heute sichtbar und wirksam, deutlich zu erkennen u. a. am Verlauf der Eschenallee und des sie begleitenden Rosengartens.

Neben den repräsentativen Parks behielten die herkömmlichen Nutzgärten ihre alte Funktion. Deren Bepflanzung wurde aber durch überseeische Arten und neu gezüchtete Sorten erheblich reichhaltiger. Nicht zuletzt ist dies auch eine Folge größerer Erfolge bei der Akklimatisation von Pflanzen aus wärmeren Klimazonen. Im Mittelalter standen dafür nur wenige Räumlichkeiten, wie etwa der (den Winter über verglaste) Kreuzgang zur Verfügung. Nun wurden zu diesem Zweck eigene Gebäude errichtet, wie die schon erwähnten ehemaligen Orangerien von Bronnbach und Eberbach.



Abbildung 8: Zisterzienser-Abtei Marienstatt im Westerwald; Foto: Abtei Marienstatt. Figure 8: Cistercian Abbey Marienstatt in the Westerwald; photo: Marienstatt abbey.

Die Gärten von Waldsassen (WIDMER 2006) sind erst kürzlich wissenschaftlich Die Klöster von Waldsassen (WIDMER 2006) sind erst kürzlich wissenschaftlich genauer untersucht worden. Auch in Ebrach (WIEMER 1999) blieb die Orangerie samt Brunnen und Skulpturen erhalten. Einige der erhaltenen Klosterhöfe (Grangien) von Ebrach (ELM 1980) zeigen, dass die Gartenkunst nicht auf das Kloster im engeren Sinne beschränkt war, sondern den gesamten Grundbesitz einer Abtei betraf.

Der Kräutergarten als Zulieferer für Küche und Apotheke (in St. Gallen: *Armarium pigmentorum*) mag daran erinnern, wie sich letztere in den Barockstiften sowohl zu repräsentativen Räumen im Stil der Zeit als auch zur wissenschaftlich konzipierten Einrichtung entwickelt haben. Sie ermöglichten eine sachgemäße Lagerung von Pflanzenteilen und Drogen ebenso wie die Präparation von Medikamenten aller Art im Labor. Komplett und in vorzüglicher Verfassung ist die Apotheke des Nonnenklosters Reutberg in Bayern erhalten. Zu nennen wären auch die Klosterapotheken von Benediktbeuren, Bertramszell, Beuerberg oder Frauenwörth. Im Bildprogramm der berühmten Stiftsbibliothek von St. Gallen stehen Putti für Arzt, Apotheker und Gärtner bezeichnend und beziehungsreich nebeneinander.

### "Vorbild" für Sanssouci

Die berühmten Terrassengärten (1747) der niederrheinischen Zisterze Kamp bewahren auch in der modernen Rekonstruktion unverfälscht das Konzept des klös-

terlichen Barockgartens (Abb. 9). Ihm gelte deshalb besondere Aufmerksamkeit (Hansmann 1993).

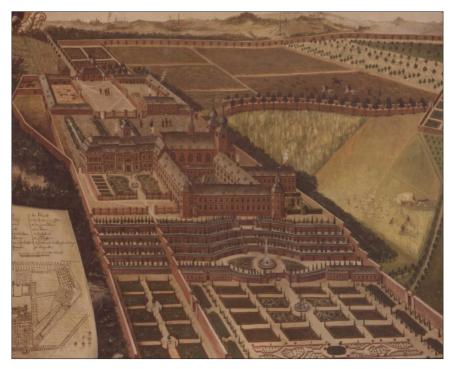


Abbildung 9: Ehemalige Zisterzienser-Abtei Kamp am Niederrhein, historische Ansicht 1747; Quelle: Cistercienser-Chronik, Redaktion, Bregenz.

Figure 9: Former Cistercian Abbey Kamp on the Lower Rhine, historical view 1747; source: Cistercienser-Chronik, Redaktion, Bregenz.

Man behauptet, dass Friedrich I. (1712–1786), König in Preußen, mit seinem künstlerischen Berater Francesco Algarotti bei einer Verwaltungsinspektion Anfang September 1740 auf der Straße von Moers nach Geldern unterwegs war und somit am Kamper Berg vorbeikam. Abt Franziskus Daniels (1692–1749) hatte gerade mit dem Bau einer Prälatur und zugehörigen Gartenanlagen begonnen, war doch das Kloster im Jahr zuvor zur reichsunmittelbaren Abtei erhoben worden. Die neuen Bauten und Anlagen sollten diese Würde nach außen hin unterstreichen.

Vier Jahre später veranlasste König Friedrich "bey Potsdam den Bau von Schloss und Garten". Wer Sansoucci erlebt hat, könnte an mehr als zufällige Parallelen denken. Kloster wie Schloss bilden jeweils den bekrönenden Abschluss für die terrassenförmig ansteigende Anlage. Auch in deren Bepflanzung steht die Residenz dem Zisterzienserstift näher als anderen Adelsschlössern: Die Mönche

zogen auf den Terrassen Obstbäume zwischen Taxuspyramiden. König Friedrich ließ ausdrücklich Obst und Weinreben anpflanzen. Barockgärten schwelgen ja sonst eher in der Pracht reicher Blumenrabatte und -beete.

Die historische Ansicht von Kamp (1747), ein Kupferstich von August Querfurth und Ernst Ludwig Ceite, hält die Idealvorstellung fest (Abb. 9). Eine Karte von 1750 belegt die Fertigstellung. Sie lag wie der Bau der Prälatur in den Händen des Kamper Zisterziensers Benediktus Bücken.

Wie in Sanssouci gliedern vier schwingende Terrassen die Südflanke des Kamper Berges. Eine fünfte und etwas breitere Terrasse schwingt zuunterst nach vorne. Inmitten der Blumenarrangements plätschert ein Springbrunnen. Seitlich lehnen sich Gewächshaus und Orangerie an. Dazwischen führt axial eine mit Skulpturen geschmückte Treppe, zum Teil zweiläufig, ins Parterre zum Gemüsegarten. In der Mitte befindet sich ein Wasserreservoir (statt des Rundbeckens der Zeichnung ein Tümpel). Den Beschluss bilden Heckenboskette. Terrassen- wie Außenmauern hatten Spaliere mit Kernobst.

Die typischen Merkmale barocker Klostergärten sind in Kamp stark ausgeprägt. Der frischgebackene Reichsprälat, dessen autoritäres Gehabe heftigen Streit mit seinem Konvent auslöste, scheute sich offenbar, seine Prälatur zum Scheitelpunkt der Anlage zu machen, wie das für ein Schloss selbstverständlich gewesen wäre. Anders als in Potsdam mündet die Freitreppe auf Konventbau und Kirche als Zentrum der Abtei. Die Prälatur bildet trotz aller Pracht im Einzelnen fast eher ein Anhängsel an den Klosterkomplex. Freilich führt dieser Anhang ein ausgeprägtes Eigenleben im Gesamtkomplex. Die prächtige Barockfassade des Gebäudes steht im Kontrast zum Klostertrakt. Der separate und ummauerte Garten schafft höfische Atmosphäre im Kleinen.

### 4 Die Zeit danach

Die Reformation hat keineswegs das Klosterwesen vollständig ausgelöscht. Vielerorts erhielten die alten Einrichtungen eine neue Bestimmung sozialer oder pädagogischer Art oder sie blieben gar als Konvente nunmehr evangelischen Bekenntnisses bestehen. Hier entwickelte sich eine Gartenkultur eigener Prägung (FORMANN 2005), die schon allein ihres Umfanges wegen leider nicht berücksichtigt werden kann.

Josephinismus (1780–90), Revolution (1789) und Säkularisation (1803) zerstörten die althergebrachte Welt des *orbis catholicus* unwiederbringlich. Nur die Stifte innerhalb der k. k. Monarchie, die sich den Auflagen Kaiser Josephs II. fügten, blieben unangetastet. Der Klostergarten eines derselben sollte sogar Experimentierfeld werden und bahnbrechend für die moderne Biologie werden.

#### Garten und Genetik

In einem Klostergarten startete die moderne Vererbungslehre: Augustiner-Abtei St. Thomas in Brünn (Brno: Augustiniánské opatství svatého Tomáše na Starém Brně), wo Gregor Mendel (1822–1884) seit 1868 als Abt vorstand. Spätestens nach Abschluss der weltbekannten Erbsen-Versuche (1863) begann er mit künstlichen Bestäubungen bei weiteren Pflanzengattungen. Für Kreuzungen zwischen Arten der Habichtskräuter (*Hieracium sp., Asteraceae*) erbat sich Mendel Samen oder Pflanzen von Carl Wilhelm von Nägeli (1817–1891) in München. Mendel veröffentlichte 1870 einen Vorbericht: "Aus dem wenigen, das ich hier mitteilen kann, wird ersichtlich, dass die Arbeit noch kaum über ihre ersten Anfänge hinausreicht." (CORRENS 1922).

Dass Mendel viel umfassender gearbeitet hat, als die beiden Arbeiten über Erbsen und Habichtskräuter vermuten lassen, geht aus dem Briefwechsel mit Nägeli hervor. "Die Briefe zeigen, dass das, was Mendel veröffentlicht hat, in der Tat in gar keinem Verhältnis steht zu dem, was er gearbeitet hat. Allein an den Bastarden zwischen verschiedenen farbigen Levkojen-Sippen [Matthiola sp., Brassicaceae] hat er mindestens sechs Jahre hindurch eifrig untersucht; außerdem experimentierte er, wie die Briefe zeigen, mit Geum, Cirsium, Aquilegia, Linaria, Mirabilis, Melandrium, Zea, Verbascum, Antirrhinum, Ipomoea, Tropaeolum, Calceolaria. Dazu kommen noch, wie wir aus anderen Quellen wissen, Dianthus, Caryophyllus [...], Lathyrus [...] und Campanula [...]." (CORRENS 1905: 191).

Die Kreuzungen waren kein Hobby. Mendel kannte die aktuellen Fragen der Biologie. Er besaß mehrere Bücher von Charles Darwin, in die er Notizen eintrug, die die Evolutionstheorie kritisch beurteilten. Mendel wollte, anders als Darwin, Artbildung nicht als Ergebnis natürlicher Entwicklung darstellen, sondern durch kontrollierte Eingriffe erforschen. Die Gattung der Habichtskräuter schien ihm dafür gut geeignet.

Den Versuchsgarten innerhalb der als Baudenkmal bemerkenswerten Abtei wird originalgetreu gepflegt. Die Masaryk-Universität hat im anschließenden Klostertrakt ein das Mendelovo Muzeum (Mendel Museum of Masaryk University) eingerichtet.

#### Ende ohne Ende

Das Thema "Klostergärten" ist mit der botanischen, wissenschafts- und kulturgeschichtlichen Perspektive nicht vollends zu erfassen. Sie verlangt auch nach Beschäftigung mit ihrer spirituellen Bedeutung nicht nur für die Menschen, die sie einst schufen oder heute wiederentdecken (HOGG & THIR 2018; SCHWILLUS & GLOBISCH 2021). Letztere mögen mitunter Gefahr laufen, vom eigenen Eifer in willkürliche Beliebigkeit getrieben zu werden. Dem ein wenig entgegenzuwirken gehört zu den Absichten dieses Beitrages.

Versuche, alte Klostergärten später wieder zu beleben, führten wohl manchmal zu einem romantischen Missverständnis. Allzu oft versucht man mit viel gutem

Willen etwas von der einstigen Vielfalt der klösterlichen Außenanlagen zu vermitteln. Ohne diese Bemühungen um das historische Erbe kleinreden zu wollen – das geschichtliche Vorbild wird kaum mal erreicht, weil eben der Erlebnisfaden zur realen klösterlichen Mentalität und Spiritualität (NABERT 2008) seit langem zerschnitten ist.



Abbildung 10: Ehem. Kloster Seligenstadt: "Klostergarten", Abteigebäude und Einhard-Basilika; © Pitopia, Mirko Hänisch, 2012.

Figure 10: Former Benedictine monastery Seligenstadt: "Monastery garden", abbey complex and Einhard basilica; © Pitopia, Mirko Hänisch, 2012.

Daran ändert kaum etwas, dass vielerorts von kirchlich gebundenen Ordensleuten "Klostergärten" angelegt und fleißig betreut werden. Geradezu ein Schulbeispiel liefert das altehrwürdige Seligenstadt am Main, dessen Gründung bereits in karolingischer Zeit erfolgt ist (828). Der dortige "Klostergarten" ist sowohl Augenweide für Pflanzenfreunde als auch Fundgrube für Botaniker (Abb. 10). Dennoch: Zu Zeiten des lebendigen Klosters hat er mit Sicherheit niemals so ausgesehen!

Als Simone Schüllner (2014) ihre Studien über die Gärten der Kartäuser betrieb, kam es zu intensiven Diskussionen darüber, was aus all den Details zu lernen sei. Ihre Folgerungen seien dem Sinn nach zitiert, weil sie generell und unabhängig von der jeweiligen klösterlichen Observanz von Bedeutung sind:

- Die Geschichte der klösterlichen Gartenkultur ähnelt grundsätzlich jener der allgemeinen Geschichte des Gartenbaues. Die Zuverlässigkeit der Geschichtsschreibung ist bis zum Spätmittelalter lückenhaft und verführt zu Spekulationen.
- Nicht die Zugehörigkeit zu einem Ordensverband oder einer Observanz ist für Charakter und Entwicklung der Gärten ausschlaggebend, sondern die natürlichen Grundlagen und die wirtschaftlichen Bedingungen am Standort.

- 3. Die Aussagen der Normschriften sind kaum, die Verwaltungsdokumente nur bedingt für verlässliche Auskünfte über das Gartenwesen eines Konventes geeignet, da sie eher Absichtserklärungen darstellen.
- 4. Neue Erkenntnisse über die mittelalterlichen Gärten sind wohl nur noch von archäologischen Sondierungen zu erwarten.
- 5. Erkenntnisse über die Gärten späterer Epochen sind über die Archäologie und durch Erschließung bisher vernachlässigter Quellen zu erwarten. Rechnungsbücher beispielsweise geben Auskunft über tatsächlich getätigte Einoder Verkäufe und Dienstleistungen.
- 6. Das Studium der Gartenkultur der Klöster sollte die jeweilige Kulturlandschaft gezielt mit einbeziehen.

Desungeachtet bleibt die Botschaft dieser sehr speziellen Gartentradition zeitlos: Sie "ist einem Senfkorn gleich, welches ein Mensch nahm und warf es in seinen Garten. Und es wuchs und ward ein großer Baum, und die Vögel des Himmels wohnten unter seinen Zweigen (Lk 13, 19). In den alten Klöstern klang das so: Simile est grano sinapis. quod acceptum homo misit in hortum suum et crevit et factum est in arborem magnam et volucres caeli requieverunt in ramis eius (Lk 13, 19).

### 5 Literatur

- Angeletti, L. R. & Marinozzi, S. (2000): Giovanni Battista Triumfetti [1658–1708] e la rinascita dell'orto medico di Roma. Medicina nei Secoli., 12 (3): 439-475.
- ATTLEE, H. (2015): The Land Where Lemons Grow: The Story of Italy and its Citrus Fruit. 227 S.; London (Penguin Books).
- BALSS, H. (1947): Albertus Magnus als Biologe. 307 S.; Stuttgart (Wissensch. Verl.-Ges.).
- BAUMGARTNER, Th. (1999): Die Gärten der Kartause. In: KNALL-BRSKOVSKY, U. (Hrsg.): Kartause Mauerbach, 1314 bis heute. Österr. Zs. Kunst Denkmalpfl., LIII (2-4): 555-567; Wien (Österr. Bundesdenkmalamt).
- BBKL (Biographisch-Bibliographisches Kirchenlexikon), Onlineausgabe; Nordhausen (Traugott Bautz).
- Beuchert, M. (2004): Symbolik der Pflanzen. Von Akelei bis Zypresse. 391 S.; Frankfurt a. M. (Insel.)
- CERESA, M. (1996): Ferrari, Giovanni Battista. In: BATOCCINI, F. (Hrsg.): Dizionario Biografico degli Italiani, Bd. 46: 1194; Rom (Dizionario Enciclopedia Italiana).
- Christ, B. & M. (2016): Citrus 'Bizzarria' in Publikationen des 17. Jahrhunderts. Zandera, 31 (1): 5-12.
- CORRENS, C. (Hrsg.) (1905): Gregor Mendels Briefe an Carl Nägeli 1866–1873. Ein Nachtrag zu den veröffentlichten Bastardierungsversuchen Mendels. Abh. d. Mathem.-Physikal. Klasse d. Kgl.-Saechs. Ges. d. Wissenschaften, 29: 189-265.
- CORRENS, C. (1922). Etwas über Gregor Mendels Leben und Wirken. Die Naturwissenschaften, 10: 623-631.
- Creutzburg (1924): Oliwa. Ostdeutsche Monatshefte, 5 (3): 199-208; Danzig, Berlin (Georg Stilke).
- FORMANN, I. (2005): Vom Gartenlandt so den Conventualinnen gehört: Gartenkultur der evangelischen Frauenklöster und Damenstifte in Norddeutschland. CGL-Studies, 1: 502 S.; Frankfurt a. M. (Peter Lang).

- Genaust, H. (1976): Etymologisches Wörterbuch der botanischen Pflanzennamen. 704 S.; Basel (Springer Basel AG).
- Geus, A. (Hrsg.) (1995): Natur im Druck. Eine Ausstellung zur Geschichte und Technik des Naturselbstdrucks. 71 S; Marburg/Lahn (Basilisken-Presse).
- Hansmann, W. (Hrsg.) (1993): Terrassengarten Kloster Kamp. Arbeitsh., LVR, Landeskonservator Rhld., **34**: 163 S; Köln, Pulheim.
- HAUSCHILD, St. (2005): Die sinnlichen Gärten des Albertus Magnus. 152 S.; Ostfildern (Thorbecke).
- JESSEN, K.F.W. (1864): Botanik der Gegenwart und Vorzeit in culturhistorischer Entwickelung. 495 S.; Groningen/NL (The Chronica Botanica).
- KLATTE, G., PRÜSSMANN-ZEMPER, H. & SCHMID-LOSKE, K. (Hrsg.) (2015): Exotismus und Globalisierung. Brasilien auf Wandteppichen, die *Tentures des Indes.* S. 51-57; München (DKV).
- KNEDLIK, M. & SCHROTT, G. (Hrsg.) (2003): *Solemnitas*. Barocke Festkultur in Oberpfälzer Klöstern. 207 S.; Kallmünz (Laßleben).
- KÜHN-LEIHBECHER, M. (2006/2007): Klostergärten aus heutiger Sicht. Klostergarten Mildenfurth. Museum für Naturkunde Gera, 33/34: 55-59.
- KÜSTER, H. & WOLSCHKE-BULMAHN, J. (2014): Zu den Qualitäten klösterlicher Kulturlandschaften. CGL-Studies, 20: 284 S.; München (AVM).
- MAYERHÖFER, J. (1959–70): Lexikon der Geschichte der Naturwissenschaften, Bd. 1: S. 169-170; Wien (Brüder Hollinek).
- MIGNE, J.-P. (1845-1855): Patrologia latina. Ser. 2, Bde. 71-217; Paris (Garnier Frères).
- MÜLLER, I. (2008): Die pflanzlichen Heilmittel bei Hildegard von Bingen: Heilwissen aus der Klostermedizin. 251 S.; Freiburg (Herder).
- Nabert, N. (Ed.) (2008): Des jardins d'herbes et d'âmes. Journée d'études du CRESC 17 mars 2007. 152 S.; Paris (Beauchesnes).
- Nissen, C. (1965): Die Botanische Buchillustration. 316 S. (S. 88, 100, 102, 107, 153, 246: Boccone); Stuttgart (Hiersemann).
- Ottaviani, A. (2019): Trionfetti, Giovani Battista: In: Romanelli, R. (Hrsg.): Dizionario Enciclopedia Italiana, Bd. **96**; Rom (Dizionario Enciclopedia Italiana).
- Roth, H.J. (1994): Die Bedeutung der Pflanze im Leben der Klöster. Ars musica. Jb., **1994**: 83-90; Michaelstein: Institut Aufführungspraxis.
- ROTH, H.J. & RICHNER, W. (1997): Schöne Alte Klostergärten. 80 S.; Würzburg (Stürtz).
- ROTH, H.J. (2006): Missverstandene Klostermedizin. Spektrum der Wissenschaft, 3: 84-91.
- Roth, H.J. (2007): Nutzen und Nutzung der Pflanzen. Klostergärten vom Mittelalter bis heute. In: Moritz, A. & Schwillus, H.: Gartendiskurse. Mensch und Garten in Philosophie und Theologie. Treffpunkt Philosophie, 7: 33-41; Frankfurt (Peter Lang).
- ROTH, H.J. (2008): Descriptio positionis seu situationis monasterii Clarae Vallensis. In: Wolschке-Виlманн, J. (Hrsg.): Klostergärten und klösterliche Kulturlandschaften. – CGL-Studies, 6: 77-82: Hannover.
- SCHÖNBERGER, O. (Hrsg.) (2002): Walahfrid Strabo: *De cultura hortorum (Hortulus*). 118 S.; Stuttgart (Reclam, UB 18199).
- SCHÜLLNER, S. (2014): Gartenkultur der Kartäuser unter besonderer Berücksichtigung der Kartausen im Rheinland. Analecta Cartusiana, 303: 282-232.
- SCHWILLUS, H. & GLOBISCH, M. (2021): Klostergärten der Zisterzienser und spiritueller Tourismus. Cistercienser Chronik, 128 (2): 314-324; Bregenz (Mehrerau).
- Stoffler, H.-D. (1989): Der Hortulus des Walahfrid Strabo. Aus dem Kräutergarten des Klosters Reichenau, 3. Aufl. 102 S.; Sigmaringen (Thorbecke).
- STRUIF, B.P. (2010): Vom Franziskanerkloster Sancta Maria Regina Angelorum zur katholischen Kirche Maria Himmelfahrt. 102 S.; Hachenburg (GeschichtsWerkstatt).

Tomasczewski, B. (1991): Der Garten im Kartäuserkloster um 1500. – In: Schäfke, W.: Die Kölner Kartause um 1500. Eine Reise in die Vergangenheit. – S. 63-79 (Kölner Stadtmuseum).

WIDMER, P. (2006): Zur Geschichte der Gärten des Klosters Waldsassen. – In: Res naturae. Die Oberpfälzer Klöster und die Gaben der Schöpfung. – 123-142. Kallmünz (Laßleben).

WIEMER, W. (1999): Die Gärten der Abtei Ebrach. – 270 S.; Berlin (Gebr. Mann).

Wolschke-Bulmahn, J., C.-H. Hauptmeyer, C.-H., Roth, H.J. & Schönermark, G. (Hrsg.) (2009): Klostergärten und klösterliche Kulturlandschaften. Historische Aspekte und aktuelle Fragen. – CGL-Studies, **6**: 307 S.; München (Meidenbauer).

Dr. Hermann Josef Roth Paracelsusstr. 68 53177 Bonn-Bad Godesberg Tel.: 0228/3696-879

Email: Hermannjroth@aol.com Home: www.cist-natur.de

Manuskripteingang: 3. September 2021

# Die Äskulapnatter im Taunus

### Lukas Hartmann

Äskulapnatter, Asklepios, Nordrand-Isolate, Refugien, Naturschutz

K u r z f a s s u n g : Die Äskulapnatter (*Zamenis longissimus* (Laurenti, 1768)) ist nicht nur die größte in Deutschland heimische Schlange, sie ist auch eine der seltensten hierzulande. Sie kommt heute nur in vier Gebieten in Deutschland vor, von denen eines in der Region um die im Taunus liegende Gemeinde Schlangenbad zu finden ist. Die Natter blickt jedoch auf eine wechselnde Vergangenheit, wanderte sie doch während vergangener Warmphasen mehrere Male in Regionen ein, welche deutlich nördlicher liegen als die heutige Grenze ihres Verbreitungsgebiets. Das Vorhandensein der Äskulapnatter in den nördlich ihres mediterranen Hauptverbreitungsgebiets gelegenen Isolaten in Deutschland hat verschiedene Ursachen, welche näher erläutert werden.

## The Aesculapian snake in the Taunus

Aesculapian snake, Asclepius, north edge isolates, refuges, nature conservation

A b s t r a c t: The Aesculapian snake (*Zamenis longissimus* (LAURENTI, 1768)) is not only the largest snake native to Germany, it is also one of the rarest in this country. It can be found in only four areas in Germany today, one of which is situated in the region around the community of Schlangenbad, located in the Taunus mountains. However, the colbrid snake has a varied past, having migrated several times during past warm periods to regions much further north than the current limit of its range. The presence of the Aesculapian snake in the isolates located north of its main Mediterranean range in Germany has several causes, which are explained in more detail.

### Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	58
2	Kulturgeschichte	58
3	Rezentes Verbreitungsgebiet der Äskulapnatter	62
4	Verbreitung während vergangener Klimaoptima	63
5	Verwandtschaft der isolierten Populationen	65
6	Die Äskulapnatter im Taunus – Zufall oder nicht?	66
7	Lebensweise und Biologie	68
8	Naturschutzmaßnahmen	72
9	Dank	75
10	Literatur	75

## 1 Einleitung

Deutschland ist aufgrund seiner Lage in den gemäßigten Breiten nicht mit übermäßig vielen Reptilienarten gesegnet und es finden sich hierzulande nur 14 Arten von Reptilien. Zum Vergleich, im Nachbarland Frankreich finden wir dagegen schon 35 Arten, was vor allem aufgrund des mediterranen Klimas in Südfrankreich erklärbar ist. Von den bei uns heimischen Reptilienarten finden wir neben vier Eidechsenarten, einer Schleichenart und einer Schildkrötenart auch sieben verschiedene Schlangenarten (UETZ et al. 2021). Von diesen sieben Arten nimmt die Äskulapnatter aus verschiedenen Gründen eine ganz besondere Position ein. Sie ist nicht nur unsere größte heimische Schlange, sondern auch unsere einzige Kletterschlange. Der Hauptgrund für ihre Besonderheit unter Deutschlands Schlangen ist aber vor allem ihre Seltenheit, denn anders als der Großteil der hierzulande vorkommenden Arten finden wir die Äskulapnatter hier nur in vier isolierten Gebieten. Diese Gebiete liegen getrennt voneinander in unterschiedlichen Regionen Deutschlands und stehen in keinem näheren Bezug zueinander. In den weiter südlich gelegenen Regionen des nördlichen Mittelmeers hat die Äskulapnatter hingegen eine nahezu durchgehende Verbreitung und kommt von Nordostspanien bis nach Vorderasien vor. Dieser Umstand wird umso interessanter, wenn man bedenkt, dass die Äskulapnatter bis vor wenigen tausend Jahren eine deutlich größere Ausbreitung hatte und bis ins heutige Dänemark vorkam. Die letzten vier Vorkommen der Äskulapnatter auf deutschem Gebiet stellen somit Reliktvorkommen dieser einst größeren Verbreitung dar (GOMIL-LE 2002). Nur warum ist das so und warum stellen die isolierten Vorkommen nördlich des Hauptverbreitungsgebiets dieser Schlange eine oder gerade keine Besonderheit dar?

# 2 Kulturgeschichte

Aufgrund ihrer Seltenheit ist die Äskulapnatter hierzulande eine eher weniger bekannte Schlange. Jedoch hat sie fast jeder Mensch schon einmal gesehen, wenn auch nur als Symbol. Denn die Äskulapnatter finden wir in vielen Symbolen des Medizinalwesens und so ist sie zum Beispiel im Logo jeder Apotheke oder dem der Weltgesundheitsorganisation (WHO) zu finden (Abb. 1). Um diesen Sachverhalt näher zu erläutern, werfen wir einen Blick in die Vergangenheit und reisen ins antike Griechenland. Im antiken Griechenland gab es zahlreiche Gottheiten, welche in verschiedenen Bereichen des öffentlichen und privaten Lebens der damaligen Menschen wichtige Rollen spielten (GOMILLE 2002; GRAF 2012).

Eine dieser Gottheiten war Asklepios, Sohn des Apollon und der Coronis und Gott der Heilkunst. Als dieser stellte er für die Menschen der Antike eine besonders wichtige Gottheit dar, denn trotz großer Fortschritte auf dem Gebiet der Medizin wurden die Völker im antiken Griechenland immer wieder von Seuchen und unheilbaren Krankheiten heimgesucht. Gerade für Menschen mit schwereren Leiden stellte Asklepios die letzte Hoffnung dar und sie ersuchten bei ihm Hilfe zur Behandlung ihrer Krankheit. Daraus entwickelte sich ein regelrechter Asklepios-Kult. Mit der Zeit entstanden mehrere Tempel zur Verehrung des Gottes der Heilkunst mit angrenzendem Sanatorium. Diese Tempel wurden zu einer Art Wallfahrtsort für Kranke und Verletzte, in denen sie einen Heilschlaf, die sogenannten Enkoimesis, vollzogen. Dem Glauben nach sollte Asklepios den Schlafenden im Traum erscheinen und ihnen die richtige Behandlung ihrer Krankheit oder ihres Leidens sagen. Solche Verehrungsstätten gab es an verschiedenen Orten, wobei die bekanntesten bei Epidauros auf dem Peloponnes oder der Insel Kos standen und noch heute als Ruinen zu bestaunen sind (GRAF 2012; STEGER 2016; ZERLING 2018).



Abbildung 1: Diverse medizinische Logos, in denen sich die Äskulapnatter als Symbol wiederfinden lässt.

Figure 1: Various medical logos in which the Aesculapian snake can be found as a symbol.

Was hat das nun mit der Äskulapnatter zu tun? Asklepios war Träger des Äskulap-Stabs, welcher einem Wanderstock ähnelt und um den sich eine Schlange windet (Abb. 2; GRAF 2012). Dass es sich bei dieser Schlange um die Äskulapnatter handelt, kann nicht zweifelsfrei bewiesen werden. So wurde von manchen Autoren die ebenfalls in Griechenland heimische Vierstreifennatter (*Elaphe quatuorlineata* (LACÉPÈDE, 1789)) als "Asklepios-Schlange" angesehen (BODSON 1981). Jedoch stellt die Äskulapnatter aufgrund ihrer kletternden Lebensweise

eine deutlich wahrscheinlichere Grundlage für die Schlange des Asklepios dar, da sie sich durchaus um Äste und dünne Baumstämme windet, ähnlich der Schlange um den Äskulap-Stab. Die Verbindung der beiden Elemente "Stab" und "Asklepios-Schlange" geschah vermutlich im 5.–6. Jh. v. Chr., wobei die einzelnen Objekte verschiedene Elemente repräsentieren. Die Schlange symbolisiert aufgrund ihrer regelmäßigen Häutung die Erneuerung und Verjüngung des Körpers. Der hölzerne Stab symbolisiert die Vegetation der Erde, deren Wachstum und das allgemeine Leben auf der Erde (SCHOUTEN 1967; GOMILLE 2002).



Abbildung 2: Statue des Asklepios mit Äskulapstab; Foto: B. Fickert, Museum Wiesbaden. Figure 2: Statue of Asclepius with rod of Asclepius; photo: B. Fickert, Museum Wiesbaden.

Die Äskulapnatter war der stetige Begleiter des Asklepios und wurde meist zusammen mit ihm abgebildet. So finden sich insbesondere in der näheren Umgebung der ehemaligen Verehrungsstätten viele Statuen, Reliefs und Abbildungen des Gottes und seiner Schlange. Auch auf den Münzen des antiken Griechenlands wurden beide zusammen abgebildet (Abb. 3). Allerdings wurden auch andere, dem Asklepios nahestehende Gottheiten mit einer bzw. seiner Schlange dargestellt. Asklepios wurde oft zusammen mit seiner Tochter Hygieia, der Göttin der Gesundheit, abgebildet. Auch sie wird zusammen mit einer bzw. der Äskulap-Schlange abgebildet, deren Pflege die Aufgabe dieser Göttin war (Kranz 2010).



Abbildung 3: Münze aus Pergamon, nach 133 v. Chr., welche auf der Vorderseite eine Schlange und auf der Hinterseite ein Asklepios-Abbild im Profil zeigt; Foto: B. Fickert, Museum Wiesbaden.

Figure 3: Coin from Pergamon, after 133 BC, showing a snake on the obverse and an image of Asclepius in profile on the reverse; photo: B. Fickert, Museum Wiesbaden.

Der Asklepios-Kult wurde auch von den Römern praktiziert. Sie übernahmen die Verehrung des Asklepios (bei den Römern hieß er auf Latein "Aesculapius") und die Praxis des Heilschlafs, nachdem im Jahr 293 v. Chr. eine verheerende Seuche Rom heimsuchte (mit großer Wahrscheinlichkeit handelte es sich dabei um eine Pest-Epidemie) (Leven 2005; Moog 2006). In Folge dessen wurden auch auf römischem Territorium Tempel zum Vollziehen der Enkoimesis und Verehrung des Asklepios errichtet. So wurde bereits kurz nach der großen Seuche von Rom im Jahre 289 v. Chr. ein Asklepios-Tempel auf der Tiberinsel nahe Rom eingeweiht (Jörns 2004).

Die Römer waren es auch, die einer frühen Theorie nach für das Vorhandensein der Äskulapnatter im Taunus verantwortlich sein sollen. Man ging früher davon aus, dass römische Legionäre den Asklepios-Kult und damit auch die Äskulapnatter mit aus Rom in die nördlich der Alpen gelegenen Gebiete brachten (GOMILLE 2002). Diese Theorie wurde von Carl Heinrich Georg von Heyden (1793–1866) eingeführt und war ein Versuch, das damals neben Passau einzige bekannte nördlich der Alpen gelegene Vorkommen der Äskulapnatter zu erklä-

ren (Von Heyden 1862; Gomille 2002). Die "Römer-Theorie" war aufgrund des Fehlens alternativer Erklärungen für das isolierte Vorkommen bei Schlangenbad eine willkommene Erklärung und wurde schnell von anderen Autoren übernommen (z. B. Brehm 1869; Dürigen 1897; Mehrtens 1987; Stevens 1995). Eine erste wichtige Erkenntnis zur Widerlegung der "Römer-Theorie" war die Tatsache, dass sich keine Spuren römischer Besiedlung in und um Schlangenbad finden lassen und das Gebiet sogar bis ins Mittelalter nicht besiedelt war (Gomille 2002). Erst mit den neuesten Erkenntnissen zur Herpetofauna während der vergangenen Glazial- und Interglazial-Phasen, durch sich häufende Fossilfunde der Äskulapnatter aus anderen Regionen Deutschlands und in Nordeuropa sowie dem Aufkommen genetischer Methoden zur Untersuchung der Ursprungsregion der Äskulapnatter-Populationen in Mitteleuropa wurde die "Römer-Theorie" als widerlegt angesehen (Gomille 2002).

# 3 Rezentes Verbreitungsgebiet der Äskulapnatter

Das rezente Hauptverbreitungsgebiet der Äskulapnatter liegt überwiegend im nördlichen Mittelmeergebiet und erstreckt sich von Nordostspanien, über große Teile Frankreichs und Italiens, den Balkan bis in den Nordwesten der Türkei und isolierte Vorkommen am Ostrand des Schwarzen Meeres (Türkei, Georgien und Russland) sowie in Vorderasien (Abb. 4; PHILLIPE & GRUBER 2017; KWET 2021). Das scheinbare Nichtvorkommen der Äskulapnatter in Süditalien lässt sich dadurch erklären, dass nähere Untersuchungen der hier vorkommenden Äskulapnattern gezeigt haben, dass es sich bei diesen Individuen nicht um die Nominatform der Äskulapnatter (Zamenis longissimus) handelt, sondern um eine nahverwandte Art, nämlich die Italienische Äskulapnatter (Zamenis lineatus (Camerano, 1891)), welche ursprünglich als Unterart der eigentlichen Äskulapnatter aufgefasst wurde (Lenk & Wüster 1999).

Neben ihrem Hauptverbreitungsgebiet finden wir von der Äskulapnatter auch mehrere isolierte Populationen, welche nördlich des Hauptverbreitungsgebiets liegen und daher auch als Nordrand-Isolate bezeichnet werden. Diese Nordrand-Isolate liegen in verschiedenen Regionen und stehen nicht in genetischem Austausch mit Populationen des eigentlichen Verbreitungsgebietes der Äskulapnatter (Gomille 2002). Dabei liegen drei Isolate in Polen, eines in Tschechien und vier in Deutschland. Die in Deutschland vorkommenden Populationen der Äskulapnatter verteilen sich auf zwei Bundesländer. Zwei Nordrand-Isolate finden sich in Hessen, nämlich in der Region um die Gemeinde Schlangenbad im Taunus und bei Hirschhorn im südlichen Odenwald. Dabei umfasst das Vorkommen im Taunus eine Fläche von knapp 100 km² und der vorhandene Bestand an Äskulapnatter wird auf ca. 10.000 Tiere geschätzt. Das von der Äskulapnatter bewohnte Gebiet im Odenwald ist hingegen mit einer Fläche von nur 20 km² deutlich kleiner (Annette Zitzmann, pers. Komm.). Die beiden anderen Isolate

finden wir in Bayern, und zwar zum einen bei Burghausen an der Salzach sowie im Donautal bei Passau. Die beiden letztgenannten Populationen haben dabei einen deutlich näheren geographischen Bezug zum Hauptverbreitungsgebiet als die Populationen in Hessen, da die Äskulapnatter in Österreich bereits deutlich häufiger ist als in Deutschland (GOMILLE 2002).



Abbildung 4: Rezentes Verbreitungsgebiet der Äskulapnatter. Der eingezeichenete Stern markiert das Vorkommen im Taunus; Quelle: modifiziert nach Osado, PD-self. Figure 4: Recent distribution area of the Aesculapian snake. The drawn star marks the occurrence in the Taunus; Source: modified from Osado, PD-self.

Neben diesen Nordrand-Isolaten finden sich immer wieder Berichte weiterer isolierter Populationen auf deutschem Gebiet, wie zum Beispiel aus der Region um den Kaiserstuhl oder einigen Gebieten aus Rheinland-Pfalz (Richard Abt und Annette Zitzmann, pers. Komm.). Diese Vorkommen werden allerdings als nicht natürlich angesehen, es handelt sich dabei vermutlich um ausgesetzte Tiere (Gomille 2002; Annette Zitzmann, pers. Komm.).

# 4 Verbreitung während vergangener Klimaoptima

Wie bereits erwähnt, vermutete man die Erklärung für das Vorhandensein der isolierten Populationen der Äskulapnatter nördlich der Alpen in einer Ansiedlung im Rahmen des Asklepios-Kults durch römische Legionäre. Diese Theorie gilt heute, basierend auf den oben genannten Fakten, als widerlegt.

Bei der Beantwortung der Frage nach der Herkunft der Nordrand-Isolate spielen vor allem diverse Fossilfunde eine elementare Rolle. Denn im Laufe der vergangenen Jahrzehnte wurden von verschiedenen Fundstellen in West-, Nordund Mitteleuropa zahlreiche Fossilien beschrieben, welche der Äskulapnatter zugeschrieben werden konnten (Abb. 5). Die gefundenen fossilen und subfossilen Knochen stammen aus verschiedenen Epochen der jüngeren Erdgeschichte und erstrecken sich über einen Zeitraum von ca. 500.000 Jahren (Peter 1977a,b; Szyndlar 1984; Ljungar 1995; Böhme 2000; Gomille 2002).

Anhand dieser Funde weiß man heute, dass die Äskulapnatter in den vergangenen Jahrtausenden ein deutlich größeres Verbreitungsgebiet hatte, dessen nördliche Grenze deutlich weiter im Norden lag, als dies derzeitig der Fall ist. So belegen zum Beispiel Funde aus England und Dänemark, dass die Natter einst auch dort heimisch war. Auch aus dem Norddeutschen Tiefland und den östlichen Mittelgebirgen sind zahlreiche Funde der Äskulapnatter beschrieben worden (Peter 1977a,b; Böhme 1991a,b, 1994, 2000). Hier sind insbesondere Sedimente aus fossilen und subfossilen Tierbautensystemen sehr reich an Knochen diverser kleinerer Vertebraten gewesen (Peter 1977a,b; Gomille 2002).

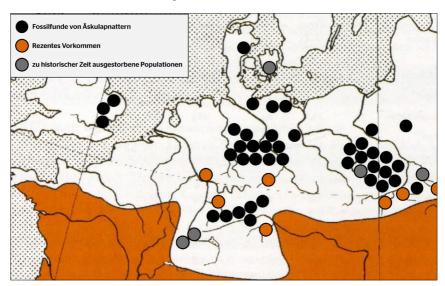


Abbildung 5: Karte mit Fossilfundpunkten und in jüngster Zeit ausgestorbenen Populationen der Äskulapnatter; Quelle: modifiziert nach GOMILLE 2002.

Figure 5: Map showing fossil sites and recently extinct populations of the Aesculapian snake; Source: modified from GOMILLE 2002.

Interessant dabei ist, dass die Funde von verschiedenen Lokalitäten aus verschiedenen Epochen stammen. Es fällt dabei auf, dass die Alter der unterschiedlichen Funde zeitlich mit vergangenen Warmphasen, den sogenannten Interglazialen, korrelieren. So stammen viele Funde aus den Interglazialen des

Cromer-Komplexes und der Holstein-Warmzeit im Mittleren Pleistozän, der Eem-Warmzeit im Oberen Pleistozän und dem letzten großem Klimaoptimum während der Phase des Atlantikums im frühen Holozän vor ca. 8000-4000 Jahren v. Chr. (Abb. 6; GOMILLE 2002). All diesen Phasen gemein ist eine jährliche Durchschnittstemperatur, welche über dem heutigen Jahresdurchschnitt lag. Diese günstigen klimatischen Bedingungen ermöglichten es der Äskulapnatter, in nördliche Gebiete einzuwandern (Musilová et al. 2007, 2010). Die Fossilfunde belegen, dass es mindestens drei Einwanderungsereignisse nach Deutschland gab, zwischen denen sich die Populationen während der Kältephasen der Glaziale wieder in wärmere Gebiete im Süden zurückzogen. Dabei gab es in Europa verschiedene Refugien, welche auch während glazialer Phasen ausreichend günstige klimatische Bedingungen boten und von denen aus sie sich in Phasen besserer klimatischer Bedingungen wieder nach Norden ausbreiten konnten. Für die Populationen der Äskulapnatter waren hier insbesondere ein Refugium in der Balkan-Region und in Südfrankreich bzw. in Norditalien von elementarer Bedeutung. Diese Refugien stellen für den Großteil der heute in Europa verbreiteten Populationen den genetischen Ursprung dar (Musilová et al. 2007, 2010).

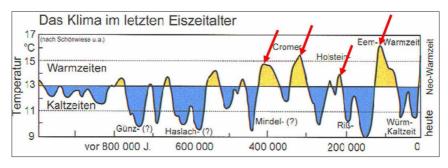


Abbildung 6: Klimadiagramm der letzten 1 Mio. Jahre, welches den Wechsel von Kalt- und Warmzeiten zeigt. Die Warmphasen, in denen die Äskulapnatter in nördliche Gebiete eingewandert ist, sind durch rote Pfeile markiert; Quelle: modifiziert nach Noseck et al. 2009 und Schönwiese et al. 2020.

Figure 6: Climate diagram of the last 1 million years showing the change of cold and warm periods. The warm periods in which the Aesculapian snake migrated to northern areas are marked by red arrows; Source: modified after Noseck et al. 2009 and Schönwiese et al. 2020.

# 5 Verwandtschaft der isolierten Populationen

Wenn man sich die auf Europa bezogene Verteilung der genetischen Grundtypen, der sogenannten Haplotypen, betrachtet, zeigt sich, dass sich die in Europa vorkommenden Äskulapnattern in eine westliche und eine östliche Population einteilen lassen. Beide Populationen treten dabei in einem schmalen Bereich im westlichen Balkan in Kontakt, überschneiden sich aber nicht in ihrer Ausbreitung (Musilová et al. 2007, 2010; Allentoft et al. 2018).

Die derzeit in Deutschland vorkommenden Äskulapnatter-Populationen stammen von verschiedenen Einwanderungsereignissen während des letzten Klimaoptimums im Atlantikum ab, denn zu glazialen Phasen gab es keine Reptilien in Mitteleuropa (Engelmann et al. 1993; Allentoft et al. 2018). Genetische Untersuchungen der in Deutschland und dem restlichen Europa vorkommenden Populationen von *Zamenis longissimus* konnten aufzeigen, dass die in Deutschland vorkommenden Populationen ihren genetischen Ursprung vermutlich aus dem Balkan-Refugium haben (Musilová et al. 2007, 2010; Allentoft et al. 2018). Interessant dabei ist, dass die geographisch nah beieinander liegenden Populationen im Taunus und im Odenwald genetisch nicht näher miteinander verwandt sind. Vielmehr zeigen die Tiere aus dem Taunus eine größere genetische Verwandtschaft mit den bayrischen Populationen bei Burghausen und Passau als zur Odenwälder Population. Letztere stellt genetisch einen eigenen Haplotyp dar und entstammt vermutlich einem individuellen Einwanderungsereignis aus dem Balkan-Refugium (Musilová et al. 2007, 2010; Allentoft et al. 2018).

# 6 Die Äskulapnatter im Taunus – Zufall oder nicht?

Dass die Äskulapnatter heute nur noch in vier Gebieten in Deutschland vorkommt, macht sie zu einem hierzulande besonders schützenswerten Reptil. Dabei stellt man sich die Frage, warum kommt die Äskulapnatter nur in diesen vier Gebieten natürlich vor?

Hier sei zunächst erwähnt, dass die Äskulapnatter auch in ihrem Hauptverbreitungsgebiet nicht flächendeckend vorkommt und es auch hier Regionen ohne ein Vorkommen der Äskulapnatter gibt (Gomille 2002). Dass liegt daran, dass die Äskulapnatter bestimmte Habitatsansprüche hat, welche nicht in jeder Region gegeben sind. Wenn man zum Beispiel alle bekannten Nordrand-Isolate betrachtet, fällt eine Gemeinsamkeit auf, denn alle Isolate liegen in klimatisch begünstigten und bewaldeten Flusstälern in Südlage von Mittelgebirgen (Gomille 2002).

Das Vorkommen der Natter in klimatisch begünstigten Gebieten liegt zunächst nahe, handelt es sich doch um eine besonders wärmeliebende Art mit mediterranem Verbreitungsschwerpunkt (GENIEZ & GRUBE 2017). Es fällt allerdings auf, dass die Lokalitäten, in denen die Natter in Deutschland vorkommt, nicht in den wärmsten Regionen des Landes liegen, jedoch in deren unmittelbarer Nachbarschaft (Oberrheingraben für den Taunus; Neckartal und Bergstraße für den Odenwald; Donautal für Passau und Burghausen). Diese Tatsache lässt sich dadurch erklären, dass die Äskulapnatter ein gewisses Maß an Feuchtigkeit bevorzugt und die wärmsten Regionen Deutschlands auch zu den trockensten gehören (GOMILLE 2002). Das wird umso deutlicher, wenn man sich das Verbreitungsgebiet der Äskulapnatter im Rheingau-Taunus-Gebiet im Detail betrachtet. Als wärmeliebende Art würde die Äskulapnatter im Rheintal mit seinem warmen Klima ideale Bedingungen finden. Jedoch fallen hier nur ca. 550 mm Nieder-

schlag, was der Region einen eher trockenen Charakter gibt. Nur wenige Kilometer vom Rheintal entfernt finden wir im Taunus jährliche Niederschlagsmengen von bis zu 900 mm bei einer geringeren Jahresdurchschnittstemperatur. Obwohl das Rheintal und der Taunus für die Äskulapnatter ähnlich passende Habitatstrukturen aufweisen, bevorzugt die Schlange eher die feuchteren und kühleren Gebiete im Taunus (GOMILLE 2002).

Wenn man die oben beschrieben Kriterien berücksichtigt, fällt auf, dass es eigentlich mehr Regionen mit passenden Habitaten und ökologischen Bedingungen für die Äskulapnatter geben müsste und sie hier trotzdem fehlt (GOMILLE 2002). Somit müsste man im weiteren Verlauf dieses Abschnitts weniger von den zu diskutierenden Ursachen für das Vorhandensein der Äskulapnatter im Taunus sprechen, als vielmehr von den Ursachen für ihr Fehlen in anderen Regionen des Landes.

Einen Beweis dafür, dass die Äskulapnatter noch bis in die jüngste Vergangenheit in weiteren Regionen als Nordrand-Isolat vorkam, zeigen mehrere Populationen, die erst innerhalb der letzten 200 Jahre ausgestorben sind (Gomille 2002). Eines dieser Vorkommen ist durch in Alkohol konservierte Präparate belegt und stammt von der Insel Seeland in Dänemark. Hier konnte die Äskulapnatter noch bis vor 170 Jahren nachgewiesen werden. Untersuchungen dieser Population haben gezeigt, dass weniger klimatische, sondern eher vom Menschen verursachte Umweltveränderungen für das Aussterben der Population eine Rolle spielten (GOMILLE 2002; MUSILOVÁ et al. 2010; ALLENTOFT et al. 2018).

Anhand der erst kürzlich erloschenen Population der Äskulapnatter in Dänemark zeigt sich, dass der Rückgang der Äskulapnatter vermutlich zumindest zum Teil mit Einflüssen durch den Menschen in Zusammenhang steht. Da die Äskulapnatter in Bezug auf ihre Lebensweise, ihr Jagdverhalten und ihre Nistplatzsuche einen engen Bezug zu bewaldeten Gebieten hat, war ein Hauptgrund für das Aussterben vieler Äskulapnatter-Populationen vermutlich die intensive Abholzung der Sommergrünen Laubwälder während des Mittelalters (GOMIL-LE 2002). Durch das Wegfallen großer Flächen geeigneten Lebensraums wurden intakte Populationen zerschlagen und sowohl geographisch als auch genetisch isoliert. Mit dem Fortschreiten der Entwaldung fielen zusätzlich natürliche Wanderkorridore weg, welche es den letzten Populationen der Natter zusehends erschwerten sich fortzupflanzen (GOMILLE 2002). Der enge Bezug der Äskulapnatter zu bewaldeten Gebieten und deren Verlust konnte in jüngster Zeit durch eine Untersuchung aus Italien gezeigt werden. Hier wurde die Populationsgröße vor und nach der Entwaldung des Untersuchungsgebiets beobachtet. Es zeigte sich, dass die Entwaldung die Populationsgröße der Äskulapnatter negativ beeinflusste, wohingegen sie auf andere untersuchte Reptilien wie z. B. die Gelbgrüne Zornotter (Hierophis viridiflavus (LACÉPÈDE, 1789)) oder die Schlingnatter (Coronella austriaca Laurenti, 1768) keinen nennenswerten Einfluss hatte (Luisel-LI & CAPIZZI 1997).

Zusätzlich zur durch den Menschen verursachte Habitatsverkleinerung und der damit verbundenen Isolation einzelner Populationen führte auch die seit dem Atlantikum sinkende Durchschnittstemperatur und einzelne klimatische Ereignisse wie die Kleine Eiszeit von Anfang des 15. bis Mitte des 19. Jh. zu einer weiteren Dezimierung der wärmeliebenden Äskulapnatter in den nördlichen Gebieten (GOMILLE 2002).

Die heute noch vorhandenen Populationen von Zamenis longissimus in Deutschland und auch die im Taunus vorkommenden Exemplare stellen somit hinsichtlich ihrer Seltenheit hierzulande sicherlich eine Besonderheit dar. Jedoch hat ihr dortiges Vorkommen nichts mit herausragend günstigen klimatischen Bedingungen oder Habitaten zu tun, sondern dies sind schlicht die letzten Gebiete in Deutschland, in denen sich die Äskulapnatter trotz zunehmender Eingriffe des Menschen in die Natur halten konnte und die Populationsgröße innerhalb der einzelnen Vorkommen vermutlich nie unter einen kritischen Wert gesunken ist (HEIMES 1988; GOMILLE 2002). Dass es auch in ihrem Hauptverbreitungsgebiet zu Rückgängen in den Populationen der Äskulapnatter gekommen ist, ist sehr wahrscheinlich und wurde bereits durch Studien belegt (LUISELLI & CAPIZZI 1997). Dass die Äskulapnatter im nördlichen Mittelmeergebiet dennoch eine deutlich größere Ausbreitung hat, liegt zum Großteil an den besseren klimatischen Bedingungen in dieser Region, aber auch an einer intakteren Struktur natürlicher Lebensräume mit diversen Wanderkorridoren zum genetischen Austausch zwischen den einzelnen Populationen (GOMILLE 2002).

## 7 Lebensweise und Biologie

Ähnlich ihrer Verbreitungsgeschichte ist auch die Lebensweise der Äskulapnatter unter den heimischen Schlangenarten etwas Besonderes.

Der bevorzugte Lebensraum der Äskulapnatter sind bewaldete Gebiete mit offenen Bereichen, in denen die Tiere sonnenexponierte Strukturen wie Trockenmauern oder natürliche Gesteinsformationen finden. Letztere sind für die thermophilen Tiere besonders beim täglichen Sonnenbaden wichtig. Zugleich können sie sich bei Gefahr oder den hohen Temperaturen der Mittagshitze in die Ritzen und Spalten der Gesteinsstrukturen zurückziehen. Sonnige und warme Tage sind auch die Tage, an denen man die Äskulapnatter am häufigsten sieht. An bewölkten Tagen mit hohen Niederschlägen sind die Tiere jedoch weniger aktiv (GOMILLE 2002; Autor, pers. Beob.). An den Tagen nach einem Regenereignis kann man oft Tiere mit eingetrübten Augen und matter Haut beobachten. Diese Tiere sind jedoch nicht blind oder krank, sie stehen nur kurz vor der Häutung und die alte Haut löst sich bereits von der neuen, darunter liegenden Haut ab (Abb. 7; GOMILLE 2002). Da die Haut von Schlangen nicht mit ihrem Köper mitwächst, müssen sich die Nattern ein bis drei Mal im Jahr häuten. Dabei platzt zunächst die alte Haut an der Schnauze auf und die Schlange streift sie in den fol-

genden Tagen vom Kopf hin zur Schwanzspitze ab. Dabei helfen ihr raue Oberflächen wie Baumstämme oder Steine, an denen die Äskulapnatter entlanggleitet und somit die alte Haut abstreift (GOMILLE 2002; VITT & CALDWELL 2013).



Abbildung 7: Eine kurz vor der Häutung stehende Äskulapnatter. Die matt wirkende Haut und die eingetrübten Augen zeigen an, dass sich die alte Haut bereits von der neuen, darunter liegenden Haut ablöst; Foto: L. Hartmann.

Figure 7: An Aesculapian snake about to moult. The dull looking skin and the clouded eyes indicate that the old skin is already detaching from the new skin underneath; photo: L. Hartmann.

Ihre thermophile Lebensweise äußert sich auch in der jährlichen Aktivitätszeit der Äskulapnatter. Anders als bei weniger kälteempfindlichen Schlangenarten, wie zum Beispiel der in Deutschland weit verbreiteten Ringelnatter (Natrix natrix (LINNAEUS, 1758), welche bereits im März aus der Winterruhe erwacht, beginnt die Äskulapnatter erst Ende April / Anfang Mai aktiv zu werden. Nach der Winterruhe, welche die Tiere in frostfreien Bereichen wie großen Trockenmauern, den Erdhöhlen verlassener Tierbauten oder hohlen Baumstümpfen verbringen, beginnt für sie schon bald die Paarungszeit. Diese beginnt mit revierübergreifenden Wanderungen der Männchen auf der Suche nach einer geeigneten Partnerin. Dabei führen rivalisierende Männchen die sogenannten Kommentkämpfe aus, mit denen sie über die Gunst, sich mit einem Weibchen zu paaren, entscheiden. Ein solches Kräftemessen verläuft meist unblutig und führt zu keinen ernsthaften Verletzungen der Konkurrenten. Nach dem Durchsetzen eines Männchens findet Ende Mai / Anfang Juni die Paarung statt. Ihr folgt im Juni die Entwicklung der bis zu acht Eier im Mutterleib. Die Eiablage erfolgt im Juli. Hierbei wählt das Weibchen natürliche oder vom Menschen geschaffene Vegetations- bzw. Komposthaufen zur Eiablage aus. Das Ausbrüten der Eier erfolgt bei der Äskulapnatter anders als bei anderen heimischen Reptilien nicht nur durch die reine Sonnenwärme, sondern vor allem durch die Zersetzungswärme in den Komposthaufen. Bei besonders geeigneten Nistplätzen kann es deshalb zu regelrechten Masseeiablagen mehrerer Weibchen kommen. Im September erfolgt der Schlupf der Jungtiere, welche eine Länge von 25 bis 30 cm haben. Die Jungtiere häuten sich nach 3–4 Wochen zum ersten Mal und gehen ohne eine Aufnahme von Nahrung genau wie die erwachsenen Tiere im Oktober wieder in die Winterruhe (ВÖНМЕ 1999; GOMILLE 2002; GENIZE & GRUBE 2017).

Dem Menschen gegenüber ist die bis zu 180 cm große Äskulapnatter nicht aggressiv. Wie alle zu den Nattern oder Colubriden gehörenden Schlangen ist sie nicht giftig und besitzt kleine Zähne von einheitlicher Bauweise und annähender gleicher Größe (aglyphes Gebiss) (VITT & CALDWELL 2013). In der Regel versucht die Schlange bei Gefahr durch einen sich nähernden Menschen oder z. B. einen Hund ruhig im hohen Gras oder in einer Trockenmauer zu verharren. Wird sie dennoch entdeckt und man nähert sich dem Tier, versucht es nach kurzer Beobachtung der Gefahr zu entkommen und zieht sich in ein Versteck zurück (Abb. 8). Auch wenn die Äskulapnatter von einem Menschen ergriffen wird, verhält sie sich zunächst nicht aggressiv und versucht durch sich windende Bewegungen dem Griff des Menschen wieder zu entkommen. Kann sich das Tier dennoch nicht befreien oder nähert man sich dem Kopf des Tieres, kann es nach Drohgebärden mit aufgerissenem Maul zu Scheinangriffen ohne tatsächliches Zubeißen oder einzelne Bisse durch die Schlange kommen. Je nach Größe des Tieres kommt es hierbei jedoch nur zu leichten Verletzungen der oberen Hautschichten (Autor, persönliche Beobachtung; GOMILLE 2002).



Abbildung 8: Eine beim Sonnenbad gestörte Äskulapnatter beobachtet ihren Beobachter genau. Das Züngeln dient der Untersuchung des Duftes des Eindringlings; Foto: L. Hartmann. Figure 8: An Aesculapian snake disturbed during sunbathing closely observes its observer. The licking serves to investigate the scent of the intruder; photo: L. Hartmann.

Als Anpassung an ihren bevorzugten Lebensraum in bewaldeten Gebieten hat sie sehr gute Kletterfähigkeiten entwickelt. Durch ihre kräftige Muskulatur und ihre großen Bauchschuppen, welche ihr selbst auf glatter Baumrinde Halt geben, kann sie mühelos senkrechte Baumstämme erklimmen und sich in den Baumkronen bewegen. So hat sich als Folge ihrer baumbewohnenden Lebensweise auch das Jagdverhalten der Natter geändert. Sie jagt neben kleinen Nagetieren wie Mäusen oder Siebenschläfern auch kleine Singvögel wie Meisen oder Sperlinge (BÖHME 1999; GOMILLE 2002; GENIZE & GRUBE 2017). Es wurde sogar bereits berichtet, dass Äskulapnattern aktiv in Nistkästen kriechen und Jungvögel erbeuten bzw. Vogeleier aus dem Nest stehlen (Katarzyna Pietrzyk, pers. Komm.).

Zu den natürlichen Feinden der Äskulapnatter zählen vor allem Greifvögel, wie zum Beispiel der Mäusebussard (Buteo buteo (LINNAEUS, 1758)) oder der Habicht (Accipiter gentilis (LINNAEUS, 1758)). In ihrem mediterranem Hauptverbreitungsgebiet zählt auch der treffend benannte Schlangenadler (Circaetus gallicus (GMELIN, 1788)) zu ihren Feinden. Ein historisches Exemplar eines Schlangenadlers von der Platte nahe Wiesbaden, welches 1936 in die Naturhistorischen Sammlungen des Museums Wiesbaden kam, belegt, dass dieser Greifvogel bis ins 20. Jh. auch im Taunus zu finden war (BAUER & PETER 1998). Des Weiteren zählen Raubsäuger wie der Dachs (Meles meles (LINNAEUS, 1758)) oder der Baummarder (Martes martes (LINNAEUS, 1758)) zu den Fressfeinden der Äskulapnatter. Insbesondere für die Gelege und frisch geschlüpften Jungtiere stellen Wildschweine eine große Bedrohung dar, da sie durch ihre wühlende Art der Nahrungssuche auch vor Komposthaufen und anderen Nisthügeln nicht haltmachen und die Schlangeneier für sie eine nahrhafte Energiequelle darstellen (Go-MILLE 2002; MALTEN & ZITZMANN 2007; ZITZMANN & MALTEN 2012; GENIZE & GRUBE 2017).

Die Hauptbedrohung für die Äskulapnatter stellt allerdings der Mensch durch seine zahlreichen Eingriffe in die Natur dar. So sind zum Beispiel Straßen für die Natter oft tödliche Fallen, denn die Tiere nutzen den sich in der Sonne aufwärmenden Asphalt gerne zur Thermoregulation in den Morgenstunden, jedoch haben die Tiere bei einem herannahenden Auto oft keine Chance zu entkommen. Die Tatsache, dass Straßen oft durch Waldgebiete verlaufen und die Tiere die Straßen bei ihren Streifzügen durch ihr Revier unweigerlich überqueren müssen, spielt eine ebenso große Rolle (Gomille 2002; Malten & Zitzmann 2007; Zitzmann & Malten 2012; Abt 2016; Richard Abt, pers. Komm.).

Ein weiterer großer Bedrohungsfaktor für Zamenis longissimus ist das Wegfallen von wichtigen Strukturen in ihrem natürlichen Lebensraum. Das geschieht zum Beispiel durch fehlende Pflegemaßnahmen der sonnenexponierten Trockenmauern und ähnlicher Formationen, da den Tieren somit sowohl geeignete Orte zur Thermoregulation als auch passende Versteckmöglichkeiten verloren gehen (Abb. 9). Auch die Intensivierung der Landwirtschaft hat großen Einfluss auf den Bestand der Äskulapnatter. Durch die Expansion von bewirtschafteten Agrarflächen und der damit oft verbundene Verlust von Grünstreifen oder schmalen

Baumstreifen, welche der Äskulapnatter als Wanderkorridoren zwischen den Waldgebieten dienen, werden einzelne Populationen isoliert und die genetische Diversität sinkt. Zudem wird den Tieren ein Einwandern in andere Gebiete mit geeigneten Habitaten durch fehlende Korridore verwehrt (GOMILLE 2002; ZITZMANN & MALTEN 2012; ABT 2016; Richard Abt, pers. Komm.).



Abbildung 9: Solche Trockenmauern, wie diese hier bei Wiesbaden-Frauenstein, bieten nicht nur gute Versteckmöglichkeiten für Äskulapnattern, sondern auch für die Winterruhe und das tägliche Sonnenbad sind solche Strukturen für die Tiere sehr wichtig; Foto: L. Hartmann. Figure 9: Dry stone walls like this one near Wiesbaden-Frauenstein not only offer good hiding places for Aesculapian snakes, such structures are also very important for the animals for winter rest and daily sunbathing; photo: L. Hartmann.

Da sich die Äskulapnatter auch gerne in offenen Waldlandschaften mit freien Wiesenflächen aufhält, ist sie auch durch die Mahd von Wiesen gefährdet und fällt hier oft den Mähmaschinen zum Opfer (GOMILLE 2002; Annette Zitzmann, pers. Komm.)

#### 8 Naturschutzmaßnahmen

Auch wenn die Äskulapnatter bezogen auf ihr gesamtes Verbreitungsgebiet als Art nicht gefährdet ist, besitzt sie aufgrund ihrer Seltenheit in Deutschland hierzulande einen besonders hohen Schutzstatus (GOMILLE 2002). Sie wird in der Roten Liste der Bundesrepublik Deutschland in die Kategorie 2 – "stark gefährdet" – eingeordnet und auch im Rahmen der europaweiten Fauna-Flora-Habitat Richtlinien (kurz FFH-Richtlinien) als Art in der zweithöchsten Kategorie im

Anhang IV als "streng geschützt" gelistet (Richtlinie 92/43/EWG). Über das Bundesnaturschutzgesetzt ist der Umgang mit der Äskulapnatter als streng geschützte Art mit lokalen Vorkommen geregelt. Darunter fällt auch, dass sich der Bestand einer FFH-Anhang IV-Art durch Eingriffe des Menschen nicht im Rückgang befinden darf (GOMILLE 2002; BNatSchG §44 Absatz 4).

Basierend darauf und auf den im vorherigen Kapitel erläuterten Bedrohungen der Populationen der Äskulapnatter gibt es diverse Strategien und Handlungsansätze von Naturschutzorganisationen und Privatpersonen, welche sich mit dem Erhalt der Äskulapnatter in Deutschland und speziell im Taunus auseinandersetzen. So zählt zum Beispiel die Pflege von vorhandenen und das Anlegen neuer Trockenmauern zu einem wichtigen Handlungsansatz, um der Schlange genügend dieser in vielen Bereichen ihrer Biologie wichtigen Strukturen anzubieten (Gomille 2002; Zitzmann & Malten 2012; Abt 2016; Richard Abt, pers. Komm.).



Abbildung 10: Ein solcher angelegter Komposthaufen bietet sowohl für die Äskulapnatter als auch für die Ringelnatter ideale Bedingungen zur Eiablage; Foto: R. Abt.

Figure 10: Such a compost heap offers ideal conditions for egg laying for both the Aesculapian snake and the grass snake; photo: R. Abt.

Auch das Anlegen und die saisonale Pflege von großzügigen Komposthaufen sind wichtige und nützliche Beiträge zum Erhalt dieser seltenen Natter. Denn auch wenn die Äskulapnatter ihre Nistplätze mit Bedacht wählt, kann der Mensch hier positiven Einfluss auf den Standort des Komposthaufens nehmen und so gewährleisten, dass dieser hinsichtlich wichtiger Bedingungen wie dem Klima, der Feuchtigkeit oder möglicher Störfaktoren an günstigen Standorten errichtet wird. Dadurch soll zum einen die Anzahl potentieller Nistmöglichkei-

ten erhöht und zum anderen der Verlust von Jungtieren oder gar der Ausfall von ganzen Bruten durch schlechte Witterungsverhältnisse verhindert werden (Abb. 10; ASSMANN 2013; ABT 2016).

Ähnlich dem Anlegen von Krötenzäunen werden seit kurzem für die Äskulapnatter leitende Strukturen aus loser Vegetation und Baumstämmen, zum Beispiel in den Randbereichen von Straßenunterführungen, errichtet. Diese sollen den Tieren die Möglichkeit geben, eine sichere Route zum Überqueren von Straßen zu finden, wodurch die Zahl von im Straßenverkehr zu Tode kommender Tiere hoffentlich minimiert und der geographische und genetische Austausch der Populationen untereinander gewährleistet wird (Abt 2016; Richard Abt, pers. Komm.).

Im Zusammenhang mit den Schutzmaßnahmen von anderen Arten wird von Naturschutzorganisationen auch die Mahd wirtschaftlich genutzter Wiesen übernommen. Dadurch soll sichergestellt werden, dass im Gras befindliche Tiere vor der Mahd entfernt werden und es somit zu weniger Mahdopfern kommt (Richard Abt, pers. Komm.).

Bei der Durchführung dieser Maßnahmen setzen verschiedene Naturschutzorganisationen, wie z. B. das Naturschutzhaus Wiesbaden e.V. auch auf die Unterstützung von Privatpersonen. Bei verschiedenen Aktionen ist hier Hilfe vieler Personen sehr willkommen.

Allerdings kann jeder auch selbst Schutzmaßnahmen zum Erhalt der Äskulapnatter ergreifen. Hierzu genügt es schon, einen Komposthaufen oder eine kleine Trockenmauer auf dem eigenen Grundstück anzulegen. Auch bei der Gartenpflege kann viel getan werden, denn ein zu gepflegter Garten ohne wildere Strukturen wird nicht nur von der Äskulapnatter weniger gerne besucht. So reicht es schon, gewisse Bereiche im Garten seltener zu mähen oder z. B. Schnittgut und sonstiges bei der Gartenarbeit anfallendes Pflanzenmaterial in gehäufter Form im Garten liegen zu lassen.

Da sich die Äskulapnatter auch gerne in vom Menschen beeinflussten Gebieten aufhält, ist nach Möglichkeit auch das Bauen oder Stehenlassen einer Gartenhütte für die Tiere eine große Hilfe. Die Natter kann solche ruhigen Orte sowohl während der Nacht, als auch während der heißen Mittagsphase als Rückzugsort aufsuchen (Richard Abt, pers. Komm.).

Ein letzter, aber sehr wichtiger Punkt zum Erhalt der Äskulapnatter im Taunus ist die Aufklärungsarbeit und die Forschung. Regelmäßig durchgeführte Monitoringdurchläufe der von der Äskulapnatter bewohnten Gebiete sorgen für eine fundierte Übersicht über die Populationsgrößen und die aktuelle Ausbreitung der Äskulapnatter und anderer seltener Reptilien, wie z. B. der Würfelnatter (*Natrix tessellata* (Laurenti, 1768)) oder der Westlichen Smaragdeidechse (*Lacerta bilineata* Daudin, 1802). Dabei wird auch der Nisterfolg und der individuelle Gesundheitszustand einzelner Tiere in den jeweiligen Gebieten untersucht. Aufbauend darauf sorgen Aufklärungsveranstaltungen, Infobroschüren und Lehrpfade für eine breitere Akzeptanz und ein größeres Interesse am Erhalt dieser biolo-

gischen Besonderheit unserer Region (ZITZMANN & MALTEN 2008, 2010, 2015, 2017; ABT 2016). So kann man im Naturschutzgebiet Sommerberg bei Frauenstein und in Kiedrich je einen Schlangenpfad entlangwandern. Mehrere Bildtafeln am Wegesrand erläutern wichtige Aspekte der Biologie und Lebensweise der Äskulapnatter, und mit etwas Glück kann man hier auch die Äskulapnatter selbst zu Gesicht bekommen und sich für den Schutz dieses seltenen und schützenswerten Reptils begeistern lassen.

#### 9 Dank

Für die fachliche Beratung, hilfreiche Hinweise zur Thematik und die Bereitstellung von Fotos möchte ich mich ganz herzlich bei Richard Abt, Wiesbaden, und Annette Zitzmann, Rodenbach, bedanken. Des Weiteren möchte ich mich bei allen Mitarbeitern des Museums Wiesbaden und insbesondere denen der Naturhistorischen Sammlungen für die tatkräftige Unterstützung und die Hilfe bei der Vorbereitung und dem Aufbau der Sonderausstellung zur Äskulapnatter von ganzem Herzen bedanken.

#### 10 Literatur

- ABT, R. (2016): Schutzmaßnahmen für die Äskulapnatter (Zamenis longissimus, Laurenti 1768). Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde, 137: 7-16; Wiesbaden.
- ALLENTOFT, M.E., RASMUSSEN, A.R. & KRISTENSEN, H.V. (2018). Centuries-Old DNA from an Extinct Population of Aesculapian Snake (Zamenis longissimus) Offers New Phylogeographic Insight. – Diversity, 10 (14): 1-10; Basel.
- ASSMANN, O. (2013): Artenschutzpraxis: Anlage von Hackschnitzelhaufen als Eiablageplätze für Äskulapnatter und Ringelnatter. Anliegen Natur, 35 (2): 16-21; Laufen.
- BAUER, H.-G. & BERTHOLD, P. (1998): Die Brutvögel Mitteleuropas. Bestand und Gefährdung. 716 S.; Wiesbaden (AULA-Verlag).
- BNatSchG (Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege Bundesnaturschutzgesetz) i.d.F. vom 21. September 1998, BGBl. I, 2994 S.
- BODSON, L. (1981): Les Grecs et leurs serpents. Premiers résultats de taxonomique des sources anciennes. L'Antiquité Classique, **50** (1-2): 57-78; Brüssel.
- ВÖНМЕ, G. (1991a): Kontinuität und Wandel känozoischer Herpetofaunen Mitteleuropas. Mitteilungen aus dem Museum für Naturkunde in Berlin. Zoologisches Museum und Institut für Spezielle Zoologie (Berlin), 67 (1): 85-95; Berlin.
- BÖHME, G. (1991b): Amphibien- und Reptilienreste aus dem Eem-Interglazial von Schönfeld, Kr. Calau (Niederlausitz). – Natur und Landschaft in der Niederlausitz, Sonderheft: Eem von Schönfeld I: 117-129: Cottbus.
- Böнме, G. (1994): Reste von Wirbeltieren aus den jungquartären Süßwasserkalken von Robschütz bei Meißen (Sachsen). Abhandlungen des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden, 40: 107-145; Dresden.
- ВÖНМЕ, G. (2000): Fossile Amphibien und Reptilien im Quartär Thüringens. Veröffentlichungen des Naturkundemuseums Erfurt, 19: 79-97; Erfurt.
- ВÖHME, W. (1999): Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas, Band 3/IIA: Schlangen

- (Serpentes) II, Colubridae. 348 S.; Wiebelsheim (AULA Verlag).
- Brehm, A.E. (1869): Illustrirtes Thierleben. Eine allgemeine Kunde des Thierreichs. 841 S.; Hildburgshausen (Verlag des Bibliographischen Instituts).
- DÜRINGEN, B. (1897): Deutschlands Amphibien und Reptilien: eine Beschreibung und Schilderung sämmtlicher in Deutschland und den angrenzenden Gebieten vorkommenden Lurche und Kriechthiere. 676 S.; Magdeburg (Creutz´sche Verlagsbuchhandlung).
- ENGELMANN, W.-E., FRITZSCHE, J. & Günther, R. (1993): Lurche und Kriechtiere Europas beobachten und bestimmen. 440 S.; Radebeul (Neumann Verlag).
- FFH-Richtlinie (Richtlinie 92/43/EWG des Rates zur Erhaltung der Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen) vom 21 Mai 1992, Abl. Nr. L 206, S. 7.
- GOMILLE, A. (2002): Die Äskulapnatter, Elaphe longissima. Verbreitung und Lebensweise in Mitteleuropa. 158 S.; Frankfurt am Main (Ed. Chimaira).
- Graf, F. (2012): Griechische Mythologie: Eine Einführung. 1. Edition. 198 S.; Mannheim (Bibliographisches Institut).
- HEIMES, P. (1988): Die Reptilien des Rheingautaunus unter Berücksichtigung der Schutzproblematik der Äskulapnatter, Elaphe longissima (Laurenti, 1768). Unpublished report; Wetzlar (Naturschutz-Zentrum Hessen).
- JÖRNS, K.-P. (2004): Notwendige Abschiede: Auf dem Weg zu einem glaubwürdigen Christentum. 412 S.; Gütersloh (Gütersloher Verlagshaus).
- Kranz, P. (2010): Hygieia Die Frau an Asklepios' Seite. Untersuchungen zu Darstellung und Funktion in klassischer und hellenistischer Zeit unter Einbeziehung der Gestalt des Asklepios. 10 S.; Neapel (Bibliopolis).
- Kwet, A. (2021): Reptilien und Amphibien Europas. 368.; Stuttgart (Franckh Kosmos Verlag). Leven, K.-H. (2005): Antike Medizin. Ein Lexikon. 572 S.; München (C.H. Beck).
- LJUNGAR, L. (1995): First subfossil find of the Aesculapian snake. Amphibia-Reptilia, **16** (1): 93-94; Leiden Boston.
- LUISELLI, L. & CAPIZZI, D. (1997): Influences of area, isolation and habitat features on distribution of snakes in Mediterranean fragmented woodlands. Biodiversity & Conservation, 6: 1339-1351.
- MALTE, A. & ZITZMANN, A. (2007): Die Äskulapnatter. Natur und Museum, 137 (5/6): 118-119; Frankfurt am Main.
- MEHRTENS, J.M. (1987): Living Snakes of the World in Color. 480 S.; New York (Sterling Publishing).
- Moog, F.P. (2006): Ein eherner Genesungswunsch Anmerkungen zu einer Münze des L. Aelius Caesar. Würzburger medizinhistorische Mitteilungen, **25**: 7-18; Würzburg.
- Musilová, R., Zavadil, V. & Kotlík, P. (2007): Isolated populations of Zamenis longissimus (Reptilia: Squamata) above the northern limit of the continuous range in Europe: origin and conservation status. Acta Societatis Zoologicae Bohemicae, 71: 197-208; Prag.
- Musilová, R., Zavadil, V., Marková, S. & Kotlík, P. (2010): Relics of the Europe's warm past: Phylogeography of the Aesculapian snake. Molecular Phylogenetics and Evolution, 57 (2010): 1245-1252; Amsterdam.
- Noseck, U., Fahrenholz, C., Fein, E., Flügge, J., Pröhl, G. & Schneider, A. (2009): Impact of climate change on far-field and biosphere processes for a HLWrepository in rock salt.

   Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, GRS-241; Braunschweig.
- Peters, G. (1977a): Die Reptilien aus dem fossilen Tierbautensystem von Pisede bei Malchin. Teil I: Analyse des Fundgutes. Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin, Mathem.-Naturwiss. Reihe, **26** (3): 307-320; Berlin.
- Peters, G. (1977b): Die Reptilien aus dem fossilen Tierbautensystem von Pisede bei Malchin. Teil II: Interpretation und Probleme. Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin, Mathem.-Naturwiss. Reihe, **26** (3): 321-327; Berlin.
- РНІLІРРЕ, G. & GRUBER, U. (2017): Die Schlangen Europas. 352 S.; Stuttgart (Franckh Kosmos

#### Verlag).

- SCHÖNWIESE, C.-T. (2020): Klimatologie. 5. Auflage. 492 S.; Stuttgart (utb GmbH).
- SCHOUTEN, J. (1967): Rod and Serpent of Asklepios. 260 S.; New York (Elsevier Science Ltd.).
- STEGER, F. (2016): Asklepios: Medizin und Kult. 162 S.; Stuttgart (Franz Steiner Verlag).
- STEVENS, K. (1995): The european rat snakes of the genus Elaphe. British Herpetological Society Bulletin, **59**: 10-20; Montrose.
- SZYNDLAR, Z. (1984): Fossil snakes from Poland. Acta zoologica Cracoviensia, **28** (1): 3-156; Krakau.
- Uetz, P., Freed, P., Aguilar, R. & Hošek, J. (2021): The Reptile Database, http://www.reptile-database.org; letzter Zugriff: 08.06.2021.
- VITT, L.J. & CALDWELL, J.P. (2013): Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles, 4. Auflage. 776 S.; Cambridge (Academic Press).
- ZERLING, C. (2018): Asklepios, eine Gottheit wahrer und nachhaltiger Heilung: aus der mythischen Welt der Lapithen und Kentauren. 200 S.; Basel, Zürich, Roßdorf (SYNERGIA-Verlag).
- ZITZMANN, A. & MALTEN, A. (2008): Kartierung und Schutz der Äskulapnatter (Zamenis longissimus) im südlichen hessischen Odenwald. Projekte zum Schutz der heimischen Herpetofauna, AGAR-Projekt-Info 2008: 7-8.
- ZITZMANN, A. & MALTEN, A. (2010): Bundes- und Landesmonitoring der Äskulapnatter (Zamenis longissimus) in Hessen. Projekte zum Schutz der heimischen Herpetofauna, AGAR-Projekt-Info 2010: 5-6.
- ZITZMANN, A. & MALTEN, A. (2012): Die Äskulapnatter in Hessen. Artenschutzinfo Nr. 7: 1-18; Gießen (Hessen-Forst).
- ZITZMANN, A. & MALTEN, A. (2015): Schutz und Erforschung der Äskulapnatter (Zamenis longissimus). Projekte zum Schutz der heimischen Herpetofauna, AGAR-Projekt-Info 2015: 3-4.
- ZITZMANN, A. & MALTEN, A. (2017): Bundesmonitoring der Äskulapnatter (Zamenis longissimus). Projekte zum Schutz der heimischen Herpetofauna, AGAR-Projekt-Info 2017: 9-11.

Dr. Lukas Hartmann Bergstraße 20 65510 Idstein-Walsdorf

E-Mail: Lukas\_hartmann91@gmx.de

# Eine Felsenbrut des Hausrotschwanzes (*Phoenicurus ochruros*) im Hochtaunus

#### FRANK VELTE

Hausrotschwanz, Brutbiologie, Neststandort, Weiße Mauer

K u r z f a s s u n g : Obwohl der Hausrotschwanz ursprünglich ein Gebirgsvogel war, brütet er gegenwärtig überwiegend im urbanen Bereich. Über Bruten in felsigen Gebieten wird nur selten berichtet. An der Weißen Mauer, einer Blocksteinhalde im Hochtaunus, wurden junge Hausrotschwänze beim Verlassen des Nestes, welches offensichtlich eine Steinhöhle war, beobachtet.

# A rock brood of the Black Redstart (*Phoenicurus ochruros*) in the Upper Taunus Mountains

Black Redstart, breeding biology, nest site, Weiße Mauer

A b s t r a c t : Although the Black Redstart was a bird of mountain regions originally, it is breeding mainly in urban landscapes, actually. Only less is known about broods in rocky areas. On the Weiße Mauer, a large group of boulders in the Upper Taunus Mountains, juvenile Black Redstars were observed leaving the nest, which was obviously a hollow or a rock niche.

#### Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	79
2	Methode und Beobachtungsgebiet	80
3	Beobachtungen	80
4		82
5	Danksagung	83
6	Literatur	83

#### 1 Einführung

Der Hausrotschwanz (*Phoenicurus ochruros* (GMELIN, 1774) ist in Mitteleuropa ein typischer und weit verbreiteter Brutvogel in Siedlungsgebieten und anderen urban geprägten Bereichen bis hin zu Großstädten. Man kann ihn daher mit Fug und Recht als Kulturfolger bezeichnen (MENZEL 1995; LANDMANN 1996). Vereinzelt brütet er noch in Steinbrüchen und anderen felsigen Bereichen, da diese Art ursprünglich ein reiner Gebirgsvogel war. Geschlossene Waldgebiete werden vom Hausrotschwanz gemieden. Finden sich in Wäldern jedoch geeignete Nistmöglichkeiten wie Gehöfte, einzelne Gebäude oder Felsstrukturen, werden diese zum

Brüten genutzt (MENZEL 1995). Zumindest in Mitteleuropa geht man davon aus, dass gegenwärtig bis zu 95 % des Bestandes der Population in urbanen Bereichen lebt (LANDMANN 1996). Für Hessen werden aktuell 58.000 bis 73.000 Brutpaare des Hausrotschwanzes, die in hohen Populationsdichten vorkommen, angenommen (HGON 2010). Über Bruten, die nicht in urbanen Gegenden liegen, wird nur selten berichtet. Nachfolgend sollen daher Beobachtungen über eine Felsenbrut dieser Art, die zufällig im Hochtaunus entdeckt wurde, wiedergegeben werden.

## 2 Methode und Beobachtungsgebiet

Bei einer ornithologischen Exkursion am 30.6.2016 wurde zufällig eine kleine Gruppe von Hausrotschwänzen im mittleren Bereich der Weißen Mauer im Hochtaunus entdeckt und über einen Zeitraum von etwa 60 Minuten vom Autor ungestört bei einem Abstand von ca. 20 Metern mit einem Fernglas beobachtet (Abb. 1).

Die Weiße Mauer ist ein pleistozänes Frostschuttmeer und besteht aus unterdevonischem Taunusquarzit. Sie liegt etwa 1,5 km vom Altköniggipfel entfernt und erreicht eine Höhe von 634 m ü. NN. Diese natürlichen Steinhalden bedecken weite Flächen der Nordostflanke dieses dritthöchsten Berges im Taunus (HERR 1993) und sind komplett von Eichen-, Buchen- und Mischwald umgeben. Stellenweise haben einzelne Bäume, kleine Büsche und Zwergsträucher zwischen den Felsbrocken Fuß gefasst.

### 3 Beobachtungen

Am 30.6.2016, gegen 16:00 Uhr, wurde beim Aufstieg an der östlichen Seite der Weißen Mauer in einer Fichte ein weiblicher Hausrotschwanz entdeckt und wenige Minuten später ein Männchen. Beide Vögel flogen aufgeregt zwischen dem einzelnen Baum und einer rund 10 m davon entfernten Fichtengruppe hin und her. Dies ging über einen Zeitraum von etwa 20 Minuten, bis die beiden Hausrotschwänze in der Fichtengruppe verschwanden. Nach erneut 20 Minuten, der Beobachter war mittlerweile rund 50 m weiter aufgestiegen, erschienen die beiden adulten Vögel wieder in dem Blockfeld, aber diesmal zusammen mit zwei Jungvögeln, die offensichtlich gerade aus einer Kleinhöhle oder Spalte hervorgekommen waren. Die beiden Jungvögel konnten noch nicht richtig fliegen, sondern flatterten eher über die Felsbrocken hinweg. Das Weibchen pickte immer wieder zwischen den Gesteinsbrocken, wahrscheinlich nach Nahrung. Dabei versuchten die Jungvögel, engen Kontakt zum Weibchen zu halten. Der männliche Hausrotschwanz war mittlerweile weggeflogen. Die Jungvögel als auch der weibliche Vogel waren aufgrund ihrer graubraunen Färbung zwischen den Gesteinsbrocken

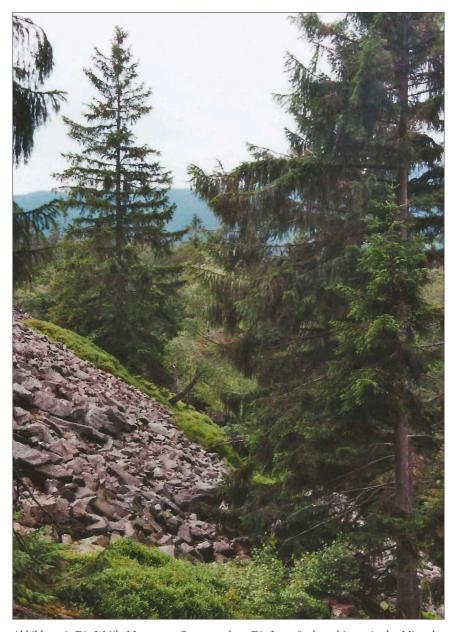


Abbildung 1: Die Weiße Mauer von Osten gesehen. Die Jungvögel erschienen in der Mitte des sichtbaren Teiles des Blockfeldes; Foto: F. Velte.

Figure 1: The "Weiße Mauer", view from the east side. The young birds were observed in the center of the visible part of the block field; photo: F. Velte.

mehrmals kaum zu erkennen. Nach einer Weile flatterten die beiden Jungvögel und das Weibchen auf die unteren Äste einer Eberesche, die fast den Boden berührten. Dort ruhten sie etwa eine Viertelstunde. Das Weibchen schien sehr nervös zu sein, denn ständig zeigte sie das Rotschwanz-typische Einknicken der Beine ("Knicksen") und Schwanzzittern. Zusätzlich rief es mehr oder minder ständig teck-teck (nach Menzel 1995) bzw. tk-tk (nach Landmann 1996), was Vogelbeobachtern als "Ticksen" bekannt ist. Danach verschwanden die drei Hausrotschwänze im unteren Bereich der Weißen Mauer und waren nicht wieder zu finden. Bei einem weiteren Besuch an der Weißen Mauer im Juli des Jahres konnten keine Hausrotschwänze mehr entdeckt werden.

#### 4 Diskussion

Als arttypische Lebensräume des Hausrotschwanzes gelten nicht nur felsige Gebiete im Hochgebirge, sondern auch geröllbedeckte Kuppen in Hochsteppen Innerasiens und mit Felsen besetzte Dornstrauch-Hochgebirgshalbwüsten (Menzel 1995). Darüber hinaus findet man ihn aber auch in felsigen Mittelgebirgen (Landmann 1996) und an Felsküsten (Nicolai 2007). Als natürliche Bruthabitate dieses ursprünglichen Gebirgsvogels werden Felsspalten und -nischen, aber auch Steinhaufen genutzt (Menzel 1995; Landmann 1996). Die Beobachtungen der Hausrotschwänze an den Blockhalden der Weißen Mauer, die zunächst ungewöhnlich erscheinen, stellen sich somit als ursprüngliche Verhaltensweisen im arttypischen Bruthabitat heraus. Dass solche Felsbruten beim Hausrotschwanz keineswegs absolute Ausnahmen darstellen müssen, zeigen die Beobachtungen von Görner (1978) aus Thüringen, der zahlreiche Bruten in solchen ursprünglichen Habitaten wie Blocksteinhalden, Felswänden und Felsstürzen nachweisen konnte.

Beim Hausrotschwanz finden regelmäßig zwei Jahresbruten statt, wobei eine Drittbrut eher als Ausnahme angesehen wird (Menzel 1995; Landmann 1996). Der Zeitraum des Verlassens des Nestes durch die Jungvögel wird bei Erstbruten des Hausrotschwanzes von Ende Mai bis Mitte Juni angegeben (Nicolai 1992; Landmann 1996). Somit kann das beobachtete Geschehen als erste Brut im Jahr gedeutet werden. Schon Nesenhöner (1956) weist daraufhin, dass junge Hausrotschwänze nach dem Ausfliegen nicht mehr in das Nest zurückkehren, was Menzel (1995) prinzipiell bestätigt, jedoch auch Ausnahmen aufführt. Auch die an der Weißen Mauer beobachteten Jungvögel kehrten nicht in das Nest zurück, sondern verschwanden mit dem Muttervogel in die entgegengesetzte Richtung. Nesenhöner (1956) konnte das Ausfliegen zwar schon früh morgens, aber auch nachmittags zwischen 15:00 und 16:00 Uhr feststellen, was sich zeitlich betrachtet mit der oben angegeben Beobachtung deckt. Derselbe Autor weist ferner darauf hin, dass das Ausfliegen eher ein "Ausflattern" ist, da die Jungvögel noch nicht

richtig fliegen können. Auch dies wird von Menzel (1995) bestätigt und konnte so an der Weißen Mauer festgestellt werden. Beide Eltern kümmern sich bei *Phoenicurus ochruros* um den Nachwuchs nach dem Ausfliegen (Menzel 1995; Landmann 1996). Das beobachtete Verhalten des Weibchens, insbesondere die *teck-teck*-Rufe, deuten darauf hin, dass der Autor von ihr als Bodenfeind erkannt wurde und die Jungvögel mit diesen Lautäußerungen gewarnt wurden (Landmann 1996). Das darauffolgende Verschwinden der Vögel war eine logische Konsequenz. Da das Gebiet im Juli nochmals aufgesucht wurde, ohne Hausrotschwänze zu finden, scheint eine zweite Jahresbrut nicht stattgefunden zu haben, da diese Vogelart für ihre Standort- und Brutplatztreue bekannt ist (Menzel 1995).

Die Blockschutthalden der Weißen Mauer im Hochtaunus stellen ein ursprüngliches und arttypisches Bruthabitat für den Hausrotschwanz dar. Als Blockschutthalden, wenngleich nicht natürlichen, sondern anthropogenen Ursprungs, können auch die keltischen Ringwälle am Altkönig angesehen werden. In beiden Gebieten soll zukünftig weiterhin nach Bruten des Haurotschwanzes Ausschau gehalten werden, um zu überprüfen, ob die zufällig entdeckte Felsenbrut tatsächlich nur eine Ausnahme war.

## 5 Danksagung

Herrn Prof. Dr. Günther Fleissner und Frau Dr. Gerta Fleissner, Okarben, danke ich für das Korrekturlesen des Manuskriptes.

#### 6 Literatur

GÖRNER, M. (1978): In Felsen, Steinbrüchen und Lockergesteinswänden Thüringens brütende Vögel. – Orn. Jber. Mus. Hein., 3: 43-62; Halberstadt.

HERR, H. (1993): Lexikon vom Hohen Taunus. – 127 S.; Frankfurt / M. (Verlag Waldemar Kramer).

Hessische Gesellschaft für Ornithologie und Naturschutz (HGON) (Hrsg.) (2010): Vögel in Hessen. Die Brutvögel Hessens in Raum und Zeit. – 526 S.; Echzell.

LANDMANN, A. (1996): Der Hausrotschwanz. Vom Felsbrüter zum Wolkenkratzer – Evolutionsbiologie eines Gebirgsvogels. – 144 S.; Wiesbaden (Sammlung Vogelkunde, AULA-Verlag).

MENZEL, H. (1995): Der Hausrotschwanz. – 88. S.; Magdeburg (Neue Brehm Bücherei Bd. 475, 3. unveränd. Aufl. Westarp Wissenschaften).

Nesenhöner, H. (1956): Beobachtungen, besonders brutbiologischer Art, am Hausrotschwanz (*Phoenicurus ochruros*). – Beitr. naturwiss. Ver. Bielefeld. **14**: 128-167; Bielefeld.

NICOLAI, B. (1992): Brutbiologische Angaben für den Hausrotschwanz in Sachsen-Anhalt. – Apus, 8: 66-77; Dessau.

NICOLAI, B. (2007): Hausrotschwanz *Phoenicurus ochruros* als Brutvogel an der Ostsee-Steilküste unter Berücksichtigung seiner Ausbreitungsgeschichte und Habitatansprüche. – Orn. Rundbrief Meckl.-Vorp., **46**: 46-51; Greifswald.

Dr. Frank Velte In den Lindengärten 3 61352 Bad Homburg E-Mail: marlin1904@aol.com Tel.: 06172 - 944648

Manuskripteingang: 27. Juni 2021

## Der Zeuge des Artensterbens – Über die Bedeutung des Siegerländer Entomologen Heinrich Wolf für die Faunistik der Stechimmen in Hessen

#### ULRICH FROMMER

Stechimmen, Faunistik, Artensterben, Biotopverluste, Mannigfaltigkeit, Erfassungsintensität

K u r z f a s s u n g : In der vorliegenden Arbeit werden die Verdienste des Entomologen Heinrich Wolf (1924–2020) für die Faunistik der Stechimmen in Hessen dargestellt. Ein Verzeichnis der Veröffentlichungen von H. Wolf mit Bezug auf Hessen und die Standorte der öffentlichen Sammlungen mit Stechimmen von H. Wolf werden aufgeführt. Biotopbeschreibungen und die in zahlreichen Publikationen sowie in seinen privaten und unveröffentlichten "Entomologischen Notizen" dokumentierten Bestandsaufnahmen der Stechimmen hauptsächlich aus dem Lahn- und Dillgebiet werden vorgestellt. Seine Untersuchungen in der Mitte des 20. Jh. stellen eine wesentliche Grundlage für die aktuelle faunistische Forschung in Hessen dar. Die von H. Wolf untersuchten Biotope werden ausführlich beschrieben. Auf diese Weise werden die allgemeine Degenerierung und der große Flächenverbrauch von Natur- und Kulturlandschaft beispielhaft und in konkreter Weise deutlich. Anmerkungen zum ehemaligen Vorkommen von Sandarten im Raum Marburg und die Auflistung der in Hessen ausgestorbenen Stechimmenarten aus den untersuchten Biotopen zeigen den großen Verlust an Artenmannigfaltigkeit.

## The witness of the extinction of species – About the importance of the Siegerland entomologist Heinrich Wolf for the Aculeate fauna in Hesse

Aculeates, faunistics, extinction of species, loss of biotopes, biodiversity, recording intensity

A b s t r a c t: The present work presents the merits of the entomologist Heinrich Wolf (1924–2020) for the faunistics of aculeates in Hesse. A list of the publications by H. Wolf with reference to Hesse and the locations of the public collections with aculeates collected by H. Wolf are given. Biotope descriptions and the inventory of the aculeates, mainly from the Lahn and Dill area, documented in numerous publications as well as in his private and unpublished "Entomological Notes" are presented. His investigations in the middle of the 20<sup>th</sup> century represent an essential basis for current faunistic research in Hesse. The biotopes examined by H. Wolf are described in detail. In this way, the general degeneration and the large amount of land consumption of natural and cultural landscapes become clear in an exemplary and concrete manner. Comments on the former occurrence of sand species in the Marburg area and the listing of the extinct aculeate species in Hesse from the biotopes examined show the great loss of species diversity.

### Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	86
2	Lebensstationen in Hessen	88
2.1	Jugend- und Kriegszeit	88
	Studienjahre in Marburg	

2.3	Die lange Zeit nach dem Studium	91
3	Öffentliche Sammlungen mit Stechimmen von Heinrich Wolf	93
4	Biotopbeschreibungen	94
4.1	Biotope im Lahntal bei Marburg	95
4.2	Anmerkungen zum ehemaligen Vorkommen von Sandarten	
	im Raum Marburg	99
4.3	Biotope im Dilltal südlich von Dillenburg und Umgebung	99
4.4	Biotope im Lahntal bei Weilburg	101
4.5	Weitere Biotope in Hessen	103
5	Die Bedeutung von Heinrich Wolf für die Faunistik der	
	Stechimmen in Hessen	103
6	Danksagung	108
7	Literaturverzeichnis	108
8	Verzeichnis der Veröffentlichungen von Heinrich Wolf	
	mit Bezug auf Hessen und auf den Text	109

## 1 Einleitung

Am 18. Mai 2020 verstarb nach vollendetem 96. Lebensjahr der Studiendirektor i. R. Heinrich Wolf in Plettenberg im Märkischen Kreis. Für seine Verdienste um die Erforschung der Stechimmen, besonders der Wegwespen, erhielt er das Bundesverdienstkreuz am Bande und die Eigen-Medaille. An dieser Stelle sollen seine Verdienste für die Faunistik der Stechimmen in Hessen gewürdigt und dabei die unterschiedlichen Lebens-Verflechtungen mit Hessen dargestellt werden, um die Zusammenhänge seiner faunistischen Forschung in Hessen in der Mitte des 20. Jh. besser verstehen zu können. Die hier dargestellten Erinnerungen und Biotopbeschreibungen, die eine große Bedeutung für das Verstehen des Artensterbens haben, stammen aus verschiedenen Quellen. Zum einen sind es die "Entomologischen Notizen" (EN) von H. Wolf. Diese sind handschriftliche, tagebuchartige Aufzeichnungen über faunistische Exkursionen, die H. Wolf seit frühester Jugend anfertigte und dem Verf. in zweiter Kopie vorlagen. In DIN A5-Hefte trug er nach Präparation und Determination der gesammelten Stechimmen für jede Exkursion seine Beobachtungen und Untersuchungsergebnisse gleichsam in einer Art analogen Datenbank ein (s. Abb. 7). Dabei notierte er akribisch die jeweilige Exkursionsdauer, Windstärke, Windrichtung, Temperatur etc. Weitere Inhalte der EN waren Beobachtungen zu Geologie oder den Witterungsverhältnissen in den Untersuchungsjahren, Überlegungen zu Stechimmen-Verwandtschaften und Biozönosen sowie Auswertungen neuester Literatur etc. Zum anderen brachten seine zum Teil ausführlichen Briefantworten an den Autor (s. Abb. 3), Telefongespräche und vor allem Aufzeichnungen des Verf. anlässlich eines Besuchs in seinem Haus in Plettenberg zusammen mit seinen anderen "hessischen Stechimmen-Freunden" Karl-Heinz Schmalz und Stefan TischenTischendorf am 6. September 2010 weitere direkte Informationen zu seinem Lebenslauf und der familiären Verflechtung mit Hessen (Abb. 1, 2).



Abbildung 1: Heinrich Wolf am 6. September 2010 bei einem gemeinsamen Besuch des Verf. mit den anderen "hessischen Hymenopterenfreunden" Karl-Heinz Schmalz und Stefan Tischendorf in seinem Haus in Plettenberg; Foto: U. Frommer.

Figure 1: Heinrich Wolf on September 6, 2010 during a joint visit by the author with the other "Hessian Hymenoptera friends" Karl-Heinz Schmalz and Stefan Tischendorf in his house in Plettenberg; photo: U. Frommer.

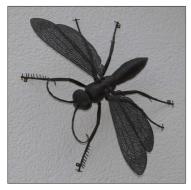


Abbildung 2: Große Wegwespenskulptur aus Bronzeguss am Haus von Heinrich Wolf in Plettenberg; Foto: U. Frommer.

Figure 2: Large bronze wasp sculpture at Heinrich Wolf's house in Plettenberg; photo: U. Frommer.

#### 2 Lebensstationen in Hessen

#### 2.1 Jugend- und Kriegszeit

Die übermittelten Aufzeichnungen aus den "Entomologischen Notizen" (EN) beginnen mit dem Jahr 1946 bereits auf Seite 235. Darin sind aber noch Stechimmen-Daten aus den Jahren 1940-1944 aus der Umgebung von Siegen aufgeführt, wo Heinrich Wolf am 26. April 1924 geboren und aufgewachsen ist und das Gymnasium besucht hat. Man kann also aus der hohen Seitenzahl mit Beginn 1946 schließen, dass seine Leidenschaft für die Stechimmen bereits in sehr früher Jugend begonnen hat. Angeregt wurde er durch seinen Großvater, der ein Schmetterlingssammler war ("ich sehe ihn noch über die Kästen schauen auf die Motten", mdl. 2010). Schon seit der Kindheit besuchte er seine Tante (die Frau des Bruders der Mutter), die ein bäuerliches Anwesen in "Gründau in Hessen" hatte. Dort half er in den Ferien beim Melken der Kühe und bei der Heuernte (mdl. 2010). Mit zehn Jahren kam es dort zu einem prägenden Schlüsselerlebnis: In den Lösshängen des "Ronneburger Wegs" grub er die kunstvollen Löss-Nester der Furchenbiene Halictus quadricinctus aus: "Ich habe heute noch den Geruch der Waben im Kopf" (mdl. 2010). Seit dieser Zeit beschäftigte er sich fast nur noch mit Stechimmen. Nicht von ungefähr stammt von dort der älteste belegte Nachweis (die Sandbiene Andrena rosae, heute RL 1 in Hessen), bereits mit gedrucktem Sammlungs-Etikett vom Jahr 1942, "Gründau in Hessen" aus dem MNOK. Auf dem Gymnasium in Siegen lernte er Französisch, Latein und Griechisch. Im Jahre 1942 machte er das "Notabitur" und wurde zum Kriegsdienst einberufen. Vom 1. März bis zum 11. Mai 1943 war er in Privas (Ardèche, Südfrankreich), vom 22. Mai bis 2. Juni in Lyon und vom 6. September bis 26. Oktober in St. Etienne (an der Loire) stationiert (EN). Vom Standortkommandanten erhielt er eine Sondererlaubnis, das Feldlager zum Insektensammeln zu verlassen (mdl. 2010). Sein später im Krieg gefallener Vater sagte noch: "Wenn das mal gut geht" (mdl. 2010). In Südfrankreich konnte er zum ersten Mal den Artenreichtum im mediterranen Frühling erleben. In den EN sind die vielen Neuzugänge für seine Sammlung aufgelistet. Im weiteren Verlauf des Krieges wurde er ab Ende 1943 "an der Ostfront im Mittelabschnitt in Weißrussland eingesetzt" (mdl. 2010). Nach einem komplizierten "Schussbruch" am linken Arm kam er 1944 für ein dreiviertel Jahr nach Herborn ins Lazarett. Selbst aus dieser Zeit gibt es Fangnotizen in den EN (der rechte Arm war ja noch intakt). Im Spätsommer 1944 kam er zu einer "Genesungskompanie" nach Weilmünster (mdl. 2010). Der linke Arm war aber noch nicht zu gebrauchen. Auch aus dieser Zeit gibt es Notizen (EN). Im weiteren Kriegsverlauf kam er von Fulda aus noch nach Dänemark. "Dann war der Krieg zu Ende" (mdl. 2010). Bei Marburg (Lahn) wurde er in einem Gefangenenlager interniert und später nach Gründau in Hessen zur Hilfe in der Landwirtschaft vorzeitig entlassen (mdl. 2010).

#### 2.2 Studienjahre in Marburg

Um studieren zu können, musste Heinrich Wolf das "richtige Abitur" in Siegen nachholen. Das war für ihn nicht ganz einfach, da er (Siegen war britische Besatzungszone) Englisch nachlernen musste. Daneben arbeitete er in einem Sägewerk in Siegen. Alles war "sehr behelfsmäßig" (mdl. 2010). Schon in diesem Jahr 1946 besuchte er von Siegen aus mehrfach das Obere Dilltal bei Niederscheld südlich von Dillenburg (vgl. Biotopbeschreibungen), welches er ja schon während seiner Lazarett-Zeit in Herborn kennengelernt hatte. Im Jahre 1947, mit nunmehr 23 Jahren, konnte er endlich das Biologie-Studium in Marburg aufnehmen (Chemie, Biologie und Geographie für das höhere Lehramt). Das war finanziell nicht leicht zu stemmen, da der Vater im Krieg gefallen war und die Mutter ihn mit der schmalen Kriegerwitwenrente nur dürftig unterstützen konnte. Er erzählte uns, dass er in Siegen Lebensmittelmarken der englischen Besatzungszone bei einem Onkel in der Bäckerei in Reisemarken umtauschte. Diese Reisemarken konnte er dann "in Marburg in der Mensa oder beim Einkaufen einsetzen" (mdl. 2010). Er nahm ein bescheidenes dörfliches Quartier in Cappel bei Marburg, was in vieler Hinsicht eine schicksalhafte Entscheidung war sowohl für die Faunistik der Stechimmen in Hessen als auch für seinen weiteren Lebensverlauf.

Das Studentenquartier in dem südlich von Marburg gelegenen Dorf Cappel hatte für H. Wolf darüber hinaus in mehrerer Hinsicht Vorteile (in der Stadt Marburg war damals "wegen der vielen Flüchtlinge alles besetzt" (mdl. 2010)). Zum Ersten konnte er mit der Marburger Kreisbahn bequem das Marburger Stadtzentrum mit der Universität erreichen. Wenn der Dampfzug von Ronhausen kommend sich durch Pfeifen ankündigte, "musste ich mich sputen" (mdl. 2010), um noch rechtzeitig zum Bahnhof Cappel zu gelangen. Zum Zweiten konnte er in diesem damals noch sehr ländlichen Raum leicht geeignete Biotope für seine faunistische Forschung finden. Zum Dritten bahnte sich mit der zu Beginn seiner Studienzeit noch sehr jugendlichen, 13 Jahre jüngeren Gretel, der "filia hospitalis", wie H. Wolf sie humor- und liebevoll bezeichnete, ab 1953 eine tiefe Verbundenheit an, die später zu einem lebenslangen Zusammensein führen sollte.

In der vorlesungsfreien Zeit erkundete er in der Umgebung von Cappel geeignete Biotope wie "Hasenküppel", "Eselsbusch", "Eselsgrund" "Birke", "Waldstraße im Badstubengrund", "Lahnufer" mit dem Sonderbiotop "Am Krekel", "Große Sandgrube", "Grundwiesen" und auf der anderen Lahnseite, die er (nicht ohne Gefahr) über die Gleisbrücke der Main-Weser-Bahn erreichte (mdl. 2010) das Biotop "Gisselberger Löss" und als zufällige Entdeckung vom 17. Juli 1947 den Südhang des "Weimarschen Kopfs" mit dem "Zechsteinfelsen an der Reichsstraße 255" (EN). In diesem Jahrhundertsommer, mit 99 Sommertagen > 25° C, der wärmste Sommer zwischen 1857 und 1987 (EN), besuchte er auf der Hin- und Rückfahrt nach Siegen und in den Semesterferien von Siegen aus regelmäßig vor allem die "Ausläufer des Hangelbergs" und andere Biotope bei Niederscheld im Oberen Dilltal (vgl. Biotopbeschreibungen). Diese Biotop-Besuche bei Dillen-

burg und Marburg wurden regelmäßig 1948 und 1949 und auch noch bis 1952 und später fortgesetzt. Dabei besuchte er von Siegen aus auch die Exkursionsziele von Adolph Schenck bei Weilburg an der Lahn aus der Mitte des 19. Jh., vor allem mehrfach die "Odersbacher Lahnterrassen". Zur gleichen Zeit untersuchte er über Jahre hinweg intensiv die "Biozönose am Bürbacherwäldchen" in seiner Heimat bei Siegen (WOLF 1982).

Mit Beginn des Studiums an der Philipps-Universität in Marburg war Heinrich Wolf bereits ein fertiger Faunist und mit allen auf diesem Gebiet tätigen Wissenschaftlern bekannt und in Korrespondenz: Paul Blüthgen (Naumburg), E. Stoeckhert (Abensberg) und (nach dessen frühem Ableben) später F. K. Stoeckhert, Jacques de Beaumont (Schweiz) und J. Heinrich (Aschaffenburg), mit dem sich ein intensiver Tauschverkehr und Briefwechsel entwickelte, was "eine erhebliche Vergrößerung der Sammlung" (EN) bedeutete. Vor allem mit Paul Blüthgen, den er als seinen "Ziehvater" (mdl. 2010) bezeichnete, gab es ab Dezember 1946 eine rege Korrespondenz. Blüthgen überprüfte eine Vielzahl der von H. Wolf gesammelten Tiere. "Durch politische Ereignisse [gab es] zeitweise [eine] Unterbrechung der Korrespondenz mit Blüthgen" (EN). Auf diese Weise und mit der "Umetikettierung meiner gesamten Hymenopterenkollektion" (EN) mit einheitlich gedruckten Etiketten im Winter 1946 besaß H. Wolf im Laufe der Zeit eine beträchtliche, gut überprüfte Belegsammlung, die ihm eine sichere Zuordnung der Stechimmen-Arten erlaubte. Das Überprüfen neu aufgefundener Arten durch Paul Blüthgen ging noch einige Zeit weiter bis Ende der 40er-Jahre, als Paul Blüthgen ihm bedeutete: "Jetzt ist Schluss mit dem Bestimmen, das können Sie jetzt selbst" (mdl. 2010). Gleichzeitig war es Paul Blüthgen, der ihm nahegelegt hatte, sich näher mit den Wegwespen zu beschäftigen. H. Wolf und Paul Blüthgen, der sich unter anderem ja ebenfalls mit Wegwespen beschäftigte, blieben auf diese Weise weiter in freundschaftlichem Kontakt. H. Wolf hat später Paul Blüthgen in einer gesonderten Publikation gewürdigt (WOLF 1988).

Eine besondere Begebenheit, von der Heinrich Wolf immer wieder sprach, ereignete sich mit dem Schweizer Grabwespenspezialisten Jacques de Beaumont, die H. Wolf (05.01.2012 in litt.) so beschrieb: "Wie die Jungfrau zum Kind, so bin ich zu *Passaloecus brevilabris* gekommen; via de Beaumonts Großherzigkeit. Eigentlich sollte ich zu diesem kuriosen Vorgang etwas von mir geben." Hier soll versucht werden, den ungefähren Verlauf zu schildern (so wie es uns H. Wolf bei unserem Besuch erzählt hat). H. Wolf hatte in Bohrlöchern der Zimmerei seines Schwiegervaters in Cappel ein Tier der Gattung *Passaloecus* gefunden, welches nicht mit dem ihm vorliegenden Grabwespen-Schlüssel eindeutig bestimmbar war, und de Beaumont vorgelegt. Dieser hatte weitere Tiere mit diesen Eigenschaften bereits als neue Art erkannt und nannte ihm die neuen Arteigenschaften und den zukünftigen, noch unveröffentlichten Namen dieses Taxons, die dann von H. Wolf in einer Publikation (Wolf 1958) kurz beschrieben wurden, natürlich ohne Lectotypus-Festlegung in der Annahme, dass inzwischen die eigentliche Erstbeschreibung und die Lectotypus-Festlegung durch de Beaumont ge-

schehen war. De Beaumont war "zunächst etwas erzürnt", aber die Publikation war schon erschienen und die kurze Beschreibung der Arteigenschaften zählte später als Erstbeschreibung. H. Wolf sagte uns dazu: "Das war von mir etwas voreilig", aber de Beaumont war "großherzig" – ein "Edelmann" (mdl. 2010).

#### 2.3 Die lange Zeit nach dem Studium

Das Jahr 1953 war in vieler Hinsicht ein Jahr, in dem sich vieles für die Zukunft verändern sollte. Heinrich Wolf hatte das Studium beendet und musste sich entscheiden, ob er eine Promotion "Über die Entwicklung des Sozialmagens bei Bienen" (mdl. 2010) anstreben sollte. Auf der anderen Seite hatte er gerade seine zukünftige Frau Gretel (die "filia hospitalis") aus Cappel kennengelernt und hätte in Hessen seine Referendarzeit beginnen können. Das ging aber nicht, weil er der Siegerländer – als "Nicht-Hesse" wegen des föderalen Systems nicht in Hessen zugelassen wurde. Andererseits hätte die Promotion mindestens noch zwei Jahre gedauert und es gab verwandtschaftlichen Druck "ins Geld zu gehen" (mdl. 2010). Sie sagten "hör auf mit Studieren, damit die Mutter entlastet wird mit ihrer kleinen Kriegerwitwenrente" (mdl. 2010). So begann H. Wolf seine Referendarszeit in Lüdenscheid und Recklinghausen und kam "nur alle drei Wochen" und in den Schulferien nach Marburg. Nach dem Ende der Referendarszeit und absolvierter pädagogischer Staatsprüfung "mussten wir 1956 wegen Wohnungsanspruch heiraten" (mdl. 2010). Die junge Familie landete in Plettenberg, wo er bis zu seiner Pensionierung am Albert-Schweitzer-Gymnasium tätig war. Von dort aus wurden (später auch mit Sohn und Tochter) in den Schulferien im Frühjahr, im Sommer und im Herbst Gretels Eltern und Verwandte in Marburg und Gretels zehn Jahre ältere kinderlose Schwester in Frankfurt-Berkersheim besucht. Auf dem Weg nach Marburg wurden immer wieder auch die alten Sammelgebiete im Oberen Dilltal (Galgenberg und Ohelle) aufgesucht und die bekannten Biotope in Marburg. Während die beiden Schwestern von Berkersheim aus oft nach Frankfurt zum Einkaufen gingen, konnte H. Wolf in dieser Zeit auf Sammeltour gehen: Zum einen zum nahegelegenen "Berger Hang" oder mit der Bahn nach Darmstadt und mit der Straßenbahn zur "Eberstädter Düne" (mdl. 2010).

Das gastliche Haus in Plettenberg wurde zur Pilgerstätte für viele namhafte Stechimmenforscher. Nicht nur die Wegwespenspezialisten seiner Zeit wie zum Beispiel Raymond Wahis und Michael C. Day, auch andere Stechimmen-Koryphäen wie J. Leclercq oder der "kettenrauchende und Kaffee trinkende 90-jährige" Andrenen-Kenner W. Grünwaldt (mdl. 2010). H. Wolf bestimmte und revidierte für eine Vielzahl von Faunisten und Museen in Europa die schwierige Gruppe der Wegwespen. Auch wir aus Hessen, die er liebenswerterweise "meine hessischen Stechimmen-Freunde" nannte (Wolf et al. 2009: 9) sandten ihm unsere gesammelten Wegwespen zur Überprüfung nach Plettenberg und unsere Publikationen, woraus sich ein von Erinnerungen an seine hessische Zeit geprägter Briefwechsel entwickelte (Abb. 3a-d). Alle Ergebnisse der Tiere, die er über-

prüft hatte, wurden von H. Wolf auf Karteikarten, nach Arten geordnet, notiert und in einem bemerkenswerten Werk in den "Mitteilungen aus dem Entomologischen Verein Krefeld" herausgegeben (Wolf et al. 2009). Dieses Werk umfasst die Bearbeitung von ca. 161.560 (!) Trockenpräparaten aus zahlreichen Museumssammlungen und Privatsammlungen.

heute erhielt ich Ihren freundlichen Brief vom 27.6.05, für den ich mich deshalb besonders bedanke, weil er mich in längst verflossene Zeiten zurück erinnert. Und auch Ihre Pompilis sind unversehrt angekommen. Nun habe ich sogleich meine vielbenutzte TK25, Blatt 5515, Weilburg, von 1935, geholt. Welch enorme Veränderungen gegenüber Ihren Kopien! Ich lege eine Kopie bei. Alles, was Sie als "bewaldet" markieren, war damals Streuobstwiese, nur ganz unten mit etwas Schler henbuschwerk; darüber, bis zur ruinösen Zeche "Erhaltung" etwa, lag eine Trockenweide, mit Eryngium, Salbei, und an eine Ophrys kann ich mich auch erinnern. Das war wohl das Gelände, wo der alte Schenck, mein Siegener Landsmann, herumlief (die Schencks stammten ja aus Siegen, damals nassauisch; das ganze Haus Nassau kommt ja nicht aus Nassau, sondern vorher aus Siegen). Apopos Runkel: Als Student in Marburg war ich etwa 2x in Runkel, nicht ohne den ätzend herben "Runkeler Roten" probiert zu haben, der direkt über der Ruine angebaut wurde, so Ende der 40er, Anfang der 50er Jahre. Hat darüber

a

ja, ich sagte es schon immer: Ich kann es nimmermehr vergessen, das liebe Land der blinden Hessen. Blind?? Und dann so gediegene Arbeiten wie die über Ihre Lahn-Holzbienen, die von Schlüchtern (der Distelrasen lässt grüßen!) und über Andrena lagopus. Für alle diese guten Sachen besten Dank. Für mich eine Wohltat, dass meine "Notizen" aus längst verflossenen Zeiten noch mal auftauchen Aus Zeiten, als Samthummeln zu hessischen Bewohnern gehörten.

b

Wie schön, aus dem Lande der Blinden Hessen Ihre "Kommentierte RL" und Ihre "Faltenwespen-Revision, 2" bekommen zu haben! Ich bedanke mich für Ihre spitzenmäßigen Beiträge. Und auf dem Foto der Eberstädter Düne, da funkelt mir doch etwas entgegen; und siehe da: es sind kristalline Schweißtröpfchen von mir selbst; subfossil. So ist es: Ich lebe als Hymi-Fossil. Und komme kaum noch hoch mit meinem Allerwertesten. Und ich hoffe,

\_

Ganz kolossal habe ich mich über Ihren Brief vom 23. August und über Ihre Lehm-und-Feld wespen-Geschichten ergötzt und ich danke für alles auf's herzlichste; aus meinem humpeligen Verlies, das ich ja nicht mehr verlassen kann, es sei denn eingesargt. Denn mit fast 90 meines irdischen Daseins ist nicht zu spotten. Wenn Sie auch die 2 anderen Kohorten-Hessen bitte schön grüßen wollen, wäre ich vorausschauend echt dankbar.

Quam supra demonstravimus habe ich Ihnen nichts Gutes, was meine Geundheit angeht, schon gesagt: trotz Schrittmachers bin ich von etwas Dauerschwindelbehaftet. Und von Zittrigkeit Also mit Hymis, das ist Vergangenheit.

Deshalb freue ich mich, ab und an "von meinen"Aculeatisten etwas zu hören. Und der ganzen cohors hassiae

d

Abbildung 3a-d: Textauszüge von Briefen von Heinrich Wolf an den Verfasser. Diese Briefe bekunden seine humorvolle Art, seine Heimatverbundenheit mit dem Siegerland, aber auch liebenswerte Erinnerungen an seine Lebensstationen in Hessen.

Figure 3a-d: Text excerpts from letters from Heinrich Wolf to the author. These letters express his humorous nature, his ties to his homeland Siegerland, but also lovable memories of his life in Hesse.

- a: Textauszug eines Briefes vom 01.07.2005; text excerpt from a letter dated July 1st, 2005.
- b: Textauszug eines Briefes vom 04.01.2008; text excerpt from a letter dated January 4th, 2008.
- c: Textauszug eines Briefes vom 05.01.2012; text excerpt from a letter dated January 5th, 2012. d: Textauszug eines Briefes vom 26.09.2013; text excerpt from a letter dated September 26th, 2013.

## 3 Öffentliche Sammlungen mit Stechimmen von Heinrich Wolf

Die von Heinrich Wolf in Hessen gesammelten Tiere sind schon zu seinen Lebzeiten in unterschiedlichen Museen untergebracht worden:

- 1. Fuhlrott-Museum in Wuppertal. Nach Auflösung des Museums 2009 wurden alle dort aufbewahrten Museumstiere als Dauerleihgabe dem Zoologischen Forschungsmuseum Alexander König (ZFMK) in Bonn übergeben (Abb. 4).
- 2. Naturkundemuseum Ottoneum in Kassel (NMOK).
- 3. Biologiezentrum der Oberösterreichischen Landesmuseen (OÖLM) in Linz an der Donau (A).
- 4. Naturmuseum Luzern (NML, Schweiz). Hier sind alle Goldwespen der Wolf'schen Sammlung untergebracht, die er noch zu Lebzeiten des Goldwespenspezialisten Walter Linsenmaier zur Bearbeitung geschenkt hatte.
- 5. Seine Ameisensammlung schenkte H. Wolf dem Ameisenspezialisten Bernhard Seifert zur Bearbeitung.
- 6. Infolge des regen Tauschverkehrs mit anderen Stechimmensammlern werden auch in anderen Museen Tiere aus der Sammlung Heinrich Wolf (wie auch seine Ameisensammlung bei B. Seifert) aufbewahrt, z. B. Tiere von J. Heinrich im Museum von Aschaffenburg oder im Senckenberg Naturmuseum in Frankfurt am Main (SMF) oder in der Zoologischen Staatssammlung in München (ZSM).



Abbildung 4: Überprüfte Tiere aus der Wegwespensammlung von Heinrich Wolf aus dem ZFMK. Die Fundortetiketten wurden vor dem Computerzeitalter noch in einer Druckerei pauschal gedruckt (z. B. Marburg (Lahn) und H. Wolf als Sammler) mit dem Vordruck für eine Dekade (z. B. 196). Das genaue Datum und das jeweilige Jahr wurde handschriftlich eingefügt (z.B. 29.8.1961, untere Reihe erstes Tier von rechts). Auf der Rückseite des Etiketts befinden sich auf einem Teil der Etiketten handschriftliche nähere Informationen zum Biotop (z. B. Weimarscher Kopf), zum Blütenbesuch oder sonstige Beobachtungen, die meistens auch in den "Entomologischen Notizen" unter dem entsprechenden Datum aufgeführt sind; Foto: U. Frommer. Figure 4: Checked animals from Heinrich Wolf's wasp collection from the ZFMK. In times before the computer age, the location labels were still printed as a lump sum in a printing house (e. g. Marburg (Lahn) and H. Wolf as collector) using the pre-printed form for a decade; photo: U. Frommer.

## 4 Biotopbeschreibungen

Die hier folgenden Biotopbeschreibungen sind hauptsächlich aus den "Entomologischen Notizen" (EN) erarbeitet worden. Die von Heinrich Wolf untersuchten Biotope (Abb. 5) sollen an dieser Stelle ausführlich beschrieben werden, weil auf diese Weise die allgemeine Degenerierung und der große Flächenverbrauch von Natur- und Kulturlandschaft beispielhaft und in konkreter Weise deutlich werden.

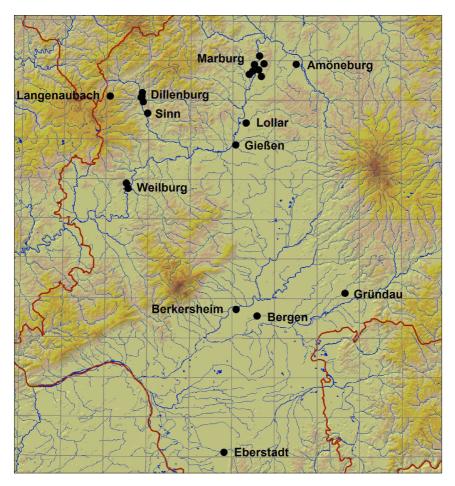


Abbildung 5: Karte der Orte mit Biotopen, die von Heinrich Wolf in Hessen untersucht wurden. Diese Orte hängen eng mit seinen unterschiedlichen Lebens-Verflechtungen mit Hessen zusammen; Karte: U. Frommer.

Figure 5: Map of the places with biotopes that were investigated by Heinrich Wolf in Hesse. These places are closely related to his various life interdependencies with Hesse; map: U. Frommer.

## 4.1 Biotope im Lahntal bei Marburg

MR: Alter Botanischer Garten: In Marburgs altem Universitätsviertel. Reichhaltiges Blühangebot. Zu Beginn seiner Studentenzeit mehrfach von Heinrich Wolf besucht (hauptsächlich 1947–1948).

MR: "Hasenküppel": Biotop mit Sandfeldern (Flugsande) des Oberen Buntsandsteins bei Marburg OT Cappel. Die Begehungen erfolgten im Wesentlichen 1947–1948.

MR: Cappel "Birke": Biotop mit Bundsandsteinsanden bei Marburg OT Cappel. Die Begehungen erfolgten im Wesentlichen 1947–1948.

MR: (Große) Sandgrube. Ehemalige Buntsandstein-Sandgrube bei Marburg OT Cappel, Buntsandstein, Flugsande. Diese Grube befand sich in der Nähe (flussaufwärts) der Flugsande der Lahn "Am Krekel". Die Begehungen erfolgten im Wesentlichen 1947–1948.

MR: Lahnufer bei Cappel (mit dem Flurstück "Am Krekel"): Etwa zwischen dem Lahnufer "Am Krekel" und dem Lahnufer flussabwärts bei der Steinmühle (Marburg OT Cappel). "Am Krekel" war das Ufer durch große Schwemmsandbänke bzw. große Sandflächen dünenartig aufgebaut mit lockeren Flugsanden. Die Begehungen erfolgten im Wesentlichen 1947–1953, aber auch im Rahmen der vielen Besuche in Cappel noch bis Ende der 50er-Jahre und später (vgl. WOLF 1993).

In den Sandgruben und den anderen Sandbiotopen bei Marburg OT Cappel wurden mehrere Sand-Stechimmenarten (psammophile Arten) nachgewiesen, die heute nur noch in den Binnendünenresten der Hessischen Rhein- und Untermainebene gefunden werden (siehe Kap. 4.2 Anmerkungen zum ehemaligen Vorkommen von Sandarten im Raum Marburg). Diese Biotope sind sämtlich heute verbaut oder völlig zugewachsen. Auf dem Flurstück "Am Krekel" befindet sich heute ein Gewerbe- und Industriegebiet.

MR: Waldstraße im Badstubengrund: Waldwiesengelände bei Marburg OT Cappel, heute noch in der TK25-Karte verzeichnet ("Badstube") und zugebaut (Siedlung). Exkursionen 1947.

MR: Gisselberger Lösshang: Lösshang oberhalb Marburg OT Gisselberg (gegenüber von Cappel rechts der Lahn). Stellenweise bis 8 m mächtiger "diluvialer Löss auf Buntsandstein" (EN), an einer Stelle mit einer 5 m hohen senkrechten Wand. Typische Blühpflanzen: Ononis spinosa, Stachys recta. Cirsium arvense, Hieracium pilosella, Ballota nigra. Heute sind die Reste der Lösshänge vollständig zugewachsen und verschattet. Die Begehungen erfolgten im Wesentlichen 1947–1949.

MR: Weimarscher Kopf: Heute Weimar/Lahn OT Niederweimar (inklusive des "Zechsteinfelsens an der Reichstraße 255" am Weimarschen Kopf mit großen Verwitterungs-Sandflächen) im Lahntal südlich von Marburg. Der Südhang war "[reich] an Kleinbiotopen" mit Löss und mürbem "violettem Zechstein, der von horizontalen Kalkbänkchen durchzogen und von [...] Trockentälchen zerfurcht war" (Wolf 1992). Nach Wolf (EN) handelte es sich im Wesentlichen um ein "Mesobrometum auf Zechsteinkonglomerat" im unteren Teil mit alten Streuobstbeständen, im oberen Teil mit einem lichten Kiefernwald und einer großen Anzahl wichtiger Blühpflanzen für Stechimmen (z. B. *Thymus* spp., *Achillea* spp., *Centaurea* spp., *Senecio* spp., *Helianthemum* spp., *Hieracium pilosella*, *Knautia arvense*, *Daucus carota*, *Ononis repens*, *Campanula* spp., *Sedum acre*, *Trifolium* spp., *Potentilla* spp., *Jasione montana*, *Cirsium acaule*, *Papaver rhoeas*, *Echium vulgare* und viele andere mehr. Ab den 60er-Jahren erfolgte die vollständige Bebauung

des Südhangs mit Wohnhäusern und Industrieanlagen und die Beseitigung der Verwitterungs-Sandflächen des "Zechsteinfelsens an der Reichsstraße 255" (EN) durch den Ausbau der heutigen Bundesstraße B 255 (WOLF 1992) (Abb. 6). Die insgesamt 41 in den EN vermerkten Begehungen erfolgten im Wesentlichen 1947–1953, davon allein 21 im Jahre 1949 (Abb. 7). Mit dem Artnamen der von H. Wolf am Weimarschen Kopf aufgefundenen und neu beschriebenen Wegwespe *Priocnemis mesobrometi* WOLF, 1958 wurde diesem untergegangenen Biotop letztlich ein Denkmal gesetzt (WOLF 1958a: 69, beschrieben als *P. pusillus* var. *mesobrometi*).



Abbildung 6: Blick auf den heute bebauten Südhang des Weimarschen Kopfs, ehemals nördlichster Vorposten für wärmeliebende Stechimmen im Marburger Lahntal. Von der Vielzahl der dort Mitte des 20. Jh. von Heinrich Wolf nachgewiesenen Stechimmen-Arten sind heute 19 in Hessen ausgestorben oder verschollen; Foto: 2021, U. Frommer.

Figure 6: View of the now built-up southern slope of the "Weimarscher Kopf", formerly the northernmost outpost for warmth-loving aculeates in the Marburg Lahn valley. Of the large number of aculeate species identified by Heinrich Wolf in the middle of the 20th century, 19 are today extinct or lost in Hesse; photo: 2021, U. Frommer.

Biotop, Beimasolur Kopf, Zecholein closena d. Reicho Hame 255, 15, Jul, 130, 718 oh SZ, 73, 21°C; Mesobron Prosopio cumulais cerricomis. 10 in famijosana communis. Pr. nipila, o'o'm Hatches Juliamis, o' in Menyan Sen. jacob. H. lenopus. 10 auf Sen. jacobaca Sphewdes niger. 4000 in anjall am boden. Sph. hydinahus. No and Dancus carta. andrea guyrana. Isio in Meny an Camp. rapementus. a. Minuthela. 445 o hanfige a. hatherframa. If any Knewtice evensis. a. Nomada Karopida. Iso'o cunf Sen. jacobaca; an gleida Manya floyen: N. Jahriciana . 180 N. markanella II.zen. 200 M. Planopullata. Iso'vi in grosser tall M. wherjaliana. It'and Sensio jacobas parmy bankriams. If and Campoana. Melita leginina. " vivo in angall an Onomo repeno, Carlancea scatiose, Senceio jacob Ceratina ayanea. A frishes & auf Centaurea scatiosa. Omnia navorizi) . 44 in Nenze an Ellium valgare. O. annelenta. 80 michen michan Silmeck (O. papuveros) 10 an Centaurea ocationa: Magadile pilidus. 15, od handig and Centanaa scatiosa, Triplima arvense. Tradusa byprina. Fio hanfig an Onomis repens. Meg. alpiula. Sinjige 99 an Kiefensomblow. M. centurellais. I is out Centaurea ocal

Abbildung 7: Auszug aus einer zweiten Kopie der "Entomologischen Notizen" von Heinrich Wolf nach einem Besuch des Biotops "Weimarscher Kopf" südlich von Marburg am 15. Juli 1948. Die Bienenarten *Osmia papaveris* und *Nomada roberjeotiana* sind heute in Hessen ausgestorben oder verschollen, die Bienenart *Osmia ravouxi* ist gefährdet. Der untersuchte Südhang des Weimarschen Kopfs mit seiner ehemaligen Mannigfaltigkeit an Stechimmen ist heute mit Wohnhäusern verbaut (s. Abb. 6). Bei Etiketten ohne nähere Biotopangabe [z. B. Marburg (Lahn)] konnten zu einem großen Teil die jeweiligen Biotope und die genaueren Fundumstände über das Datum der Exkursion durch entsprechende Angaben in den "Entomologischen Notizen" ermittelt werden (vgl. Tab. 1).

Figure 7: Extract from a second copy of Heinrich Wolf's "Entomological Notes" after a visit to the "Weimarscher Kopf" biotope south of Marburg on July 15th, 1948. The bee species *Osmia papaveris* and *Nomada roberjeotiana* are now extinct in Hesse or have disappeared. The bee species *Osmia ravouxi* is endangered.

## 4.2 Anmerkungen zum ehemaligen Vorkommen von Sandarten im Raum Marburg

Mitte des 20. Jh. konnte Heinrich Wolf (Wolf 1956, 1959a; EN und Etiketten überprüfter Exemplare aus den OÖLM in Linz (A), des NMOK in Kassel und des ZFMK in Bonn) in den Sandgruben und anderen Sandbiotopen in der Nähe seines Wohnorts Marburg OT Cappel sowie in den feinen Lockersanden – auch in denjenigen, die durch Verwitterung des "Zechsteinfelsens an der Reichstraße 255" am Weimarschen Kopf entstanden waren - mehrere Grabwespen- und Bienenartenarten nachweisen, die generell auf Sanden vorkommen, hauptsächlich auf Binnendünen und Flugsandfeldern (s. Tab. 1). Es sind dies die Grabwespen Bembix rostrata (auf den Flugsanden "Am Krekel"), Ammophila pubescens, Cerceris arenaria ("Am Krekel", "Große Sandgrube") Oxybelus argentatus, O. latro, O. mandibularis, O. latidens ("Große Sandgrube") und die Bienenart Anthophora bimaculata ("Am Krekel", "Cappel Birke", "Große Sandgrube", "Gisselberger Löss", "Zechsteinfelsen an der Reichsstraße 255") und ihr Brutparasit Ammobates punctatus ("Am Krekel", "Große Sandgrube", "Zechsteinfelsen an der Reichsstraße 255") Bis auf die unverwechselbare Bembix rostrata, die nicht überprüft zu werden braucht, konnten alle Arten überprüft werden (FROMMER 2009; TISCHENDORF, FROMMER & FLÜGEL 2011). Durch Verbuschung bzw. Zuwachsen, Bebauung und Straßenbau sind alle diese Sandbiotope heute nicht mehr vorhanden. Möglicherweise waren die Marburger Vorkommen durch den kontinuierlichen Buntsandsteinabbau seit dem Mittelalter, die natürliche Verwitterung der Zechsteinfelsen und die großen Sandflächen am Lahnufer schon seit sehr langer Zeit dort heimisch. Auch andere dort nachgewiesene Stechimmen, wie z. B. die Glanzbiene Dufourea halictula, sind für ganz Hessen verschollen (SCHMALZ 2002; TISCHENDORF et al. 2009). Bis auf Bembix. rostrata wurden die von H. Wolf Mitte des 20. Jh. bei Marburg nachgewiesenen Sandarten seit 1990 nur noch auf den Binnendünen und Flugsandfeldern der Hessischen Rhein- und Untermainebene nachgewiesen (TISCHENDORF, FROMMER & FLÜGEL 2011).

## 4.3 Biotope im Dilltal südlich von Dillenburg und Umgebung

<u>LDK: "Ohelle"</u>: Südlich von Dillenburg zwischen Herborn OT Burg und Dillenburg OT Niederscheld. Berühmte, ehemalige große Felsnase aus Diabas auf der linken Dilltalseite, von der Dill umschlungen (Abb. 8), die im Zuge des Ausbaus der Bundesstraße B 277 weggesprengt wurde und eine besondere Flora und Stechimmenfauna beherbergte (Wolf 1994). Die Begehungen erfolgten im Wesentlichen 1947-1956.



Abbildung 8: Durch den Ausbau der Bundesstraße B 277 wurde die berühmte, über die Dill emporragende Felsnase aus Diabas, die "Ohelle", weggesprengt. Sie beherbergte eine besondere Flora und Stechimmenfauna mit einigen heute in Hessen ausgestorbenen oder verschollenen Arten. Die "Ohelle" befand sich hinter der in der Bildmitte erkennbaren Dillbrücke; Foto: 2021, U. Frommer.

Figure 8: The expansion of the B 277 federal road has blown away the famous diabase rock out-cropping over the Dill, the "Ohelle". It housed a special flora and aculeate fauna with some species that are now extinct or lost in Hesse. The "Ohelle" was located behind the Dill bridge, which can be seen in the center of the picture; photo: 2021, U. Frommer.

LDK: Hangelberg: Hangelbergausläufer bei Niederscheld, später in den Entomologische Notizen von Heinrich Wolf auch als "Galgenberg" bei Burg (heute OT von Herborn) bzw. bei Niederscheld (OT von Dillenburg) bezeichnetes Gebiet südlich von Dillenburg im Dilltal. Xerotherme nach SE gerichtete teilweise felsige Abhänge des Hangelbergs auf der rechten Dilltalseite etwa gegenüber dem ehemaligen Stellwerk (Blockstation) "Tiergarten", an der damaligen "Chaussée zwischen Niederscheld und Burg". Nach H. Wolf "Mesobrometum typicum", Deckdiabasfelsen teilweise mit Verwitterungssanden überdeckt (EN). Damals mit einem Deckungsgrad der Krautschicht von 80 % und der Strauchschicht von 10 %. Das Gelände ist durch starke Verbuschung der Trockenrasen, die Erstellung eines Golfplatzes im oberen Teil und durch die Anlage heute bereits wieder sehr verwilderter Gärten in den Hanglagen sowie durch Verengung infolge des Straßenbaus (B 277) sehr stark verändert. Die ehemals natürlichen Felspartien sind heute vollständig zugewachsen und völlig verschattet. Die Begehungen erfolgten im Wesentlichen 1946–1949 und auch später noch immer wieder.

LDK: Hegetalskopf: Bei Dillenburg OT Niederscheld: südlich von Dillenburg auf der linken Dillseite im Dilltal. Weitläufiger nach SW gerichteter Hang auf warmen Deckdiabas-Böden. Massive Wiederbewaldung nach Aufgabe der Hutebeweidung seit Ende der 40er-Jahre des 20. Jh. bis auf wenige freie Stellen im heutigen NSG "Weißehöll", die seit kurzer Zeit mit schottischen Hochlandrindern beweidet werden. Die wärmsten Stellen des Südhangs gegenüber dem Friedhof von Niederscheld im unteren Bereich des heutigen NSG mit den ehemals reichhaltigen und noch in den 90er-Jahren des 20. Jh. erkennbaren Beständen des Frühlingsfingerkrauts (*Potentilla verna*) mit dem ehemaligen Vorkommen der Fingerkraut-Sandbiene *Andrena potentillae* (WOLF 1974) sind heute durch Schlehdorn verbuscht. Die wenigen Begehungen erfolgten in 1947–1948, aber vermutlich auch noch in den 50er-Jahren.

LDK: "Im Beilstein": Bei Sinn, südlich von Herborn im Dilltal. Dieser von H. Wolf in seinen Entomologischen Notizen und auf Etiketten von Sammlungstieren mehrfach genannte Felshang ist durch den Ausbau der B 277 stark angeschnitten und durch Anbringen von schweren Sicherheitsdrahtnetzen stark verändert und unzugänglich. Die wenigen Begehungen erfolgten im Wesentlichen 1947–1948.

LDK: Langenaubach Kalkgrube "Horte Linn": Bei Haiger OT Langenaubach. Einige Frühjahrs-Exkursionen in den Jahren 1946–1949 führten auch in das Gebiet des Aubachtals abseits des Dilltals (WOLF 1974). Für das Gebiet der "Horte Linn" konstatierte Heinrich Wolf "Mesobrometum auf Deckdiabas in Exposition SW" (EN).

## 4.4 Biotope im Lahntal bei Weilburg

LM: Schellhofskopf: Bei Weilburg. Dieser nach SSE gerichtete Trockenhang mit etwa 40 %-Hangneigung war in der Lebenszeit des berühmtem Hymenopterologen Adolph Schenck Mitte des 19. Jh. neben den "Odersbacher Terrassen" (Weinbau) und dem schon in den 50er-Jahren des 20. Jh. bereits aufgeforsteten "Gänsberg" ein häufiges Exkursionsziel. Heinrich Wolf besuchte das Biotop zweimal 1949 und beschreibt den Hang des Schellhofskopfs in seinen "Entomologischen Notizen" als "Mesobrometum typicum auf geschichtetem Schalstein mit Plattenkalken und sandig-grusig verwitternden Kalkschiefern" mit der "Vegetation eines lichten Buchenwaldes mit vorherrschendem *Teucrium botrys*" (EN), die durch Wiederbewaldung und starke Verbuschung heute kaum noch existiert.

LM: Odersbacher Lahnhänge bzw. Odersbacher Terrassen: Bei Weilburg OT Odersbach. Nach Süden gerichteter, zum Teil felsiger Steilhang der Lahn, ehemals (bis ins 19. Jh.) Weinberge, noch Mitte des 20. Jh. terrassierter intakter Streuobsthang mit Halbtrockenrasen. Die Begehungen erfolgten den Entomologischen Notizen zufolge im Wesentlichen 1949–1950, aber vermutlich auch später noch mehrmals. Heinrich Wolf (EN) beschreibt den Hang als "Mesobrometum auf rotem Flaserkalk mit Cypridinenschiefer des Oberdevon" mit einer Krautschicht von 80 %-Deckungsgrad mit reichhaltiger Blühvegetation (z. B. *Potentilla verna*,

Potentilla argentata, Sedum album, Sedum acre, Medicago spp., Salvia pratensis, Campanula glomerata, Lotus corniculatus, Dianthus spp., Hieracium pilosella, Knautia arvensis, Stachys recta, Ononis spinosa, Eryngium campestre). Bis 2008 waren die Lahnhänge fast vollständig verbuscht und es waren kaum noch Reste der Halbtrockenrasen erkennbar. Seit 2008 wurde auf Anregung durch den Verf. und die unermüdlichen Anstrengungen von K. Klenke im Auftrag der Naturschutzbehörden und der Stadt Weilburg begonnen, dieses berühmte Stechimmenbiotop wieder zu entbuschen und zu pflegen (Abb. 9), um so wenigstens einen Teil der großen Fläche wieder in den alten Zustand zurückzuführen. Seither wurden auf den Odersbacher Lahnhängen regelmäßig faunistische Untersuchungen durchgeführt (Frommer 2020). Dieses Biotop beherbergte einstmals seltene Grabwespen wie z. B. Argogorytes fargeii, Crossocerus walkeri oder Psen ater. Einige Stechimmen-Arten haben dort ihre nördlichste Verbreitung in Deutschland (Frommer 2020).



Abbildung 9: Die "Odersbacher Lahnhänge" waren schon Exkursionsziel des berühmten Stechimmenforschers Adolph Schenck, der um die Mitte des 19. Jh. die Umgebung Weilburgs untersuchte. Damals wurden die Hänge noch zum Anbau von Weinreben ("Odersbacher Terrassen"), später im 20. Jh. als Streuobstgebiet genutzt. In den 50er-Jahren des 20. Jh. wurden sie von Heinrich Wolf mehrfach besucht. Das völlig zugewachsene und verbuschte Gelände wird seit zehn Jahren wieder freigelegt und untersucht. Auf dem Bild unten rechts erkennt man eine 2020 künstlich angelegte Abbruchkante als Nistgelegenheit für Steilwandbewohner; Foto: 2020, K. Klenke.

Figure 9: The slopes of the Lahn river near Odersbach were already the excursion destination of the famous aculeate researcher Adolph Schenck, who examined the area around Weilburg in the middle of the  $19^{th}$  century. At that time the slopes were still used as a vineyard ("terraces of Odersbach"), later in the  $20^{th}$  century as a fruit orchard. Heinrich Wolf visited them several times in the 1950s; photo: 2020, K. Klenke.

#### 4.5 Weitere Biotope in Hessen

<u>Gi: Botanischer Garten in Gießen:</u> Von Heinrich Wolf zweimal im Jahr 1946 besucht mit dem Nachweis von zwei in Hessen verschollenen Arten.

MKK: "Gründau in Hessen": Bei Gründau, OT Niedergründau. Besonders der von Heinrich Wolf (EN) seit seiner frühen Jugend bei Verwandtschaftsbesuchen vielfach aufgesuchte Lösshohlweg ("Ronneburger Weg") ist heute asphaltiert und die Lösssteilwände sind vollständig zugewachsen und verschattet. Die umgebenden Äcker (früher teilweise Magerrasen) sind stark aufgedüngt, so dass keine nennenswerten Arten mehr zu erwarten sind. Noch Mitte des 20. Jh. wurden hier von H. Wolf sehr seltene, heute teilweise für ganz Deutschland verschollene Stechimmen (z. B. die Grabwespe *Gorytes albidulus*) nachgewiesen.

MR: NSG "Amöneburg, Wenigenberg": Nach Süden ausgerichteter Steilhang mit ehemals "kontrollierter" Verbuschung und Halbtrockenrasen, der bis in die 90er-Jahre des 20. Jh. durch Schafbeweidung und Mahd gepflegt wurde (vgl. Abb. 5 in Frommer 2001: 182). Dieses Biotop wurde bei einigen Exkursionen Ende der 50er-Jahre bereits von H. Wolf untersucht. Bis zum Ende des 20. Jh. gelang bei der Pflege dieses alten Naturschutzgebiets ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Gebüschen und Halbtrockenrasen, was zu einer großen Mannigfaltigkeit von Arten führte. Heute wird eine große Ziegenherde zur Pflege eingesetzt. Die Gebüsche sind nun fast vollständig verschwunden.

<u>F: NSG "Berger Hang":</u> Frankfurt OT Bergen. Dieser Streuobstwiesenhang wurde von Heinrich Wolf vor allem in der zweiten Hälfte des 20. Jh. in den 50erund 60er-Jahren mehrfach besucht (Wolf 1985, vgl. Tabelle 1). Das NSG hat sich seitdem etwas verändert. H. Wolf bezeichnete die damalige Vegetation als "steppenartig" (mdl. 2010).

<u>DA: Eberstädter Düne</u>: Bei Darmstadt OT Eberstadt. In den 50er-Jahren des 20. Jh. waren noch große Dünenflächen vorhanden und H. Wolf konnte dort in dieser Zeit bei einigen Exkursionen (laut Museumsetiketten und teilweise EN: 15./17.08. 1956, 13./14./15.06. 1957 sowie 11./15.08.1958) noch zahlreiche Dünenarten nachweisen, die heute in Hessen ausgestorben oder verschollen sind (s. Tab. 1). Die verbliebenen Dünenreste stellen heute das NSG "Düne am Ulvenberg von Darmstadt-Eberstadt" dar. H. Wolf besuchte keine anderen Dünen bei Darmstadt (mdl. 2010).

#### 5 Die Bedeutung von Heinrich Wolf für die Faunistik der Stechimmen in Hessen

Auf dem Gebiet der Faunistik der Stechimmen (Hymenoptera, Aculeata) war Heinrich Wolf fast der Einzige, der in der Mitte des 20. Jh. systematisch unterschiedliche Biotope in Hessen intensiv bearbeitete. Das änderte sich erst, als mit dem Beginn der 90er-Jahre eine neue Faunisten-Generation auftrat, die sich an-

schickte, den eklatanten Artenrückgang zu dokumentieren, der sich in den vergangenen 40 Jahren ereignet hatte. Ohne die wertvollen faunistischen Untersuchungen von H. Wolf wäre eine fundierte Aufarbeitung kaum möglich gewesen. In Tabelle 1 sind nur diejenigen Arten aufgeführt, die heute in Hessen ausgestorben oder verschollen sind. Bis auf wenige Ausnahmen sind es jeweils die letzten Nachweise in Hessen. Bei den mit eckiger Klammer aufgeführten Ortsangaben konnte das entsprechende Biotop weder mit Hilfe der Etikettenangaben oder aus der Literatur, noch über Hinweise aus den "Entomologischen Notizen" ermittelt werden. Nicht zu vergessen ist bezüglich Tabelle 1 die Tatsache, dass in jener Zeit eine große Zahl von Stechimmen-Arten, die heute in Hessen vom Aussterben bedroht (z. B. Andrena rosae, A. tscheki, Bombus veteranus oder Megachile lagopoda u. a.) oder stark gefährdet sind (z. B. Megachile maritima und Coelioxys conoidea) von ihm noch regelmäßig nachgewiesen wurden (vgl. Rote Listen Hessens: Tischendorf et al. 2009, 2013; Tischendorf, Frommer & Flügel 2011; Frommer & Tischendorf in Vorbereitung).

Geradezu als "legendär" können die Besuche der Eberstädter Düne in der zweiten Hälfte der 50er-Jahre bezeichnet werden. In dieser Zeit (1956–1958) wurden bis auf die Grabwespe *Podalonia luffii* alle in Tabelle 1 für die Eberstädter Düne aufgeführten Sandarten in Hessen zum letzten Mal nachgewiesen (insgesamt zehn Arten). Diese Tatsache lenkt den Blickpunkt auf die Ursache des schnellen Aussterbens dieser besonders wärmeliebenden Sandarten. Dafür könnten "die für alle wärmeliebenden Aculeaten vernichtenden" verregneten sommerlichen "Witterungsverhältnisse der Jahre 1954–1958" verantwortlich gewesen sein (BLÜTHGEN 1961: 53; FROMMER 2013).

Heinrich Wolf war ein vorbildlicher Faunist in vieler Hinsicht. Die Biotope, die er oft über mehrere Jahre bearbeitete, besuchte er jeweils in zahlreichen Exkursionen über die gesamte Vegetationsperiode verteilt, so z. B. den Weimarschen Kopf insgesamt 41mal, davon allein 21mal im Jahre 1949 (EN). Es ist wichtig anzumerken, dass er bei jedem Besuch immer wieder alle vorgefundenen Arten sammelte und auflistete. So erreichte er eine hohe Erfassungsintensität, die mit heutigen intensiven Bearbeitungen gut vergleichbar ist. Auf diese Weise wird der Artenverlust in seiner Tragweite deutlich sichtbar. Vorbildlich war auch seine (damals natürlich analoge) Datenerfassung (s. Abb. 7). Diese systematische Erfassung machte es ihm möglich, fundierte Artenlisten mit Häufigkeitsangaben anzulegen und zu publizieren (vgl. WOLF 1950, 1956, 1959). Betrachtet man die von H. Wolf damals bearbeiteten Untersuchungsgebiete heute, so ist in fast allen Fällen ein großes Ausmaß an Qualitätsverlust festzustellen. Der größte Teil der von ihm untersuchten "Biotope" ist heute gänzlich vernichtet (s. Abb. 6, 8). Mit dem hier durch direkten Vergleich konkret dokumentierten Verlust der historischen Kultur- und Naturlandschaft und dem enormen Flächenverbrauch werden wesentliche Ursachen des Rückgangs der Artenmannigfaltigkeit besser verstehbar. In seinen, lange Zeit nach den Untersuchungen publizierten, Gebietsmonographien über den "Weimarschen Kopf" bei Marburg (Wolf 1992) und die

"Ohelle" südlich von Dillenburg (Wolf 1994) hat H. Wolf selbst auf dieses Aussterben von Arten deutlich hingewiesen. Das Gleiche gilt für seine späten Untersuchungen zum Aussterben zahlreicher Hummelarten, basierend auf seinen Hummeluntersuchungen aus den 40er- und 50er-Jahren am Lahnufer bei Cappel (Wolf 1985b, 1993) und aus den 60er-Jahren bei Frankfurt am Main (Wolf 1985b). Schließlich ist sein vorbildlicher Einsatz hervorzuheben, lokale Beobachtungen in einer angemessenen Art einem interessierten, breiteren regionalen Leserkreis vorzustellen. Dabei gelang es ihm, wissenschaftliche Zusammenhänge in verständlicher Weise darzustellen und in ein jahreszeitlich empfundenes Erleben der Kultur- und Naturlandschaft einzubetten (Wolf 1951, 1974).

Heinrich Wolf war Zeit seines Lebens ein sehr humorvoller Mensch. Man kann daher seine Briefe nur mit großem Vergnügen lesen (s. Abb. 3 a-d). Seine kleinen Beiträge in der Hymenopterenzeitschrift "bembix" ("Wider den tierischen Ernst" oder "Dürfen Entomologen heiraten?") sprechen für sich (Wolf 2000, 2007a). Seinen Humor hat H. Wolf auch in hohem Alter nicht verloren. Als er schon zum großen Teil im Tagesverlauf im Bett liegen musste, sagte er am Telefon, er sei nun der "Patient seiner Frau" Gretel und verbringe den Tag in "statu horizontale".

Tabelle 1: Liste der in Hessen ausgestorbenen Stechimmenarten in Bezug auf die von Heinrich Wolf untersuchten Biotope. In den meisten Fällen handelt es sich um die letzten belegten Nachweise in Hessen. Im Text werden die einzelnen Biotope nach Heinrich Wolfs Angaben in seinen "Entomologischen Notizen" näher beschrieben. Die unterlinierten Arten konnten seit der Erstellung der Roten Listen wieder neu in Hessen nachgewiesen werden (TISCHENDORF in Vorbereitung).

Abkürzungen: WO = Wolf, FR = Frommer, TI = Tischendorf, Ex = Anzahl an Exkursionen, EN = in den "Entomologischen Notizen" aufgeführt, OT = Ortsteil, NMOK = Naturkundemuseum Ottoneum, Kassel, OÖLM = Biologiezentrum in den Oberösterreichischen Landesmuseen, Linz (A), SMF = Senckenberg Naturmuseum, Frankfurt am Main, ZFMK = Zoologisches Forschungsmuseum Alexander König, Bonn.

Table 1: List of the extinct aculeate species in Hesse in relation to biotopes examined by Heinrich Wolf. In most cases it is the last documented evidence in Hesse. In the text, the individual biotopes are described in more detail according to H. Wolf's information in his "Entomological Notes". Since the Red Lists were drawn up, the underlined species have been detected again in Hesse (Tischendorf in preparation).

Biotop	Ex	Jahr	Familie, Gattung, Art	Bemerkungen
Botan. Garten Marburg	11	1947 1947	Andrenidae <u>Andrena floricola</u> Apidae <i>Nomada obscura</i>	EN, WO 1956, OÖLM EN, WO 1956, OÖLM ("Alpinum, an den <i>ruficrus</i> Nestern")
Hasen- küppel	07	1947 1948	Halictidae <i>Dufourea halictula</i> Andrenidae <i>Andrena floricola</i>	EN, WO 1956, ZFMK EN, WO 1956, OÖLM
Cappel "Birke"	03	1948	Crabronidae Alysson ratzeburgi	EN, WO 1959 a ("in Waldnähe"), OÖLM, OÖLM (1961 Cappel "Rodland")
Cappel (Große) Sandgrube	12	1947 1947 1947 1947 1947 1947	Halictidae Rophites quinquespinosus Apidae Nomada roberjeotiana Apidae Nomada rhenana Crabronidae Cerceris ruficomis Crabronidae Oxybelus latro Crabronidae Oxybelus latidens	EN, WO 1956 ("Marburg") EN, WO 1956 EN, WO 1956 WO 1959 a ("Marburg"), ZFMK, OÖLM, NMOK EN, WO 1959 a, OÖLM, NMOK EN, OÖLM ("Cappel, Sandgrube")

Tabelle 1: Fortsetzung. Table 1: continued.

Biotop	Ex	Jahr	Familie, Gattung, Art	Bemerkungen
Cappel Lahnufer	08	1947 1947 1950 1958 1947 1954 1947 1947 1955	Apidae Nomada roberjeotiana Apidae Bombus confusus Apidae Bombus pororum Apidae Bombus ruderatus Halictidae Dufourea halictula Halictidae Lasioglossum subfasciatum Halictidae Rophites quinquespinosus Crabronidae Alysson ratzeburgi Crabronidae Mimesa crassipes	EN, WO 1956 EN, WO 1956 EN, WO 1956 NMOK ("Marburg") NMOK ("Cappel") EN, WO 1956, ZFMK WO 1956, OÖLM ("Lahnufer") EN, WO 1956 (Marburg) EN EN, WO 1959 b, OÖLM ("Am Krekel")
Badstuben- grund	02	1947 1947	Apidae Bombus pororum Crabronidae Alysson ratzeburgi	EN, WO 1956 NMOK ("Marburg") EN, WO 1959 a ("Marburg", "in Waldnähe"), SMF, NMOK
Gisselberger Lösshang	11	1947 1947	Halictidae Rophites quinquespinosus Halictidae Lasioglossum laeve	EN, WO 1956 ("Marburg") WO 1956, NMOK ("Gisselberger Löss")
Weimarscher Kopf	41	1947 1949 1947 1947 1948 1948 1952 1960 1952 1958 1958 1949 1950 1948 1952 1958	Halictidae Rophites quinquespinosus Halictidae Lasioglossum tricinctum Halictidae Lasioglossum laeve Halictidae Lasioglossum quadrinotatulum Halictidae Lasioglossum quadrinotatulum Megachilidae Osmia papaveris Andrenidae Andrena congruens Apidae Nomada roberjeotiana Apidae Nomada obtusifrons Apidae Nomada obtusifrons Apidae Bombus confusus Apidae Bombus quadricolor Apidae Bombus pomorum Apidae Bombus pomorum Apidae Bombus ruderatus Vespidae Eumenes pomiformis Pompilidae Arachnospila usurata Pompilidae Evagetes proximus Pompilidae Priocnemis mesobrometi	EN, WO 1956, 1982, 1992, NMOK (1960) EN, WO 1956, 1992, ZFMK, OÖLM EN, WO 1956, 1992 WO 1992, NMOK ("Marburg") WO 1956, 1992 EN, WO 1956, 1982, 1992, NMOK (1948, 1957) WO 1956, NMOK ("Weimarer Kopf") EN, WO 1956, 1992 EN, WO 1956, 1992 EN, WO 1956, 1992 EN, WO 1956, 1992 WO 1956, 1992 WO 1956, 1992 WO 1956, 1990, OÖLM WO 1956, 1992 WO 1956, NMOK NMOK ("Weimarer Kopf") EN (als <i>E. pedunculatus</i> ), NMOK ("Marburg") EN, WO 1950, ZFMK ("Weimarer Kopf") EN, WO 1950, ZFMK ("Weimarer Kopf") EN, NMOK ("Marburg") WO 1958, WO et al. 2009 (1948–1958) Museum Budapest (1948, 1949)
[Marburg]		1947 1950 1958 1947 1948 1957	Andrenidae Andrena nana Apidae Bombus ruderatus Apidae Bombus ruderatus Megachilidae Megachile leachella Apidae Nomada distinguenda Apidae Nomada obtusifrons Megachilidae Osmia inermis Pompilidae Evagetes proximus	WO 1956, 1982, NMOK ("Marburg") NMOK ("Marburg") ZFMK ("Marburg") WO 1956 ("Marburg") WO 1956, 1982, NMOK ("Marburg") WO 1956 ("hessisches Hinterland") EN ("Cappel Eselsbusch"), WO 1956 ("Marburg") ZFMK ("Marburg"), WO 1970
[Lahn-Dill Gebiet]			Andrenidae Andrena chrysopyga	WO 1956 ("Lahn-Dill-Gebiet")
"Ohelle" bei Herborn	13	1949 1948 1948 1949	Halictidae Lasioglossum laeve Andrenidae Andrena nigriceps Pompilidae Evagetes proximus Pompilidae Evagetes sahlbergi	EN, WO 1956, 1994 EN, WO 1994, ZFMK WO 1994 WO 1994

Tabelle 1: Fortsetzung. Table 1: continued.

Biotop	Ex	Jahr	Familie, Gattung, Art	Bemerkungen
Hangelberg- ausläufer Galgenberg	22	1958 1948 1948 1948 1949 1947 1946 1949	Andrenidae Andrena congruens Andrenidae Andrena nigriceps Andrenidae Andrena floricola Megachilidae Megachile apicalis Megachilidae Megachile leachella Halictidae Lasioglossum laeve Halictidae Lasioglossum quadrinotatulum Pompolidae Evagetes proximus	EN, NMOK ("Dillenburg") EN, WO 1974, 1982, ZFMK WO 1956, OÖLM EN, WO 1956 ("Dilltal") EN, WO 1956 ("Dilltal"), ZFMK EN, WO 1956, 1982, ZFMK ("Dillenburg") WO 1956, NMOK ("Dillenburg") EN, WO 1950, NMOK ("Dillenburg")
Hegetalskopf	02		Pompilidae Arachnospila usurata	WO 1974
Langen- aubach	06	1949 1949 1947	Megachilidae Osmia pilicornis Halictidae Lasioglossum laeve Apidae Bombus pomorum	EN ("Horte Linn"), WO 1956 ("Oberes Dilltal") EN, WO 1956 ("Dillenburg") EN, WO 1956, NMOK ("Dillenburg")
[Dillenburg]		1948 1948 1947 1949 1947	Andrenidae Andrena nana Andrenidae Andrena floricola Apidae Bombus confusus Megachilidae Megachile apicalis Megachilidae Osmia inermis Pompilidae Evagetes proximus Pompilidae Evagetes proximus	WO 1956, 1982 OÖLM ("Herborn") WO 1971, 1982 WO 1956 ("Dilltal") NMOK ("Dillenburg") NMOK ("Dillenburg") ZFMK ("Dillenburg")
Schellhofs- kopf	02		Andrenidae Andrena congruens	EN, WO 1956
Odersbach Lahnhänge		1949 1949 1949	Andrenidae Andrena nana Andrenidae Andrena decipiens Megachilidae Megachile leachella Megachilidae Osmia papaveris Halictidae Lasioglossum tricinctum Halictidae Lasioglossum subfasciatum Halictidae Lasioglossum laeve Halictidae Rophites quinquespinosus Apidae Bombus pomorum Apidae Bombus confusus Crabronidae Cerceris ruficornis	WO 1956 ("Weilburg") WO 1956 ("Weilburg") EN, WO 1956 WO 1956 ("Weilburg") EN, WO 1956, 1982 OÖLM ("Weilburg") WO 1956 ("Weilburg")
Botan. Garten Gießen	05	1946 1946	Andrenidae <u>Andrena floricola</u> Apidae <u>Bombus confusus</u>	EN EN
Lollarer Kopf		1961	Megachilidae Osmia pilicornis	OÖLM ("Lollarer Kopf")
"Gründau in Hessen"	04	1958 1958 1958 1947 1945	Apidae Bombus pomorum Apidae Bombus confusus Apidae <u>Bombus ruderatus</u> Apidae <u>Nomada distinguenda</u> Andrenidae <u>Andrena pallitarsis</u> Crabronidae Cerceris ruficomis	NMOK ZFKM NMOK NMOK (det. Stoeckhert, Schwarz) WO 1959, OÖLM (vid. Westrich) WO 1959 a ("Lösshänge")
Amöneburg	02	1958 1958 1960 1958 1960	Apidae Bombus pomorum Apidae <u>Bombus ruderatus</u> Apidae <u>Bombus ruderatus</u> Apidae <u>Bombus confusus</u> Apidae Bombus rhenana	NMOK ZFMK NMOK OÖLM OÖLM

Tabelle 1: Fortsetzung.
Table 1: continued.

Biotop	Ex	Jahr	Familie, Gattung, Art	Bemerkungen
Berkersheim			Apidae <i>Bombus pomorum</i> Apidae <i>Bombus confusus</i>	WO 1985 WO 1985
Berger Hang	08	1961 1960 1963 1961 1966	Andrenidae <u>Andrena decipiens</u> Halictidae <u>Lasioglossum angusticeps</u> Halictidae <u>Lasioglossum puncticolle</u> Apidae Nomada roberjeotiana Pompilidae <u>Priocnemis hankoi</u>	WO 1985, NMOK WO 1985, NMOK WO 1985, OÖLM NMOK WO 1985, NMOK ("NSG Berger Hang")
Eberstädter Düne	03	1956 1956 1957 1957 1956 1956 1957 1957 1958 1958	Megachilidae Megachile apicalis Megachilidae Megachile leachella Megachilidae Megachile parietina Crabronidae Gorytes albidulus Crabronidae Tachysphex panzeri Sphecidae Podalonia luffii Vespidae Pterocheilus phaleratus Vespidae Stenodynerus orenburgensis Chrysididae Parmopes grandior Pompilidae Ceropales albicincta Pompilidae Ceropales variegata	ZFMK (det. van der Zanden) ZFMK (det. van der Zanden) NMOK ("Darmstadt") WO 1959 a, OÖLM NMOK ("Darmstadt") WO 1959 a, NMOK ("Darmstadt") NMOK ("Düne Eberstadt" 1956, 1957) OÖLM ("Düne Eberstadt") NML (1956, 1958, FR & TI 2021) ZFMK ("Darmstadt") ZFMK ("Darmstadt")

# 6 Danksagung

Karl-Heinz Schmalz (Eichenzell) und Stefan Tischendorf (Darmstadt) danke ich für (Erinnerungs-)Hinweise. Karsten Klenke (Weilburg) danke ich für die Bereitstellung des Bildes der Odersbacher Lahnhänge und Hermann-Josef Falkenhahn (Ebsdorfergrund) für die Bereitstellung einer Kopie der "Entomologischen Notizen".

#### 7 Literaturverzeichnis

BLÜTHGEN, P. (1961): Die Faltenwespen Mitteleuropas (Hymenoptera, Diploptera). – Abhandlungen der deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Klasse für Chemie, Geologie und Biologie, 1961 (2): 251 S.; Berlin (Akademie-Verlag).

FROMMER, U. (2009): Revision und Bestandsaufnahme der Wespenfauna im mittleren Hessen. Teil 1: Grabwespen (Hymenoptera: Ampulicidae, "Crabronidae", Sphecidae s. str.). – Hessische Faunistische Briefe, 27 (2008: 2–4): 17–59; Darmstadt.

FROMMER, U. (2013): Populationsdynamik und klimabedingte Arealoszillation bei der Feldwespe *Polistes nimpha* (Christ, 1791) in Deutschland (Hymenoptera: Vespidae, Polistinae). –
 Mitteilungen des Internationalen Entomologischen Vereins Frankfurt a. M., 38 (1/2): 7-43;
 Frankfurt a. M.

FROMMER, U. (2020): Bestandsentwicklung und Veränderungen der Stechimmenfauna des Lahntals und seiner Umgebung (Hymenoptera, Aculeata). – Ein Vierteljahrhundert faunis-

- tische Forschung in Zeiten des Klimawandels. Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde, **141**: 129-175; Wiesbaden.
- Frommer, U. & Tischendorf, S. (2021): Kommentierte Rote Liste der Goldwespen Hessens (Hymenoptera, Aculeata, Chrysididae. 249 SW.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Hrsg.).
- FROMMER, U. & TISCHENDORF, S. (in Vorbereitung): Kommentierte Rote Liste der Wegwespen Hessens (Hymenoptera, Aculeata, Pompilidae).
- SCHMALZ, K.-H. (2002b): Die Arten der Bienengattung *Dufourea* (Hymenoptera, Apidae) in Hessen unter Berücksichtigung der Kuckucksbiene *Biastes truncatus* (Hymenoptera, Apidae). Philippia, **10** (2): 79-100; Kassel.
- Tischendorf, S., Frommer, U., Flügel, H.-J., Schmalz, K.-H. & Dorow, W.H.O. (2009): Kommentierte Rote Liste der Bienen Hessens – Artenliste, Verbreitung, Gefährdung. – 152 S.; Wiesbaden (Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz), pdf online.
- TISCHENDORF, S., FROMMER, U. & FLÜGEL, H.-J. (2011): Kommentierte Rote Liste der Grabwespen Hessens (Hymenoptera: Crabronidae, Ampulicidae, Sphecidae) Artenliste, Verbreitung, Gefährdung. 240 S.; Wiesbaden (Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz), pdf online.
- Tischendorf, S., Schmalz, K.-H., Flügel, H.-J., Frommer, U., Dorow, W.H.O. & Malec, F. (2013): Rote Liste der Faltenwespen Hessens (Hymenoptera Vespidae: Eumeninae, Polistinae, Vespinae). 39 S.; Wiesbaden (Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Hrsg.).

# 8 Verzeichnis der Veröffentlichungen von Heinrich Wolf mit Bezug auf Hessen und auf den Text

- Wolf, H. (1949): Beiträge zur Hymenopterenfauna des oberen Lahn-Dill-Sieg-Gebietes (I.). Formicidae (Ameisen). Entomon, 1: 180-182; München.
- Wolf, H. (1950): Beiträge zur Hymenopterenfauna des oberen Lahn-Dill-Sieg-Gebietes (II.).
   Pompilidae (Wegwespen). Entomologische Zeitschrift, 59: 1-5, 183-184, 187-190; Stuttgart.
- Wolf, H. (1951): Zur Geschichte der Kleintierwelt des Siegerlandes. Siegerland, Blätter des Siegerländischen Heimatvereins, **28**: 92-94; Siegen.
- Wolf, H. (1951a): Über die parasitische Lebensweise der Gattung *Nysson.* Nachrichten des Naturwissenschaftlichen Museums der Stadt Aschaffenburg, **36**: 77–80; Aschaffenburg.
- Wolf, H. (1956): Nassauische Bienen (Hym. Apoidea). Beiträge zur Hymenopterenfauna des oberen Lahn-Dill-Sieg-Gebietes V. – Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde, 92: 37-49; Wiesbaden.
- Wolf, H. (1958): Neue, für Deutschland neue oder bemerkenswerte Grabwespen (Hym. Apoidea, Sphecoidea). Mitteilungen der deutschen Entomologischen Gesellschaft, 17: 13-17;
   Berlin.
- Wolf, H. (1958a): Bemerkungen zu einigen Wegwespenarten (Hym. Pompilidae). Mitteilungen der Deutschen Entomologischen Gesellschaft, 17: 68-72; Berlin.
- Wolf, H. (1959a): Nassauische Grabwespen (Hym. Sphecoidea). Beiträge zur Hymenopterenfauna des oberen Lahn-Dill-Sieggebietes VI. Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde, 94: 20-36; Wiesbaden.
- Wolf, H. (1959b): Über einige westdeutsche Bienen und Grabwespen (Hym. Apoidea, Sphecoidea). Mitteilungen der Deutschen Entomologischen Gesellschaft, 18: 11-16; Berlin.
- Wolf, H. (1968): Adolph Schenck 1803-1878 zum Gedächtnis. Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde, 99: 12-17; Wiesbaden.

- Wolf. H. (1970): Zur Kenntnis der Gattung Evagetes Lepeletier 1845 (Hymenoptera: Pompilidae). Beiträge zur Entomologie, 20: 51-83; Berlin.
- Wolf, H. (1971): Der Diabas des oberen Dilltales und die Verbreitung wärmeliebender Ameisen, Wespen und Bienen. Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde, **101**: 89-96; Wiesbaden.
- Wolf, H. (1974): Aus der Insektenwelt des Dillkreises. Heimatjahrbuch Dillkreis, 17: 30-39; Dillenburg.
- Wolf, H. (1976): Die Berg-Singzikade in Hessen und in Mitteleuropa. Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde, 103: 18-23; Wiesbaden.
- Wolf, H. (1982): Ein Faunenprofil durch das Rothaargebirge. Der Sauerländische Naturbeobachter, 16: 3-22; Lüdenscheid.
- Wolf, H. (1985): Wespen und Bienen (Hymenoptera: Vespoidea, Pompiloidea, Sphecoidea, Apoidea) des Naturschutzgebietes "Am Berger Hang" bei Frankfurt am Main. Hessische Faunistische Briefe, 5: 2-8; Darmstadt.
- Wolf, H. (1985a): Veränderungen der Hummelfauna (Hymenoptera: Apidae) des Siegerlandes, Bemerkungen zum Artenschutz und Bestimmungsschlüssel der in Nordrhein-Westfalen vorkommenden Arten. Natur und Heimat, 45: 26-33; Münster.
- Wolf, H. (1985b): Veränderungen der Hummelfauna (Hymenoptera: Apidae) bei Frankfurt (Main) und Marburg (Lahn). Hessische Faunistische Briefe, 5: 66-69; Darmstadt.
- Wolf, H. (1985c): Zur Vespiden-Sammlung Weyrauchs im Museum Wiesbaden (Insecta: Hymenoptera). Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde, 108: 63-64; Wiesbaden.
- Wolf, H. (1986): Massenbesuch von Papierwespen-Männchen (Hymenoptera, Apoidea: Vespidae) an Bärenklaublüten. Hessische Faunistische Briefe, 6: 72-73; Darmstadt.
- WOLF, H. (1988): Bewohner von Schilfgallen in den Naturschutzgebieten "Am Berger Hang" und Enkheimer Ried" in Frankfurt am Main (Insecta: Diptera, Hymenoptera). Hessische Faunistische Briefe, 8: 16-18; Darmstadt.
- Wolf, H. (1988a): Massenbesuch von Furchenbienen-Männchen (Hymenoptera, Apoidea, Halictidae) an Blütenständen der Kanadischen Goldrute. Hessische Faunistische Briefe, 8 (4): 64-65: Darmstadt.
- Wolf, H. (1988b): Anoplius tenuicornis (Tournier), eine für Hessen neue Wegwespe (Hymenoptera: Pompilidae). Philippia, 6: 106-107; Kassel.
- Wolf, H. (1991): Bewohner von Schilfgallen in Langen (Hessen). Hessische Faunistische Briefe, 11: 31-33; Darmstadt.
- Wolf, H. (1992): Die frühere Wildbienen-Fauna (Hymenoptera: Apidae) des Weimarschen Kopfes bei Marburg/Lahn. Hessische Faunistische Briefe, 12: 1-8; Darmstadt.
- Wolf, H. (1993): Veränderungen der Hummelfauna (Hymenoptera: Apidae) bei Marburg (Lahn) II. Hessische Faunistische Briefe, 13 (4): 65-66; Darmstadt.
- Wolf, H. (1994): Die Ohelle eine verlorene naturgeschichtliche Kostbarkeit. Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde, 115: 163-170: Wiesbaden.
- Wolf, H. (2000): Wider den tierischen Ernst. Bembix, 13: 53; Bielefeld.
- Wolf, H. (2002): Dr. h. c. Paul Blüthgen (1880-1967), Koryphäe der nordthüringischen Wildbienenforschung. Aratora, 13: 170-172; Artern.
- Wolf, H. (2007): Beiträge zur Hymenopterenfauna des oberen Lahn-Dill-Sieg-Gebietes (VII.). Die Ameisengattung *Myrmica* Latreille (Hymenoptera, Formicidae). Bembix, **24**: 43-48; Bielefeld.
- Wolf, H. (2007a): Dürfen Entomologen heiraten? Bembix, 25: 58-59; Bielefeld.
- Wolf, H., Sorg, M., Stenmans, W. & Schwan, H. (2009): Wegwespen (Hymenoptera, Pompilidae) der westlichen Paläarktis bearbeitet von Heinrich Wolf 1948-2008. Mitteilungen aus dem Entomologischen Verein Krefeld, 3: 1-395; Krefeld.

Hallmen, M. & Wolf, H. (1993): Die Bienenfauna des Naturschutzgebietes "Am Berger Hang" im Osten von Frankfurt am Main (Hymenoptera: Apidae). – Hessische Faunistische Briefe, 13(4): 53-61; Darmstadt.

MALEC, F. & H. WOLF (1995): Vorarbeiten zur Faunistik der sozialen Faltenwespen Hessens. – (Insecta, Hymenoptera, Vespidae) von Hessen. – Naturschutz heute, 14: 208-212; Wetzlar.

Dr. Ulrich Frommer D-35390 Gießen Grünberger Str. 16 B Deutschland Tel: 0641 35559

Jb. nass. Ver. Naturkde. 142 S. 113-130 7 Abb. 3 Tab. Wiesbaden 2021

# Klimawandel im Industriezeitalter: global, Deutschland, Hessen

#### CHRISTIAN-D. SCHÖNWIESE

Klima, Klimawandel, Temperatur, Niederschlag, Ursachen, Auswirkungen, Maßnahmen

Z u s a m m e n f a s s u n g : Vor dem Hintergrund des wesentlich weiter zurückreichenden Paläoklimas werden die wichtigsten Phänomene des Klimawandels im Industriezeitalter (ab ca. 1800/1850) global sowie regional in Deutschland bzw. Hessen beschrieben. Dabei liegt der Schwerpunkt auf Temperatur und Niederschlag. Es folgt eine Ursachendiskussion. Dabei ist wichtig, zwischen natürlichen und anthropogenen Ursachen zu unterscheiden. Bei den Auswirkungen sind Langfristtrends und Extremereignisse von besonderer Bedeutung. Schließlich erfolgt ein Blick auf notwendig erscheinende Klimaschutzmaßnahmen.

## Climate change within industrial time: global, Germany, Hesse

Climate, climate change, temperature, precipitation, forcing, impact, actions

A b s t r a c t : Being aware of the paleoclimatic background which covers much more time the most important climate change phenomena within the industrial era (since approx. 1800/1850) are described. This is done both on a global and regional scale addressing Germany and Hesse. There is a focus on temperature and precipitation. It follows a forcing discussion. Thereby, it is important to discern between natural and anthropogenic causes. Considering climate impact, long-term trends and extreme events are of special interest. Finally, climate protection actions are addressed which appear to be necessary.

### Inhaltsverzeichnis

1	Wetter und Klima – Eine Einführung	113
2	Paläoklimatologischer Hintergrund	114
3	Phänomene des globalen Klimawandels	116
4	Klimawandel in Deutschland und Hessen	118
5	Ursachendiskussion	123
6	Extremereignisse	126
	Auswirkungen	
8	Schlussfolgerungen	128
9	Literaturverzeichnis	129

# 1 Wetter und Klima – Eine Einführung

Im Gegensatz zum Wetter, das wir täglich erleben und das mit Hilfe von Modellen für einige Tage, maximal ca. zwei Wochen, vorhersagbar ist und praktisch immer

regional betrachtet wird, ist das Klima als Langzeitstatistik der Wetterphänomene, genauer der Wetterelemente wie Temperatur, Bewölkung, Niederschlag usw., definiert (Schönwiese 2020a). Das kann global, was beim Klima sehr häufig der Fall ist, oder regional geschehen. Zur Statistik gehören Mittelwerte bzw. Trends, falls die Mittelwerte nicht konstant sind, sowie Varianz, Häufigkeitsverteilungen und Eintrittswahrscheinlichkeiten von Extremwerten. Langzeitlich bedeutet nach internationaler Konvention mindestens 30 Jahre, wozu die sog. Klimanormalwerte der Bezugsperiode 1961–1990 gehören, aber auch wesentlich darüber hinaus, wie Jahrhunderte sowie paläoklimatologisch Jahrtausende, Jahrmillionen und letztlich Jahrmilliarden (Schönwiese 2020a,b).

Wichtig ist dabei, dass langzeitliche Mittelungen die Varianz wesentlich verringern, aber z. B. Temperaturtrends von dann eventuell nur noch einigen zehntel Grad trotzdem klimatologisch sehr bedeutsam sein können, im Gegensatz zu den i. a. viel größeren Temperaturschwankungen beim Wetter. Beispielsweise reagieren Gebirgsgletscher kaum merklich auf Temperaturunterschiede von 10 °C und mehr zwischen Tag und Nacht, ziehen sich jedoch deutlich zurück oder stoßen vor, wenn über Jahrzehnte systematisch Erwärmungen bzw. Abkühlungen von nur einigen zehntel Grad Celsius auftreten.

Wesentlich ist auch der Unterschied zwischen Wetter- und Klimamodellen, insbesondere bei der Vorhersage. Gemeint sind hier meteorologische Modelle, die aus physikalischen Gleichungssystemen bestehen und im aufwändigsten Fall in möglichst guter räumlicher Auflösung die atmosphärische und ozeanische Zirkulation dreidimensional simulieren (Atmosphere-Ocean General Circulation Models, AOGCM). Die atmosphärische Zirkulation steuert nämlich Luftdruck, Temperatur, Bewölkung, Niederschlag usw. Während nun aber bei der Wettervorhersage ausgehend von einem gemessenen "Anfangszustand" schrittweise in die Zukunft gerechnet wird (sog. "Anfangswertproblem") und dabei nach maximal ca. 2 Wochen keine realistischen Ergebnisse mehr erzielt werden, gehen Klimamodelle von bestimmten atmosphärischen Zuständen, z. B. hinsichtlich der atmosphärischen Zusammensetzung, aus und simulieren, wie das Klima z. B. auf eine Änderung dieser Zusammensetzung reagieren würde (sog. "Randwertproblem"). Man gelangt dann nicht zu definitiven Vorhersagen wie beim Wetter, sondern - basierend auf alternativen Annahmen, den sog. Szenarien - bedingten Zustandsänderungen, also Wenn-Dann-Aussagen. Aufgrund dieses wesentlichen Unterschiedes vermeiden die Klimatologen den Begriff "Klimavorhersage" und sprechen stattdessen von einer bedingten Klima-"Projektion".

# 2 Paläoklimatologischer Hintergrund

Die Erde ist rund 4,6 Mrd. Jahre alt und die indirekten Klimarekonstruktionsmethoden der Paläoklimatologie reichen maximal 3,8 Mrd. Jahre zurück (Osch-

Mann 2016, Schönwiese 2020a). Sie betreffen primär die Temperatur und sind für diese frühe Zeit noch sehr ungenau und wenig quantitativ. Erst für die letzten maximal ca. 100 Jahrmillionen, mit Hilfe von Tiefseeboden-Sedimentbohrungen, und insbesondere knapp die letzte Jahrmillion, mit Hilfe von Polareisbohrungen, ändert sich das. Ein wichtiges Hilfsmittel sind dabei Isotopenanalysen, vor allem hinsichtlich der Relation  ${\rm O^{18}/O^{16}}$ , also der Sauerstoff-Isotope mit den Massenzahlen 18 und 16, die temperaturabhängig ist (bei Kalk-bildenden Mikroorganismen in den Ozeanboden-Sedimenten bzw. beim Polareis). Das Polareis enthält darüber hinaus Informationen u. a. über die Zusammensetzung der Atmosphäre, vor allem hinsichtlich der klimawirksamen Spurengase Kohlendioxid ( ${\rm CO_2}$ ), Methan ( ${\rm CH_4}$ ) und auch Distickstoffoxid (Lachgas,  ${\rm N_2O}$ ), aufgrund im Eis eingeschlossener Luftblasen, sowie u. a. über den Vulkanismus (aufgrund im Eis enthaltener Staubhorizonte; IPCC 2014).

Diese Analysetechnik und eine Vielfalt weiterer Methoden der Paläoklimatologie zeigen, in grober Zusammenfassung, folgenden zeitlichen Verlauf des Klimawandels (Details siehe IPCC 2014, OSCHMANN 2016, SCHÖNWIESE 2020a,b u. v. a.):

- Zunächst extrem heißes Klima mit allmählicher Abkühlung; vor ca. 2,3 Mrd. Jahren erstmals Auftreten von Eis an der Erdoberfläche.
- Dann Wechsel von relativ langen eisfreien Zuständen (akryogenes Warmklima) und Episoden von jeweils einigen Jahrmillionen Dauer mit Eisvorkommen in den Polargebieten und Hochgebirgen, die sog. Eiszeitalter. Vor 2–3 Jahrmillionen hat das Quartäre Eiszeitalter begonnen, in dem wir noch heute leben.
- Innerhalb der Eiszeitalter Abfolge von relativ kalten und relativ warmen Epochen, den Kalt-("Eis"-) und Warmzeiten; nach der Würm-Kaltzeit leben wir seit rund 11600 Jahren in einer Warmzeit, dem Holozän, das im langzeitlichen Mittel ca. 4–5 °C wärmer ist als die kältesten Phasen der Würm-Kaltzeit. Dieser Temperaturunterschied führte in der letzten Kaltzeit zu kilometerdicken Eisbedeckungen u. a. im heutigen Kanada und Skandinavien.
- Innerhalb des Holozän relativ geringe Schwankungen, zuletzt "Mittelalterliche Warmphase" ca. 950–1250 n. C. (im globalen Mittel ähnlich warm wie heute, d. h. wie 1961–1990, in Deutschland ca. 0,5 °C wärmer) und sog. "Kleine Eiszeit" ca. 1300–1900 n. C. (im globalen Mittel ca. 0,5 °C kälter als heute, in Deutschland ca. 1 °C).
- Zwischen ca. 1850 und 1900 beginnende "globale Erwärmung" des Industriezeitalters.

Da regional ab ca. 1650 (England), in Deutschland seit 1761 und global in hinreichend guter räumlicher Abdeckung ab ca. 1850 direkt gemessene Temperaturdaten zur Verfügung stehen, später u. a. auch des Niederschlags, ist die "globale Erwärmung" seit dieser Zeit direkt und vergleichsweise sehr genau erfassbar (Neoklimatologie). Seit der neolithischen Revolution, d. h. dem Sesshaft-Werden

der Menschheit (zuerst in Mesopotamien seit ca. 7000 Jahren) gibt es menschliche Einflüsse auf das Klima (Waldrodungen, beginnender Ackerbau und Viehzucht, Anlage von Siedlungen, somit Veränderung der Stoff- und Energieumsätze an der Erdoberfläche), dies allerdings zunächst nur regional und sehr allmählich. Das hat sich seit der industriellen Revolution gründlich geändert. Sie wird, nach der Erfindung der Dampfmaschine (1769), ab ca. 1800/1850 angesetzt und wird wegen der seit damals stürmischen industriellen Entwicklung Industriezeitalter genannt. Das ging Hand in Hand mit der globalen anthropogenen Veränderung der atmosphärischen Zusammensetzung, insbesondere dem Anstieg der  $\mathrm{CO}_2$ -Konzentration als Folge der Nutzung fossiler Energieträger. CRUTZEN (2002) spricht daher ab 1800 vom "Anthropozän" (siehe auch Steffen et al. 2007).

# 3 Phänomene des globalen Klimawandels

Das auffälligste und wichtigste Merkmal des globalen Klimawandels im Industriezeitalter ist der Anstieg der bodennahen Lufttemperatur. Er ist global gemittelt (Landgebiete und Ozeane) im jährlichen Verlauf ab 1850 in Abbildung 1 zu sehen, und zwar in Form von Anomalien, d. h. Abweichungen vom Referenzintervall 1961-1990, nach CRU 2021 (Climatic Research Unit, University of East Anglia, Norwich, UK) und 20-jährig geglätteten Daten, um auch die Fluktuationen zu zeigen. Zwei weitere derartige Datenquellen, allerdings erst ab 1880, sind GISS (Goddard Institute for Space Studies) und NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration, beide USA). Der Langfristtrend 1880-2020 liegt dabei recht einheitlich bei 1,1 bis 1,2 °C. Er ist übrigens nicht linear, d. h. wird nicht durch eine Gerade beschrieben, sondern besser durch eine Kurve (was mathematisch durch Hinzunahme eines quadratischen Terms in der Regressionsgleichung geschieht; dadurch entsteht ein sog. Polynom und aus dem linearen wird ein polynomialer Trend). Die Abbildung 1 zeigt allerdings auch, dass die langfristige Erwärmung erst nach dem relativen Minimum im Jahr 1904 begonnen hat und von Fluktuationen und Jahresanomalien überlagert ist. Die Fluktuationen überwiegen vor 1904 und weisen danach hauptsächlich zwei Erwärmungsphasen auf, nämlich 1904–1944 und ab 1964, dazwischen unterbrochen von einer leichten Abkühlung. Bei den Jahresanomalien sind vor allem die relativen Maxima 1878, 1944, 1998 und der bisherige Rekord 2016 erwähnenswert. 2020 lag die Temperatur nur sehr knapp unter diesem Rekord.

Die Frage, ob die Erwärmung wirklich "global" ist, muss mit "nein" beantwortet werden. Abbildung 2, wo die regionalen Strukturen der Temperaturänderungen 1880–2020 erkennbar sind (nach GISS 2021), weist nämlich ausgeprägte Unterschiede auf, so dass die Trends von ca. - 0,5 °C (kleinräumig im nördlichen Nordatlantik südlich von Grönland) bis über + 4 °C (großräumig in der nördlichen Subpolarzone) reichen. Schon hier zeigt sich, dass die Erwärmung in Deutschland

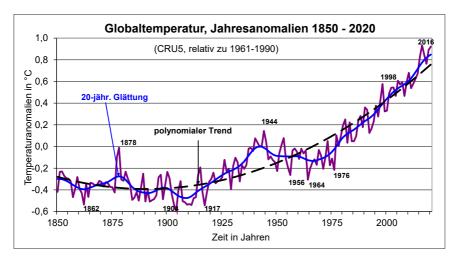


Abbildung 1: Anomalien 1850–2020 (relativ zur Bezugsperiode 1961–1990) der global gemittelten bodennahen Lufttemperatur (Landgebiete und Ozeane) mit 20-jährig geglätteten Daten und polynomialem Trend; Datenquelle: CRU (2021).

Figure 1: Anomalies 1850–2020 (relative to the reference period 1961–1990) of the globally averaged air temperature near surface (land and ocean) including 20-year smoothed data und polynomial trend; data source: CRU (2021).

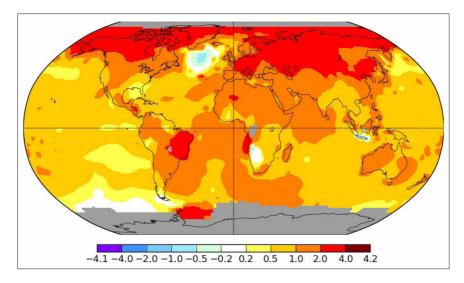


Abbildung 2: Regionale Strukturen der linearen globalen bodennahen Lufttemperaturtrends 1880–2020; Datenquelle: GISS (2021).

Figure 2: Regional structures of the linear global air temperature trends near surface 1880–2020; data source: GISS (2021).

relativ hoch gewesen ist. Insgesamt muss man also statt von "globaler Erwärmung" genauer von einer im globalen Mittel erkennbaren Erwärmung mit deutlichen regionalen Strukturen und Besonderheiten sprechen.

Beim Niederschlag erweist es sich als wenig sinnvoll, einen global gemittelten Trend angeben zu wollen, da wir es mit sehr unterschiedlichen regionalen Umverteilungen zu tun haben (IPCC 2014), die sich bei globaler Mittelung annähernd ausgleichen. Allerdings sparen die verfügbaren Datensätze die Ozeangebiete wegen dort sehr problematischen und wohl auch fehlerhaften Messungen aus. Die von manchen Wissenschaftlern bei großräumiger Erwärmung erwartete Intensivierung des Wasserkreislaufs, die sich in steigenden Niederschlags- und Verdunstungstrends zeigen sollte, ist auf den Landgebieten nicht erkennbar; denn nach IPCC (2007, 2014) ist dort der global gemittelte Niederschlag unter Fluktuationen von 1900 bis ungefähr 1955 um ca. 60 mm angestiegen, danach bis ungefähr 1995 um den gleichen Betrag gefallen und jüngst wieder etwas angestiegen, wobei der mittlere Globalwert (Land) bei rund 750 mm liegt (mit mm = Liter pro Quadratmeter; Liebscher 2002). Bei den wichtigeren regionalen Umverteilungen sind, wiederum über Land, 1950-2000 Zunahmen vor allem in großen Teilen Amerikas (mit Ausnahme des Nordwestens), Nord- und Nordwesteuropa, Teilen Asiens und Australiens mit Ausnahme des Ostens und Südostens erkennbar, Abnahmen dagegen vor allem in den Subtropenzonen Mittelamerikas und des Mittelmeerraums, Teilen Indiens und des ganzen östlichen Küstenstreifens Asiens, dem überwiegenden Bereich Indonesiens und vor allem sehr ausgeprägt in Afrika (Karte dazu siehe Schönwiese 2020a,b).

#### 4 Klimawandel in Deutschland und Hessen

RAPP (2000) hat die Temperatur-Flächenmittelwerte für Deutschland (in den heutigen Grenzen) monatlich bis zurück zum Jahr 1761 rekonstruiert; entsprechende Jahresanomalien siehe Abbildung 3 (aktuelle Datenergänzungen nach DWD 2021). Wieder zeigt sich ein polynomialer Trend, nun aber mit einer Temperaturabnahme bis ca. 1860 und erst danach mit einer sich intensivierenden Temperaturzunahme. Wie immer bei derartigen Analysen gibt es überlagerte Fluktuationen, hier durch 30-jährig geglättete Daten hervorgehoben, und Anomalien mit 1819 dem bisher kältesten und 2018 sowie fast gleichauf 2020 den bisher wärmsten Jahren. Tabelle 1 fasst die zugehörigen Trendanalysen für alle Jahreszeiten und das Jahr zusammen, und dies auch für den Niederschlag. Danach lagen die Erwärmungstrends 1881–2020 mit rund 2 °C jährlich und jahreszeitlich eng beieinander; 1991–2020 sind vor allem Herbst und Winter wärmer geworden. Der zeitliche Verlauf der Temperaturanomalien im Sommer ist in Abbildung 4 wiedergegeben. Hervorgehoben sei dabei das bisherige Minimum im Jahr 1816 und das bisherige Maximum im spektakulären Rekordsommer 2003 mit einem

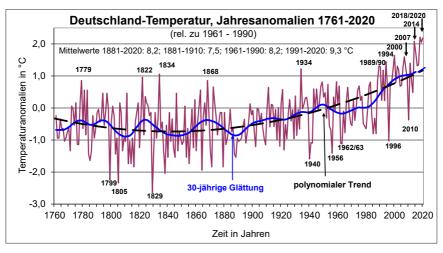


Abbildung 3: Anomalien 1761–2020 (relativ zur Bezugsperiode 1961–1990) der bodennahen Lufttemperatur in Deutschland (Flächenmittel) mit 30-jährig geglätteten Daten und polynomialem Trend; Datenquelle: RAPP (2000), ergänzt nach DWD (2021).

Figure 3: Anomalies 1761–2020 (relative to the reference period 1961–1990) of the air temperature near surface in Germany (area average) including 30-year smoothed data and polynomial trend; data source: RAPP (2000), supplements from DWD (2021).

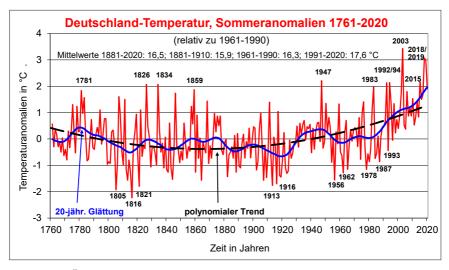


Abbildung 4: Ähnlich wie Abbildung 3, jedoch Sommer (Juni–August). Figure 4: Similar to Figure 3, but summer (June–August).

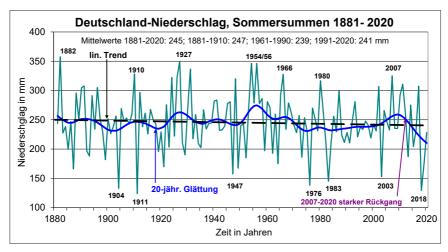
Mittelwert von 19,6 °C gegenüber dem Normalwert 1961–1990 von 16,2 °C (bisheriger absoluter Temperaturrekord 42,6 °C am 26.7.2019 in Lingen/Emsland). 2018, knapp gefolgt von 2019, gab es die bisher zweit- bzw. drittwärmsten Sommer in Deutschland (in Abb. 4 nur mühsam unterscheidbar).

Der Niederschlag ist in Deutschland 1881–2020 jährlich um rund 8 % (63 mm) angestiegen (vgl. wiederum Tab. 1), dabei mit über 28 % (49 mm) im Winter weitaus am stärksten, im Sommer dagegen um 4 % (10 mm) zurückgegangen. In den letzten 30 Jahren (1991–2020) hat der Niederschlag in allen Jahreszeiten abgenommen, dabei mit rund 22–24 % (38–45 mm) im Frühling und Herbst am stärksten, jährlich um 13 % (103 mm). Abbildung 5 zeigt die Sommersummen im zeitlichen Ablauf 1881–2020 mit einem schwachen abnehmenden Langfristtrend, überlagerten relativ geringen Fluktuationen und ausgeprägten Maxima und Minima, wobei Sommer mit viel Niederschlag (1882, 1927, 1954, 1956, 1966, 1980 und 2007) normalerweise kühl und Sommer mit wenig Niederschlag meistens zugleich Hitze- und somit Dürresommer sind (in Abb. 5 besonders 1904, 1911, 1947/49, 1976, 1983, 2003 und 2018); weitere Details zum Klimawandel in Deutschland siehe DWD 2021, RAPP 2000 und SCHÖNWIESE 2020a,b.

Tabelle 1: Beobachtete Klimatrends in Deutschland (Flächenmittel); Datenquelle: DWD (2021) Table 1: Observed climate trends in Germany (area average); data source: DWD (2021)

Klimaelement	Zeitintervall	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Jahr
Temperatur	1881–2020	+1,9 °C	+1,9 °C	+1,9 °C	+2,0 °C	+2,0 °C
	1961–1990	+0,8 °C	+0,4 °C	+0,1 °C	+1,7 °C	+0,7 °C
	1991–2020	+0,8 °C	+1,2 °C	+1,8 °C	+1,5 °C	+1,3 °C
Niederschlag	1881–2020	+8,1 %	-4,0 %	+5,3 %	+28,4 %	+8,2 %
	1961–1990	-6,8 %	-9,1 %	+14,5 %	+21,7 %	+4,2 %
	1991–2020	-22,0 %	-6,6 %	-23,7 %	-0,5 %	-13,0 %

Für Hessen sind die Temperatur- und Niederschlagszeitreihen ab 1881 verfügbar; vgl. dazu auch Hoy (2017; Temperaturreihe Frankfurt a. M. ab 1758). In Tabelle 2 sind die Trends analog zu Tabelle 1 zusammengestellt. Daraus ist ersichtlich, dass die Erwärmung in Hessen langzeitlich etwas geringer war als im Flächenmittel Deutschland. Im Fall der erfassten 30-jährigen Zeitabschnitte sind sie jedoch sehr ähnlich. Dazu sind in Abbildung 6 die Sommerwerte zu sehen. Ähnlich wie beim Flächenmittel Deutschland traten Hitzesommer vor allem 1911, 1947, 1976, 1983, 1994, 2003 (Rekord) und 2018 auf, kühle Sommer dagegen vor allem 1913, 1916, 1956 und 1978. Beim Niederschlag sind die Ähnlichkeiten zwischen dem Flächenmittel Deutschland und Hessen (vgl. wiederum Tab. 1 und 2) nicht so deutlich wie bei der Temperatur, aber dennoch vorhanden. So ist in Hessen der Jahresniederschlag 1881–2020 um 10 % (73 mm) angestiegen



Abildung 5: Niederschlag 1881–2020 in Deutschland (Flächenmittel), Sommer, mit 20-jährig geglätteten Daten und linearem Trend; Datenquelle: DWD (2021).

Figure 5: Precipitation 1881–2020 in Germany (area average), summer, including 20-year smoothed data and linear trend; data source: DWD (2021).

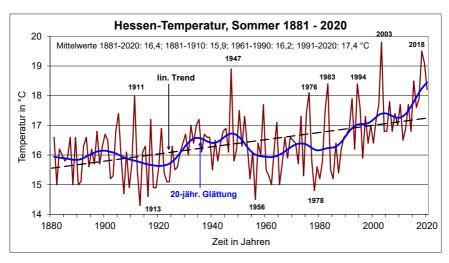


Abbildung 6: Anomalien 1881–2020 (relativ zur Bezugsperiode 1961–1990) der bodennahen Lufttemperatur in Hessen (Flächenmittel), Sommer, mit 20-jährig geglätteten Daten und linearem Trend; Datenquelle: DWD (2021).

Figure 6: Anomalies 1881–2020 (relative to the reference period 1961–1990) of the air temperature near surface in Hesse (area average), summer, including 20-year smoothed data and linear trend; data source: DWD (2021).

Tabelle 2: Beobachtete Klimatrends in Hessen (Flächenmittel); Datenquelle: DWD (2021)
Table 2: Observed climate trends in Hesse (area average); data source: DWD (2021)

Klimaelement	Zeitintervall	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Jahr
Temperatur	1881–2020	+1,6 °C	+1,7 °C	+1,5 °C	+1,8 °C	+1,6 °C
	1961–1990	+0,5 °C	+0,4 °C	+0,1 °C	+1,5 °C	+0,6 °C
	1991–2020	+0,8 °C	+1,3 °C	+1,7 °C	+1,4 °C	+1,3 °C
Niederschlag	1881–2020	+17,2 %	-5,5 %	+4,1 %	+27,1 %	+9,7 %
	1961–1990	+7,3 %	-24,5 %	+11,8 %	+28,2 %	+3,2 %
	1991–2020	-9,8 %	+0,1 %	-40,9 %	-8,7 %	-14,0 %

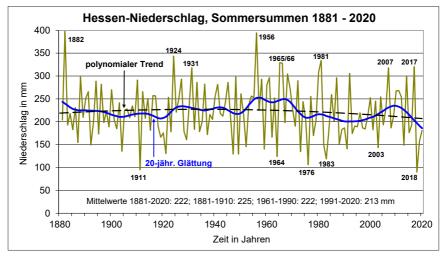


Abbildung 7: Niederschlag 1881–2020 in Hessen (Flächenmittel), Sommer, mit 20-jährig geglätteten Daten und polynomialem Trend; Datenquelle: DWD (2021).

Figure 7: Precipitation 1881-2020 in Hesse (area average), summer, including 20-year smoothed data and polynomial trend; data source: DWD (2021).

(Deutschland 8 %, vgl. oben) und war jahreszeitlich im Winter am stärksten (27%, Deutschland 28 %), während er im Sommer zurückgegangen ist (um 6 %, Deutschland 4 %). Wie in Deutschland ist 1991–2020 der Niederschlag in Hessen fast durchweg zurückgegangen, mit Ausnahme nur des Sommers, wo in Hessen im Gegensatz zu Deutschland praktisch kein Trend erkennbar ist. Wie für Deutschland (Abb. 5) soll auch für Hessen ein näherer Blick auf die Sommerniederschläge der Jahre 1881–2020 geworfen werden (Abb. 7). Sie waren relativ gering u. a. in den Jahren 1911, 1964 und ab 1976 wie in Deutschland, relativ hoch dagegen 1882, 1924, 1931, 1956, 1965/66, 1981, 2007 und 2017. Das Jahr 2018 repräsentiert in Hessen das absolute Sommerminimum, knapp gefolgt von den Jahren 1911 und

1976. Zum Vergleich: Deutschland-weit ist das absolute Sommerminimum 1911 eingetreten, gefolgt ziemlich genau gleichauf mit 2018 und 1904. In Deutschland bzw. in Hessen konnte das Niederschlagsdefizit des Dürresommers 2018 (heiß und trocken) in den Folgejahren (2019/2020) wegen weiterhin geringer Niederschläge nicht ausgeglichen werden; zu den Folgen siehe Kap. 7.

#### 5 Ursachendiskussion

Die Frage nach den Ursachen des Klimawandels im Industriezeitalter ist hinsichtlich der global gemittelten jährlichen Temperaturvariationen, vgl. Abbildung 1, am übersichtlichsten und relativ gesehen am einfachsten zu beantworten. Zu diskutieren sind dabei anthropogen vor allem

- Konzentrationsanstieg atmosphärischer Spurengase,
- Konzentrationsvariationen bodennaher atmosphärischer Partikel (Aerosole),
- Landnutzungseffekte durch Waldrodungen, Landwirtschaft und Baumaßnahmen,
- Bildung atmosphärischer Kondensstreifen durch den Flugverkehr und als natürliche Einflüsse insbesondere
- Vulkanausbrüche (größeren Ausmaßes und explosiv),
- Sonnenaktivität,
- El Niño- und La Niña-Ereignisse.

Diese Klimafaktoren lassen sich am besten anhand der Strahlungsantriebe in einem ersten Schritt quantitativ kennzeichnen. Sie sind als die Strahlungsbilanz in der unteren Atmosphäre (Troposphäre) definiert, wie sie durch die verschiedenen Strahlungsprozesse zustande kommen. Ist diese Bilanz positiv, resultiert Erwärmung, ist sie negativ, Abkühlung. Als einfachstes Beispiel sei die Sonneneinstrahlung genannt: In der Nacht fehlt sie und die dann allein wirksame terrestrische Ausstrahlung führt zu einer negativen Strahlungsbilanz und folglich Abkühlung. Geht die Sonne auf, wird die Strahlungsbilanz allmählich positiv und die Erde erwärmt sich. Allerdings werden die Strahlungsantriebe durch Rückkopplungseffekte modifiziert und können im Detail sehr kompliziert sein. Da es sich bei den El Niño- und La Niña-Ereignissen um atmosphärisch-ozeanische Wechselwirkungen ohne Beteiligung von Strahlungsprozessen handelt, lässt sich dabei kein Strahlungsantrieb zuordnen. In diesen Fällen erwärmen sich die tropischen Ozeane (El Niño), insbesondere der tropische Ostpazifik, für einige Monate bzw. kühlen sich ebenso lange ab (La Niña). Das geschieht in einem Zyklus von 3-7 Jahren und so großräumig, dass es sich auch im globalen Mittel der atmosphärischen Temperatur zeigt.

Es gilt als gesichert (zahlreiche Literatur, u. a. IPCC 2014; Schönwiese 2020a,b), dass der langfristige globale Erwärmungstrend, vgl. Abbildung 1, fast vollständig

durch den anthropogenen atmosphärischen Konzentrationsanstieg klimawirksamer Spurengase erklärt werden kann. Diese Gase sind in der Atmosphäre gut durchmischt und verweilen dort nach ihrer Emission viele Jahre. Ihre Klimawirksamkeit besteht darin, dass sie einen großen Teil der Sonneneinstrahlung zur Erdoberfläche hindurch lassen, aber in bestimmten Spektralbereichen die Wärmeabstrahlung der Erdoberfläche absorbieren. Dadurch erwärmen sie sich und ihre Umgebung (anthropogene Verstärkung des natürlichen "Treibhauseffekts", positiver Strahlungsantrieb). Wesentlich komplizierter ist die Wirkung von Partikeln, da sie wegen ihrer relativ kurzen atmosphärischen Verweilzeit regional sehr unterschiedlich verteilt sind. Ihr klimawirksamster Anteil, die aus Schwefeldioxid stammenden Sulfataerosole, sind in der unteren Atmosphäre in ihrer Konzentration erst langsam, dann aber ca. 1945-1975 stark angestiegen, um anschließend dank Luftreinhaltungsmaßnahmen mittlerweile kaum mehr eine Rolle zu spielen (außer in Südostasien). Sie haben eine kühlende Wirkung (negativer Strahlungsantrieb) und werden, siehe wiederum Abbildung 1, für die vorübergehende Abkühlung in der Zeit ihres stärksten Anstiegs (1945 bis ca. 1976) verantwortlich gemacht. Die Landnutzungseffekte und insbesondere die Kondensstreifen des Flugverkehrs sind demgegenüber im Industriezeitalter von sehr untergeordneter Bedeutung. In Tabelle 3 sind die Strahlungsantriebe dieser anthropogenen Klimafaktoren und der wichtigsten natürlichen Einflüsse auf das Klima aufgelistet und daher miteinander verglichen.

Tabelle 3: Strahlungsantriebe (bodennahe Atmosphäre) aufgrund anthropogener und natürlicher Klimafaktoren im Industriezeitalter (ca. 1800–2010) mit Unsicherheitsbereichen (in Klammern); nach IPCC (2014), ergänzt nach Schönwiese (2020a)

Table 3: Radiative forcing (atmosphere near surface) due to anthropogenic and natural climate factors within industrial time (approx. 1800–2010) including uncertainty ranges (in parantheses); from IPCC (2014), supplemented by Schönwiese (2020a)

Klimafaktor	Strahlungsantrieb in Wm <sup>-2</sup>	zeitliche Struktur
klimawirksame Spurengase	+3,3 (2,4 bis 4,3)	progressiver Trend
Partikel (insbes. Sulfataerosole)	-0,9 (-0,1 bis -1,9)	variabler Trend
Kombiniert (nicht-linear)	+2,3 (1,1 bis 3,4)	variabler Trend
Landnutzung (insbes. Waldrodung)	-0,15 (-0,05 bis -0,25)	allmählicher Trend
Flugverkehr (Kondensstreifen)	-0,01 (somit äußerst gering)	allmählicher Trend
Vulkanausbrüche (explosive)	maximal ca1 bis -3*)	episodisch (1–3 J.)
Sonnenaktivität	± 0,1 (0 bis ± 0,2	fluktuativ
El Niño / La Niña	entfällt **)	episodisch (< 1 J.)

<sup>\*)</sup> Maximum seit 1850: -3,2 Wm<sup>-2</sup> im Jahr 1992, ein Jahr nach der Pinatubo-Eruption (Philippinen)

<sup>\*\*)</sup> atmosphärisch-ozeanische Wechselwirkung, Strahlungsantrieb kann nicht zugeordnet werden

Der wichtigste natürliche Einfluss auf die globale (und auch regionale) Temperatur tritt bei größeren explosiven Vulkanausbrüchen auf, die wegen ihres negativen Strahlungsantriebs den langfristigen Erwärmungstrend für 1–2, maximal 3 Jahre durch Abkühlung unterbrechen. Ab 1950 war das vor allem in den Jahren 1956, 1963/64 (Agung, Indonesien), 1976, 1982 (El Chichón, Mexiko), 1991/92 (Pinatubo, Philippinen), 2008 und 2011 der Fall. Der mit Abstand stärkste Abkühlungseffekt der letzten Jahrhunderte wird dem Tambora-Ausbruch (Indonesien) 1815 zugeschrieben, dem das sog, "Jahr ohne Sommer" folgte. In Abbildung 4 zeigt sich dementsprechend 1816 das tiefste Sommertemperaturminimum seit 1761 (weitere Details siehe Schönwiese 2020a). Während die Sonnenaktivität im Industriezeitalter, im Gegensatz zur Zeit davor, bisher sehr wenig wirksam gewesen ist, verstärken El-Niño-Ereignisse vorübergehend (i. a. für einige Monate, maximal für ungefähr 1 Jahr) die Erwärmung, während ihren Gegenspielern, den La-Niña-Ereignissen, entsprechende Abkühlungseffekte zukommen, wie bereits oben erwähnt.

Da langfristig gesehen die klimawirksamen Spurengase die dominante Ursache für die globale Erwärmung im Industriezeitalter sind, sollen die wichtigsten davon in ihren bodennahen atmosphärischen Konzentrationen 2020 (Messwerte vom Mauna Loa, Hawaii) gegenüber den vorindustriellen Werten, d. h. ca. 1750–1800, dies in Klammern, zusammengestellt sein, ergänzt durch ihre prozentualen Anteile am Strahlungsantrieb StA, der nach Tabelle 3 insgesamt bei 3,3 Wm<sup>-2</sup> liegt (IPCC 2014).

- Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) 414 ppm (ca. 280 ppm); StA-Anteil 57,7 %
- Methan (CH<sub>4</sub>) 1,9 ppm (ca. 0,7 ppm); StA-Anteil 22,0 %
- Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW), dabei F12 0,5 ppb (0 ppb); insgesamt StA-Anteil 6,2 %
- Distickstoffoxid (N<sub>2</sub>O, auch Lachgas genannt) 0,33 ppm (0,27 ppm); StA-Anteil 5,8 %
- Rest, darunter das im Gegensatz zu den anderen genannten Gasen kurzlebige Ozon (O<sub>2</sub>), StA-Anteil 8,2 %

mit ppm = parts per million und ppb = parts per billion, d.h. millionstel bzw. milliardstel Volumenanteile.

Ähnlich den toxischen Substanzen sind diese Spurengase trotz ihrer geringen Konzentrationen sehr wirksam. Mit Hilfe aufwändiger Klimamodelle lässt sich sogar zeigen, dass ohne sie der beobachtete langfristige Temperaturanstieg im Industriezeitalter nicht erklärbar ist (IPCC 2014; Schönwiese 2020a,b). Die wichtigsten für die beobachteten Konzentrations- und somit Temperaturanstiege verantwortlichen anthropogenen Emissionsquellen sind: bei  ${\rm CO_2}$  fossile Energieträger (74 %), Waldrodungen und Zementproduktion; bei  ${\rm CH_4}$  fossile Energieträger (27 %), Viehhaltung (23 %), Reisanbau (17 %), Abfälle (16 %) und Biomasse-Verbrennung; bei  ${\rm N_2O}$  Landwirtschaft, insbesondere Überdüngung (ca. 25–50 %) sowie chemische Industrie und fossile Energieträger. Eine Sonderrolle spielen die

FCKW, die größtenteils dank Schutzmaßnahmen (dies allerdings hauptsächlich wegen ihrer negativen Wirkung auf die stratosphärische Ozon-Schutzschicht) in ihren Konzentrationen mittlerweile abnehmen.

Was die Klimamodelle betrifft (AOGCM), die außer den Strahlungsantrieben auch Rückkopplungen berücksichtigen, so können sie den global gemittelten Temperaturanstieg sehr gut, die regionalen Strukturen dazu noch relativ gut, aber ziemlich schlecht die Niederschlagsvariationen erklären. Das gilt insbesondere auch für die Extremereignisse. Ähnlich ist das bei den Szenarien-gestützten Zukunftsprojektionen (die wie gesagt Wenn-Dann-Aussagen und keine echten Vorhersagen wie beim Wetter sind). Unter den alternativen Zukunftsszenarien menschlichen Verhaltens folgen wir zur Zeit leider immer noch dem obersten, das gegenüber dem vorindustriellen Niveau bis zum Jahr 2100 einen global gemittelten Temperaturanstieg von 2,6–4, 8 °C erwarten lässt (IPCC 2014). Selbst bei den derzeit verwirklichten bzw. geplanten Klimaschutzmaßnahmen sind es nach Climate Action Tracker (Stand Mai 2021) immer noch 2,1–3, 9 °C bzw. 2,1–3,3 °C. Selbstverständlich werden dabei wie bisher die regionalen Temperaturänderungsstrukturen sehr unterschiedlich und mit ebenfalls regional sehr unterschiedlichen Niederschlagsänderungen verbunden sein.

# 6 Extremereignisse

Die Problematik der Extremereignisse, so wichtig sie ist, kann hier nur ganz kurz erwähnt werden. Es handelt sich dabei vor allem um Stürme, Dürren bzw. Überschwemmungen als Folge von Starkniederschlagsereignissen und weitere thermische Effekte. Bei den Stürmen ist am auffälligsten, dass die tropischen Wirbelstürme auf die steigenden Ozeantemperaturen reagieren und dabei häufiger und vor allem intensiver werden. In Mitteleuropa bzw. Deutschland ist keine signifikante Häufigkeitszunahme der Stürme erkennbar, obwohl – wie auch weltweit - die Häufigkeit von Tornados zunehmen könnte (wäre sogar plausibel). Anders ist das bei den schon erwähnten Dürren, die Deutschland und die Welt in Zukunft sogar noch mehr belasten könnten als bisher. Hand in Hand damit gehen Waldbrände, die zum Teil schon jetzt ein dramatisches Ausmaß erreicht haben. In weltweiter Erfassung ist auch die Häufigkeit von Überschwemmungen angestiegen und wird es wohl auch weiterhin tun. Bei den weiteren thermischen Effekten sind besonders das Auftauen des Dauerfrostbodens (Permafrost) und der Rückgang der Gebirgsgletscher von Bedeutung. In Verbindung damit kommt es u. a. zu vermehrten Instabilitäten, die im Gebirge häufigere Murenabgänge und Felsstürze zur Folge haben. Die Münchener Rückversicherungsgesellschaft (MüRück 2021 u. a.) gibt für 1980-2020 bei der Häufigkeit sog. großer Naturkatastrophen einen Anstieg von jeweils gerundet 200 auf 800 und beim Ausmaß der dadurch eingetretenen wirtschaftlichen Schäden von, ebenfalls gerundet, 50 auf 200 Mrd.

US\$ an, mit Spitzenwerten von 300–350 Mrd. US\$ in den Jahren 2005, 2011 und 2017. Es ist sehr wahrscheinlich, dass dies alles mit dem globalen Klimawandel zusammenhängt.

# 7 Auswirkungen

Auch hinsichtlich der Auswirkungen des Klimawandels sollen hier nur einige wenige Hinweise genügen. Dabei sind die wichtigsten Problemkreise:

- Ozean
- Meer- und Landeis
- Ökosysteme
- Landwirtschaft
- Wirtschaft
- Gesundheit

Auf die globale Erwärmung reagiert der Ozean mit einem Meeresspiegelanstieg. Er liegt seit 1880 (bis 2020) bei rund 25 cm und scheint sich seit ungefähr 1990/2000 zu beschleunigen. Nach IPCC (2014) trägt dazu hauptsächlich die thermische Expansion des Ozeanwassers bei, vor allem im oberen Bereich (1993 –2010: ca. 39 %), gefolgt vom Abschmelzen der Gebirgsgletscher (ca. 27 %) sowie der Inlandeise Grönlands (ca. 15 %) und der Westantarktis (ca. 10 %). Bis zum Jahr 2100 könnten es nach dem oberen Szenario weitere rund 50–90 cm gegenüber 1986–2005 sein (IPCC, 2019; es gibt aber auch deutlich höhere Abschätzungen). Dadurch sind flache Inseln und generell Küstenstädte gefährdet. Außerdem führt die CO<sub>2</sub>-Aufnahme des Ozeans zur Versauerung, was zusammen mit der Erwärmung kalkbildende Organismen wie z. B. die Korallen schädigt.

Das Meereis steht im Schwimmgleichgewicht mit dem Ozean und spielt somit beim Meeresspiegelanstieg keine Rolle, wohl aber u. a. als Rückkopplungsfaktor bei Klimaprozessen. Sein Abschmelzen hat in der Arktis dramatische Ausmaße angenommen, wo der sommerliche Rückgang seit 1980 bei rund 44 % liegt (u. a. mit negativen Auswirkungen auf die Eisbärenpopulation, aber auch mit wirtschaftlichen Vorteilen). In der Antarktis ist die Zunahme 1980–2015 um rund 21 % inzwischen auch in einen Rückgang übergegangen. Das grönländische Festlandeis nimmt seit 2006 um rund 280 Mrd. Tonnen pro Jahr ab, das westantarktische um ca. 155 Mrd. Tonnen pro Jahr (IPCC 2019). Ein totales Abschmelzen würde in Grönland aber mindestens einige Jahrhunderte dauern (mit dem Effekt eines zusätzlichen Meeresspiegelanstiegs von rund 7 m) und in der Antarktis führt bisher noch die Eiszunahme in der Ostantarktis zu einer Überkompensation. Dramatisch ist jedoch der Rückgang der Gebirgsgletscher, die weitweit seit 2006 rund 220 Mrd. Tonnen Eis pro Jahr verlieren (IPCC 2019). Bis ungefähr 2050 wird des-

halb ein fast totales Verschwinden befürchtet, was die Wasserversorgung z.B. im alpinen Raum und auch die Hangstabilitäten beeinträchtigt.

Ökosysteme und Landwirtschaft sind vor allem durch Trockenheit gefährdet, insbesondere wenn sie in Kombination mit Hitze auftritt (Dürre). So ist der letzten Waldzustandserhebung für Deutschland zu entnehmen, dass 2020 in Deutschland nur noch 11 % der Buchen, 20 % der Kiefern und Eichen sowie 21 % der Fichten ohne Schäden waren (BMEL 2021). Als Hauptursache werden die Dürrejahre 2018–2020 genannt, wobei Dürren zusätzlich die Abwehrkräfte der Bäume gegen Borkenkäferbefall stark reduzieren. Die Folgen sind in vielen deutschen Wäldern deutlich zu sehen. Weltweit führt Dürre auch zu häufigeren und ausgedehnteren Waldbränden, die immer wieder auch Siedlungen in Mitleidenschaft ziehen. Im Gegensatz zum Wald besteht bei der Landwirtschaft jedoch die Möglichkeit der künstlichen Bewässerung (allerdings nicht in beliebigem Umfang) und relativ kurzfristigen Änderung der Anbausorten. Bei der Wirtschaft sind vor allem Schäden durch Extremereignisse von Bedeutung (vgl. Kap. 6). Beim Tourismus mag es einige Gewinner des Klimawandels geben (in Deutschland z. B. an Nord- und Ostsee), aber sicherlich auch Verlierer (z. B. Wintertourismus in den Alpen). Bei der Gesundheit sind neben Extremereignissen mit direkter Todesfolge (z. B. durch Stürme und Überschwemmungen, folglich auch Hangrutsche u. ä.) vor allem die oft unterschätzten Todesraten in Hitzesommern zu nennen. In Europa hält der Hitzesommer 2003 mit rund 70000 zusätzlichen Todesfällen (d. h. oberhalb der "normalen" Todesrate; wirtschaftliche Schäden ca. 13 Mrd. US\$) den traurigen Rekord (ROBIN et al. 2008).

# 8 Schlussfolgerungen

Der Klimawandel, der oft als "global" bezeichnet wird, ist regional sehr unterschiedlich. Während nämlich der Trend der global gemittelten bodennahen Lufttemperatur (Landgebiete und Ozeane) seit 1880 bei 1,1 bis 1,2 °C liegt, reichen die entsprechenden Trends regional von leichter Abkühlung bis über 4 °C Erwärmung. Und selbst im globalen Mittel ist der langfristige Anstieg von deutlichen Fluktuationen und Jahresanomalien überlagert. Doch ursächlich ist dieser Anstieg zweifellos vorwiegend anthropogen. Dabei dominiert die Wirkung klimawirksamer Spurengase ( $\mathrm{CO}_2$  usw.). Die Erklärung der regionalen Charakteristika ist schwieriger, wobei aber u. a. in der subpolaren Zone der Nordhalbkugel Rückkopplungseffekte den Temperaturanstieg erheblich verstärken.

Die Niederschlagsumverteilungen sind sicherlich mit dem Klimawandel verknüpft, zeigen jedoch besonders ausgeprägte regionale Besonderheiten, für die es ursächlich nur partiell Erklärungen gibt. In Deutschland bzw. Hessen sind langfristig eine Zunahme im Winter und – weniger ausgeprägt – eine Abnahme im Sommer belegt. Kürzerfristig sind sowohl jahreszeitliche als auch regionale

Unterschiede deutlich. Das gilt generell für Extremereignisse, obwohl weltweit ihre ganz erhebliche Häufigkeits- und zum Teil auch Intensitätszunahme enorm ist. Ein Zusammenhang mit dem Klimawandel ist dabei sehr naheliegend, insbesondere was sommerliche Hitze- bzw. Dürreperioden sowie die Intensität tropischer Wirbelstürme betrifft. Ganz klar ist ein solcher Zusammenhang beim Meeresspiegelanstieg und der Eisschmelze an Land sowie in polaren Meeresbereichen.

Realisiert man die Auswirkungen des Klimawandels, die zum weitaus größten Teil negativ sind, so erscheinen ehrgeizige Klimaschutzmaßnahmen dringend notwendig. Angesichts der vielen Weltprobleme, die größtenteils relativ kurzfristig über uns hereinbrechen, darf das Langfristproblem anthropogener Klimawandel nicht aus den Augen verloren gehen.

#### 9 Literaturverzeichnis

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), Referat 515 (2021): Ergebnisse der Waldzustandserhebung 2020. – 71 S., Bonn.

CAT (Climate Action Tracker, 2021): www.climateactiontracker (Abschätzungen des global gemittelten Temperaturanstiegs bei Klimaschutzmaßnahmen, Abruf Mai 2021).

CRU (Climate Research Unit, 2021, University of East Anglia, Norwich, UK): https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/temperature (globale Tempíeraturdaten, Abruf Mai 2021).

CRUTZEN, P.J. (2002): Geology of mankind: the anthropocene. - Nature, 415: 23.

DWD (Deut. Wetterdienst, 2021): www.dwd.de/DE/leistungen/zeitreihen/

GISS (Goddard Institute for Space Studies, 2021, NASA, USA): https://data.giss.gov/gistemp/tabledata\_v4/ (globale Temperaturdaten, Abruf Mai 2021).

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, SOLOMON, S., QIN, D., MANNING, M., MARQUIS, M., AVERYT, K., TIGNOR, M.M.B., LEROY MILLER, H. jun. & CHEN, Z. (eds.) 2007:
 Climate Change 2007. The Physical Science Basis (Assessment Report 4, WG I). – 996 pp.;
 Cambridge (Cambridge Univ. Press).

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, STOCKER, T.F., QIN, D., PLATTNER, G.-K., TIGNOR, M.M.B., ALLEN, S.K., BOSCHUNG, J., NAUELS, A., XIA, Y., BEX, V. & MIDGLEY, P.M. (eds.) 2014): Climate Change 2013. The Physical Science Basis (Assessment Report 5, WG I). – 1535 pp.; Cambridge (Cambridge Univ. Press).

IPCC (PÖRTNER, H.-O., ROBERTS, D.C., MASSON-DELMOTTE, V., ZHAI, P., TIGNOR, M., POLOCZASKA, E., MINTENBECK, K., ALEGRÍA, A., NICOLAI, M., OKEM, A., PETZOLD, J., RAMA, B. & WEYER, N.M. (eds.) 2019): Special Report. The Ocean and Cryosphere in a Changing Climate (SROCC). www.ippcc.ch/reports/srocc/

Hoy, A. (2016): Klimaänderungen in Frankfurt/Main seit 1758. – Jb. nass.V er. Naturkde., 137: 63-84.

Liebscher, H.-J. (2002): Wasserbilanz. – In: Lexikon der Geowissenschaften. – S. 380-382; Heidelberg, Berlin (Spektrum Akademischer Verlag).

MüRück (Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft, 2021 und frühere Jahre): Diverse Schadensberichte. – München (Selbstverlag und Internet).

OSCHMANN, W. (2018): Evolution der Erde, 2. Aufl. – 383 S.; Bern (Haupt/UTB).

Rapp, J. (2000): Konzeption, Problematik und Ergebnisse klimatologischer Trendanalysen für Europa und Deutschland. – 145 S.; Offenbach (Deut. Wetterdienst, Bericht Nr. 212).

SCHÖNWIESE, C.-D. (2020a): Klimatologie. 5. Aufl. – 492 S.; Stuttgart (Ulmer/UTB).

SCHÖNWIESE, C.-D. (2020b): Klimawandel kompakt, 3. Aufl. – 132 S.; Stuttgart (Borntraeger). STEFFEN, W., CRUTZEN, P.J. & MCNEILL, J.R. (2007): The anthropocene: Are humans now overwhelming the great forces of nature? – Ambio, 36: 614-621.

Prof. Dr. Christian-D. Schönwiese Goethe-Universität Institut für Atmosphäre und Umwelt Postfach 111932 D-60054 Frankfurt a. M. Tel.: 069/798-23578/40261 E-Mail: schoenwiese@meteor.uni-frankfurt.de

Manuskripteingang: 12. Juli 2021

# Die Pollenanalyse: Methoden, Ergebnisse, Hypothesen

#### Hansjörg Küster

Pollenanalyse, Vegetationsgeschichte, Klimageschichte, Landnutzung, Ökosysteme

K u r z f a s s u n g : Die Pollenanalyse ist eine botanische Methode, die seit über 100 Jahren angewandt wird und bei der nicht immer klar war, was Ergebnis und was Interpretation ist. Aus der Pollenanalyse geht die Geschichte der Vegetation und der Ökosysteme hervor, aber nicht automatisch die Klimageschichte. Sie ist nur über eine Interpretation aus der Vegetationsgeschichte ableitbar, weitere Interpretationen zeigen die Korrelationen mit Landnutzungssystemen des Menschen.

# Pollen analysis: methods, results, hypotheses

Pollen analysis, vegetation history, climate history, land use, ecosystems

A b s t r a c t : A botanical method is presented, which is applied since more than 100 years. Dealing with pollen analysis it was and is not always clearly distinguished between results and interpretation. The history of vegetation and ecosystems results from pollen diagrams but not automatically the climate history, which is an interpretation as the correlation of vegetation history and land use systems.

#### Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	132
2	Geschichte der Pollenanalyse als Methode	132
3	Grundzüge einer (natur-)wissenschaftlichen Argumentation	133
4	Methode der Pollenanalyse	133
4.1	Das Pollenkorn	133
4.2	Wachsende Sedimente	136
4.3	Die Arbeitsschritte der Pollenanalyse	139
5	Ergebnis der Pollenanalyse	141
6	Zusammenfassende Aspekte: Das Zustandekommen eines	
	Pollendiagrammes	142
7	Interpretation des Pollendiagramms	145
8	Schluss	147
9	Literatur	148

# 1 Einleitung

Die Pollenanalyse ist eine biologische Untersuchungsmethode, bei der man sich zunutze macht, dass die mikroskopisch kleinen Pollenkörner von verschiedenen Pflanzen unterschiedlich aussehen. Viele von ihnen werden massenhaft produziert. In mehr oder weniger gleichmäßig wachsenden Sedimenten werden sie zeitlich stratifiziert abgelagert und sie bleiben unter Sauerstoffabschluss praktisch unbegrenzt haltbar. Man kann sie einem Moor oder einem Seesediment in einem Profil entnehmen und kann nach einem chemischen Aufschluss von Bodenproben die Abfolge und Geschichte der Vegetation über die Pollenanalyse untersuchen. Daraus kann man die Vegetationsgeschichte erschließen und mehr oder weniger gut Hypothesen zur Klima- und Landnutzungsgeschichte formulieren.

# 2 Geschichte der Pollenanalyse als Methode

Pollenanalytische Untersuchungen werden seit über 100 Jahren betrieben; der schwedische Geologe Lennart von Post publizierte 1916 erste Pollendiagramme. Von Post entstammte einer ursprünglich deutschen Adelsfamilie; man kann immer wieder feststellen, dass auf dem Gebiet der Botanik oder auch der Quartärgeologie eine sehr gute skandinavisch-deutsche Kooperation bestand. Der deutsche Biologe und Moorforscher Carl Albert Weber wandte die Methode wohl erstmals in Deutschland an; aus ihrer Genese heraus war die Pollenanalyse aber von Anfang an geologisch geprägt. In den folgenden Jahrzehnten wurde vor allem in Deutschland ein stratigraphisches Konzept der Vegetationsgeschichte entwickelt, das die Basis für das zweibändige Werk "Waldgeschichte Mitteleuropas" von Franz Firbas (1949, 1952) bildete. Schon von Anfang an wurde die aus Pollendiagrammen entwickelte Stratigraphie für eine klimageschichtliche Interpretation verwendet, in den letzten Jahrzehnten trat als weitere wichtige interdisziplinäre Kooperation diejenige zwischen Archäologie und Pollenanalyse hinzu. Denn Fir-BAS (1937) war es erstmals gelungen, Pollenkörner von Getreide zu identifizieren, so dass man Siedlungsphasen bäuerlicher Kulturen in Pollendiagrammen nachweisen konnte, aber auch - was zunächst weniger beachtet wurde - den Beginn der grundsätzlichen Umgestaltung von Waldregionen in Landschaften, in denen nach Rodungen Flächen agrarisch genutzt wurden. Die Pollenanalyse ist damit hochgradig interdisziplinär geprägt, was sie sehr interessant macht, was aber immer wieder auch ihre methodischen Grundlagen verschleiern kann. Es soll hier deswegen zunächst dargestellt werden, wie eine naturwissenschaftliche Argumentation zustande kommt. Gerade bei der Pollenanalyse ist immer wieder nicht klar, was bei ihr Ergebnis, was Interpretation, Hypothesenbildung oder Diskussion ist.

# 3 Grundzüge einer (natur-)wissenschaftlichen Argumentation

Vor allem in einer naturwissenschaftlichen Argumentation muss klar unterschieden werden zwischen einer Forschungsfrage, die eingangs einer Untersuchung zu stellen ist, der klaren Darstellung der Methode(n), den Ergebnissen oder Resultaten und Hypothesen oder Interpretationen, die Teile einer Diskussion sind. Ergebnisse müssen getrennt von den Diskussionen über sie dargestellt werden. Und es muss dann abschließend geklärt werden, ob die Methoden geeignet waren, um Ergebnisse zu erzielen, die adäquate Diskussionen anregten. Nur dann kann die eingangs gestellte Forschungsfrage am Schluss der Arbeit befriedigend beantwortet werden. Diese Diskussion muss sich durch einen Artikel oder Essay hindurchziehen, wie er in wissenschaftlichen Journalen verlangt wird. Dort wird eine Gliederung in die Teile Introduction (mit zugrundeliegender Forschungsfrage), Material(s) and Method(s), Results, Discussion, Conclusion (mit Antwort auf die zugrundeliegende Forschungsfrage) stets angestrebt. Die Forschungsfrage kann bei der Arbeit an einem Projekt und während des Schreibens eines Aufsatzes immer wieder leicht angepasst werden, damit im Schlussteil der Arbeit eine gute Antwort auf sie gegeben werden kann.

Es ist vor allem bei interdisziplinären Arbeiten nicht einfach, zwischen Fakten oder Ergebnissen und Interpretation oder Hypothesen zu unterscheiden. Häufig werden nämlich Hypothesen aus der einen Disziplin in einer anderen für unumstößliche Ergebnisse gehalten. Namentlich stehen naturwissenschaftliche Untersuchungen immer unter dem "Verdacht", die harten Fakten zu liefern; dabei gibt es bei ihnen klare Abgrenzungen zwischen Ergebnissen und Interpretationen. Dies müsste in einer geistesgeschichtlich oder von den sogenannten "Humanities" geprägten Archäologie stärker beachtet werden. Auf der anderen Seite hat auch eine archäologische oder philologische Disziplin ihre harten Fakten, was dann den Naturwissenschaftlern ungenügend bekannt ist.

# 4 Methode der Pollenanalyse

#### 4.1 Das Pollenkorn

Der Pollen ist die Gesamtheit der Pollenkörner. Deswegen gibt es zum Wort Pollen keinen Plural; "die Pollen" gibt es nicht, aber "die Pollenkörner". Pollenkörner sind die männlichen Geschlechtszellen von Samenpflanzen. Sie entstehen an den Staubblättern, von denen sie zu den weiblichen Eizellen im Fruchtknoten gelangen, und zwar entweder durch Tiere (Insekten) oder den Wind. Durch die Vereinigung von männlicher und weiblicher Geschlechtszelle entsteht eine Zygote, aus der sich ein Same bzw. eine Frucht entwickeln kann. Das genetische Material ist im Pollenkorn von einer mehrschichtigen Außenwand umgeben, die aus soge-

nannten Sporopolleninen besteht, polymeren und sehr stabilen Substanzen. Während die im Pollenkorn enthaltene Nukleinsäure nur wenige Stunden aktiv bleibt, ist die Außenwand des Kornes schier unbegrenzt haltbar, besonders wenn sie in ein saures und sauerstofffreies Milieu gerät.

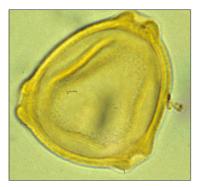




Abbildung 1 (links): Pollenkorn der Birke (*Betula* sp.), Größe ca. 30 μm; Foto: H. Küster. Figure 1 (left): Pollen grain of birch (*Betula* sp.), diameter ca. 30 μm; photo: H. Küster. Abbildung 2 (rechts): Pollenkorn der Fichte (*Picea abies*), Größe: etwa 100 μm; Foto: H. Küster. Figure 2 (rechts): Pollen grain of spruce (*Picea abies*), diameter ca. 100 μm; photo: H. Küster.



Abbildung 3: Blühendes Gras: Aufrechte Trespe (*Bromus erectus*); Foto: H. Küster. Figure 3: Flowering grass: Erect brome (*Bromus erectus*); photo: H. Küster.

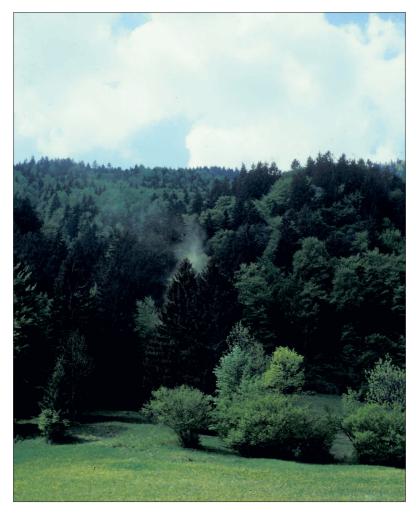


Abbildung 4: Pollen der Fichte wird freigesetzt; Foto: H. Küster. Figure 4: Pollen of spruce is released; photo: H. Küster.

Die Oberflächen der Pollenkornaußenwände unterscheiden sich mehr oder weniger signifikant, so dass sie bei 400- bis 1000facher Vergrößerung unter dem Lichtmikroskop bestimmbar sind, also Pflanzenarten, -gattungen oder -familien zugeordnet werden können. Sie unterscheiden sich zunächst einmal in der Art der Ausgestaltung der sogenannten Aperturen oder Öffnungen, durch die der Pollenschlauch auswachsen kann. Manche Körner haben nur einzelne runde Poren, andere drei oder sechs oder noch mehr Poren. Andere Pollenkörner besitzen längliche Aperturen, die man als Falten oder besser als Schlitze bezeichnen kann.

Unterschieden werden können außerdem die Oberflächen der Pollenkörner: Es gibt Punkte, Stacheln, Streifen, Netze (Abb. 1, 2).

Manche Pollenkörner können einer einzelnen Pflanzenart zugeordnet werden. Das gilt vor allem für etliche unserer einheimischen Waldbäume Fichte, Tanne, Kiefer, Buche, Esche, Hasel. Bei anderen gelingt eine Bestimmung der Gattung, etwa bei Eiche, Ulme, Birke, bei anderen gelangt man nur bis zu einer Einordnung in die Pflanzenfamilie, z. B. bei den Chenopodiaceae (Gänsefußgewächse) oder den Cyperaceae (Sauergräser).

Pollenkörner werden je nach Pflanzenart in unterschiedlichen Mengen produziert. Vom Wind bestäubte Pflanzen bringen mehr Pollenkörner hervor als Pflanzen, bei denen die Bestäubung durch Insekten erfolgt. Denn die Wahrscheinlichkeit ist wesentlich größer, dass ein Pollenkorn von Insekten an seinen Bestimmungsort gebracht wird, den Griffel des Fruchtknotens einer anderen Blüte der gleichen Art, als wenn der Pollen vom Wind verbreitet wird, der den Blütenstaub zufällig deponiert (Abb. 3, 4).

#### 4.2 Wachsende Sedimente

Pollenkörner können an vielen Orten dauerhaft erhalten bleiben, nicht nur in Seesedimenten und Mooren, sondern beispielsweise auch im Kontakt mit einigen Metallen oder Metallsalzen. In jedem Fall bleiben die Körner nur dort konserviert, wo sie nicht von Bakterien zersetzt werden können.



Abbildung 5: Ablagerung von Pollen im feuchten Sediment; Foto: H. Küster. Figure 5: Pollen deposition in wet sediment; photo: H. Küster.



Abbildung 6: Torfprofil in einem Hochmoor, aus dem Proben entnommen werden (jeder Kasten hat eine Länge von 30 cm); Foto: H. Küster.

Figure 6: Peat section in a raised bog. Samples were taken in 30 cm long boxes; photo: H. Küster.

Bei einer Ablagerung der Pollenkörner in Mooren und Seesedimenten (Abb. 5) ist aber eine andere Tatsache außerordentlich günstig. Torf, das Sediment, aus dem ein Moor besteht, wächst jährlich um Bruchteile von Millimetern nach oben. Der Torf wird mächtiger, weil das organische Sediment im dauernd feuchten, sauerstofffreien Milieu nicht von Mikroorganismen zersetzt werden kann. Die vom Wind herbeigewehten Pollenkörner werden im Torf eingelagert und bleiben mit dem Sediment erhalten. Im Lauf von Jahrtausenden werden Torfablagerungen mehrere Meter mächtig (Abb. 6). Man kann dann von oben nach unten in einem Torf ein Profil gewinnen, in dem die Pollenkörner nach Schichten abgelagert vorgefunden werden; unten im Torf sind die älteren, oben die jüngeren Schichten. Und daraus lässt sich ableiten, welche Pollenkörner im Wandel der Jahrtausende abgelagert wurden. Daraus lässt sich wiederum schließen, welche Vegetation in der Umgebung eines Moores zu bestimmten Zeiten vorgeherrscht hat und wie der Wandel dieser Vegetation abgelaufen ist.

Ein entsprechendes wachsendes Sediment entsteht an der Basis von Stillgewässern oder Seen, wo sich aus einem Gemisch anorganischer und organischer Substanz eine Mudde bildet. Sie kann Kalk enthalten und wird dann als Seekreide bezeichnet. In manchen Seen bilden sich im Wechsel der Jahreszeiten unterschiedlich gefärbte Schichten aus. Sommerschichten sind dunkler, weil dann der Humusgehalt größer ist, Winterschichten heller, weil dann der Kalk im kalten Wasser ausfällt. In solchen Bändertonen mit ihrer Warvenschichtung lässt sich das Alter eines Seesedimentes durch Abzählen der Schichten ermitteln.

Im Torfsediment kann man eine andere Methode der Altersbestimmung der Ablagerungen hervorragend nutzen. Denn das organische Sediment besteht weitgehend aus Kohlenstoff und damit auch zu einem gewissen Teil aus radioaktivem <sup>14</sup>C. Das zerfällt mit einer Halbwertszeit von 5730±40 Jahren. Das heißt, grob gesagt, ein kohlenstoffhaltiges Sediment mit der halben <sup>14</sup>C-Aktivität ist ungefähr 5730 Jahre alt. Genau auf ein Jahr legen lässt sich eine <sup>14</sup>C-Datierung nie. Denn gemessen werden nicht Jahre, sondern Anzahlen von Zerfällen des radioaktiven Kohlenstoff-Isotops. Ablagerungen mit höherer Aktivität, die sich mit einer Zähleinrichtung ermitteln lässt, sind jünger, solche mit geringerer Aktivität haben ein höheres Alter.

In Kombination mit zahlreichen Radiocarbondatierungen an einem Profil lässt sich ermitteln, ob eine Sedimentablagerung im Moor kontinuierlich vor sich ging oder ob es Schichtlücken gab, in denen kein Sediment wuchs oder bereits vorher gewachsenes Sediment wieder abgetragen wurde. Bei Durchführung sehr zahlreicher Radiocarbondatierungen bemerkt man auch, ob das Torfwachstum schneller oder langsamer verlief. Auf jeden Fall kann man nicht davon ausgehen, dass der Zuwachs an Sediment stets gleichmäßig, sondern manchmal schneller, manchmal langsamer vor sich gegangen ist.

# 4.3 Die Arbeitsschritte der Pollenanalyse

Will man die Geschichte der Vegetation ermitteln, ist dies also nur in der Umgebung eines Moores oder eines Sees mit wachsendem Sediment möglich. Dort

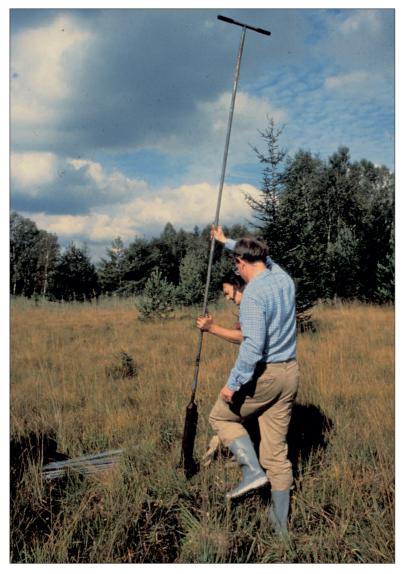


Abbildung 7: Probennahme in einem Moor mit einem Torfbohrer; Foto: H. Küster. Figure 7: Sampling peat with a peat corer; photo: H. Küster.

wird ein Profil entnommen, was entweder an einer Stichwand (z. B. an einem ehemaligen Torfstich, siehe Abb. 6) möglich ist, oder, indem man mit einem Sedimentbohrer das Sedimentprofil von oben nach unten einem Sedimentpaket entnimmt (Abb. 7). Dabei wird in der Regel ein halbmeterlanges Sedimentstück nach dem anderen an die Oberfläche gefördert.

Im Labor werden die Sedimentstücke in Torfscheiben von beispielsweise 1 cm Dicke zerschnitten. Die Einzelproben werden dann einem Bodenaufschluss unterzogen, wobei möglichst alle Sedimente entfernt werden, die die Pollenkörner umgeben. Kalk-Ablagerungen entfernt man mit Salzsäure. Humose Bestandteile werden anschließend mit Kali- oder Natronlauge zerstört. Wenn Ton und Sand in den Ablagerungen vorhanden sind, kann das Sediment auch noch mit Flusssäure behandelt werden. Mit einem Gemisch aus Schwefelsäure und Essigester kann man die Pollenkörner leicht anfärben und damit besser sichtbar machen. Der Bodenaufschluss ist langwierig, denn nach dem Einsatz einer Chemikalie muss die Sedimentprobe mehrfach mit Wasser oder Eisessig (vor dem Einsatz der Schwefelsäure, um die Probe wasserfrei zu bekommen) gespült und zentrifugiert werden. Am Ende wird der Rest, der überwiegend aus Pollenkörnern besteht, in Glycerin überführt.

Das Erstaunliche ist, dass mit allen diesen Chemikalien, die in konzentrierter Form und auch heiß zum Einsatz kommen, die Sedimente zwar weitgehend zerstört werden, nicht aber die Pollenkörner. Sie bleiben erhalten und sind nach dem Bodenaufschluss unter dem Mikroskop leichter zu erkennen.



Abbildung 8: Zählen einer Pollenprobe unter dem Mikroskop; Foto: H. Küster. Figure: Pollen counting with a microscope; photo: H. Küster.

Ein kleiner Teil der Probe wird dann auf einen Objektträger gegeben und mit einem Deckglas bedeckt. Dann kann die Probe mikroskopisch betrachtet werden. Man muss das gesamte Präparat gleichmäßig bei 400facher Vergrößerung durchmustern, um alle Pollenkörner zu identifizieren und zu zählen. Um auch seltenere Pollentypen zu erfassen, kann man 1000 Pollenkörner pro Probe zählen oder auch noch mehr (Abb. 8).

Man muss zahlreiche Proben analysieren, bis man ein gesamtes Profil untersucht hat. Von allen Proben werden dann beispielsweise die Prozentwerte für jeden einzelnen Pollentyp berechnet. Alle Proben werden dann in einem Pollendiagramm gemeinsam präsentiert, in dem mehrere Spalten enthalten sind, für jede Pflanzenart eine. Da erkennt man dann, wie sich die Häufigkeit jeder einzelnen Pflanzenart im Lauf der Zeit verändert hat.

# 5 Ergebnis der Pollenanalyse

Ein solches Pollendiagramm ist das zentrale Ergebnis einer pollenanalytischen Untersuchung. Man erkennt den Vegetationswandel in den vergangenen Jahrtausenden, was nicht nur ein Ergebnis zur Geschichte ist und zeigt, wie die heutige Ve-

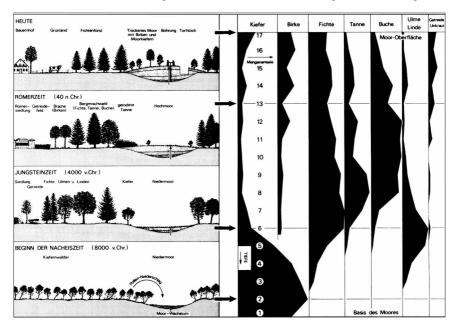


Abbildung 9: Vereinfachtes Pollendiagramm aus Südbayern (aus KÜSTER 1984). Figure 9: Simplified pollen diagram from Southern Bavaria (from KÜSTER 1984).

getation zustande kam. Sondern es bietet sich hier die Möglichkeit zu erkennen, wie ein Vegetationswandel überhaupt funktioniert, welche Wälder sich zu anderen wandeln, welche Zusammenhänge dabei deutlich werden. Denn Ökosysteme dürfen nicht als statische Gebilde verstanden werden, und niemand hat je bewiesen, dass sie in einem ökologischen Gleichgewicht stehen. Dass dem so ist, ist sogar definitiv falsch, denn wir wissen, dass im Lauf der Erdgeschichte immer wieder Typen von Lebewesen entstanden sind, die dann wieder verschwanden, dass sich dann wieder neue Typen entwickelten. Die Evolutionslehre geht von einem beständigen Wandel von Typen (Gattungen, Arten, Sorten) aus, warum sollte dann das Ökosystem insgesamt immer gleich bleiben oder sich in einem ökologischen Gleichgewicht befinden? Dies lässt sich mit einem Pollendiagramm eindrucksvoll widerlegen, denn es zeigt den Wandel von Vegetation und auch von Ökosystemen, von denen Vegetation ein sehr wichtiger Bestandteil ist. Natur ist deswegen keineswegs nur von Konstanten oder immer wiederkehrenden Kreisläufen geprägt, sondern auch von irreversiblen Veränderungen, die sich dem Pollendiagramm entnehmen lassen (Abb. 9).

# 6 Zusammenfassende Aspekte: Das Zustandekommen eines Pollendiagrammes

Zusammenfassend lässt sich das Zustandekommen eines Pollendiagramms also folgendermaßen beschreiben. Auf der Abbildung 9 wird links die Entwicklung der Vegetation gezeigt, und zwar in einem Beispiel aus dem Alpenvorland (Küster 1984). Auf der linken Seite ist die Entwicklung der Vegetation im Lauf der Zeit zu sehen. Auf einen Kiefernwald, in dem einige Birken wuchsen, folgte ein Laubwaldstadium, in dem zahlreiche Ulmen (wohl Bergulmen) wuchsen, außerdem Linden, Eichen und Fichten. Zu dieser Zeit kann man auch den ersten Ackerbau nachweisen; es wurde Getreide angebaut, und deshalb kann man indirekt auch die Existenz von bäuerlichen Siedlungen voraussetzen. Dann kamen Tannen und Buchen auf, es wurde mehr Getreide angebaut, und Hainbuchen wurden in den Wäldern häufiger. Tannen und Buchen wurden allmählich seltener; Getreidefelder wurden größer, besonders in der Römerzeit. In jüngerer Zeit wurden Getreidebau und Landwirtschaft allgemein noch wichtiger, Tannen und Buchen wurden noch seltener.

Während dieser Entwicklung der Wälder entstand der Torf eines Moores in der Nähe. Das Moor wurde immer mächtiger, in jede Schicht wurde der Pollen aus der Umgebung eingetragen. In neuester Zeit wurde der Torf abgetragen, um Brennmaterial oder Düngetorf für den Garten zu gewinnen, und man entnahm durch Bohrung ein Profil durch die Schichten des Torfes, um den Gehalt an Pollenkörnern darin zu ermitteln.

Die auf der linken Seite dargestellten Entwicklungen sind hypothetisch; niemand hat sie dokumentiert. Rechts aber befindet sich das Pollendiagramm, das den Vegetationswandel beschreibt, das also das Ergebnis der pollenanalytischen Untersuchung ist. Es zeigt hier die zusammengefassten und vereinfachten Entwicklungen im bayerischen Alpenvorland.

Als grundsätzliches, in der Ökologie aber viel zu wenig beachtetes Ergebnis zeigt das Pollendiagramm, dass es keine zwei Schichten gibt, in denen die gleichen Prozentwerte der Pollenverteilung auftreten. Es gibt auch keine zyklischen Entwicklungen, die sich wiederholen. Sondern angezeigt ist stets der irreversible Wandel der Ökosysteme, die sich ständig in Veränderung befinden. Aus <sup>14</sup>C-Datierungen, die hier nicht abgedruckt sind, wissen wir, dass in dem Pollendiagramm die Entwicklungen von etwas mehr als 10.000 Jahren wiedergegeben sind. In dieser Zeit überzogen zunächst Wälder aus Kiefern und Birken ein Offenland, das zum Ende der Eiszeit bestanden hatte. Kiefern breiteten sich rasch aus, denn ihre Früchte und Samen wurden schnell über große Distanzen vom Wind verbreitet, und sie können wachsen, wenn die klimatischen Bedingungen für die Ausbreitung von Wald gegeben waren. Das war vor 10.000 Jahren der Fall.

Später breiteten sich verschiedene Laubbäume aus, Ulmen und Linden, anderswo auch Eichen, und früh schon wurde die Fichte häufiger. Andere im Gebiet heute häufige Baumarten kamen erst später dazu, die Tanne und die Buche. Dabei handelt es sich um Bäume, die schwere Früchte besitzen, teilweise von Tieren verbreitet werden und sich nicht so rasch ausbreiten können wie die Kiefer. Sie geben aber viel Schatten, den Kiefern nicht ertragen können, weswegen diese Bäume in den Wäldern mit der Zeit seltener wurden. In jüngeren Schichten des Torfes breiteten sie sich wieder aus, ebenso die Birke, weil sie die trockengelegte Oberfläche des Moores besiedeln konnten.

Im Pollendiagramm angezeigt sind auch die Pollenkörner von Getreide oder von diversem Unkraut, das sich pollenanalytisch nachweisen lässt (etwa Spitzwegerich, Kornblume, Knöterich, Ampfer). Pollenkörner von Getreide sind besonders groß, und sie weisen weitere morphologische Eigenheiten auf. Ihre Anwesenheit zeigt Getreidebau an, wobei außerdem zu bedenken ist, dass es sich dabei nicht um einheimische Pflanzen handelt; sie stammen aus Vorderasien, wurden dort erstmals kultiviert und dann mit der Innovation des Ackerbaus nach Europa gebracht. Um Ackerbau betreiben zu können, mussten Wälder gerodet werden. Mit dem ersten Nachweis des Getreidebaus ist deswegen auch nachgewiesen, dass die Umgestaltung eines Waldlandes in eine manchenorts gerodete und für den Getreidebau gestaltete bäuerliche Landschaft begonnen hatte.

Ein anderes Pollendiagramm, das immer wieder als Lehrbuchbeispiel genommen wird, stammt vom Luttersee im Unter-Eichsfeld und wurde erstmals von Steinberg (1944) publiziert, dann nahm es Firbas (1949) in seine Übersichtsdarstellung der Waldgeschichte Mitteleuropas auf. Beug (1992) legte eine Neubearbeitung des Profils vor. Das Diagramm wurde für diese Publikation umge-

zeichnet: Es wurde eine Balkendiagramm-Darstellung gewählt, die die Dynamik vielleicht weniger deutlich präsentiert, aber nicht suggeriert, dass die zwischen zwei Punkten gelegene Kurve zwischen ihnen linear verläuft (Küster 2018, Abb. 10). Das Diagramm wurde südlich vom Harz in einer Löss-Region gewonnen. Maßstab ist nicht die Tiefenangabe des Sediments, sondern eine ungefähre Zeitskala; pro Jahrtausend werden zwei Schichten angegeben.

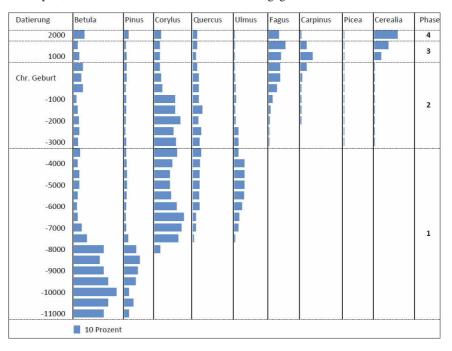


Abbildung 10: Vereinfachtes Pollendiagramm vom Luttersee im Unter-Eichsfeld (nach Steinberg, Firbas & Beug in Küster 2018).

Figure 10: Simplified pollen diagram from Luttersee in Unter-Eichsfeld (according to Steinberg, Firbas & Beug in Küster 2018).

Die ältesten Schichten zeigen ein Überwiegen von Birke (Betula) und Kiefer (Pinus) an, wobei nicht wie im Alpenvorland die Kiefer dominant war, sondern die Birke. Dann folgte eine Phase, in der die Hasel (Corylus), dann auch andere Laubgehölze häufig waren, vor allem Ulmen (Ulmus) und Eichen (Quercus). Später breiteten sich Buchen (Fagus) und Hainbuchen (Carpinus) aus. Auch hier erkennt man den Zeitpunkt, zu dem die Umgestaltung der Landschaft von einem reinen Waldland zu einer Region mit bäuerlicher Prägung einsetzte, und zwar an Getreidepollen-Funden (Cerealia). Erst sehr spät wurde die Fichte (Picea) in der Region nachweisbar. Die Pollenkörner der Fichte mögen vom nahen Harz herbeigeweht worden sein.

Es zeigt sich eine gewisse Übereinstimmung beider Diagramme. Eine "Grundfolge der Waldentwicklung Mitteleuropas" ist zu erkennen, in der Kiefern oder Birken zunächst dominierten. Dann breiteten sich die Hasel und etwas später andere Laubgehölze aus. Schließlich wurden die Wälder schattiger, indem Buchen und manchmal Tannen und/oder Fichten häufiger wurden. Die Bedeutung der Buche nahm später wieder ab. Die Gemeinsamkeiten zwischen den Diagrammen sind aber überbewertet worden. Denn es gibt Gegenden, in denen mehr Kiefern oder mehr Birken vorkamen. Die Ausbreitung der Hasel war unterschiedlich stark ausgeprägt. Es gab je nach Region unterschiedliche Laubbäume, die sich im Anschluss ausbreiteten. Im Alpenvorland kam es zu einer Dominanz von Ulmen, andernorts von Eichen; es gibt auch Gebiete, in denen Linden dominierten. Die Tanne wanderte von Südwesten her und dann aus dem Alpenraum nach Süddeutschland ein, die Fichte bereits früher aus dem Südosten und Osten. Die Buchenausbreitung zog sich über Jahrtausende hin; in Süddeutschland kam die Buche früher zu Bedeutung als im Norden Deutschlands (Küster 1996).

## 7 Interpretation des Pollendiagramms

Diese Sachverhalte gilt es zu beachten, wenn anschließend das Pollendiagramm interpretiert wird. Dabei kann niemals nur ein Diagramm beachtet werden, wie es am Anfang der vegetationsgeschichtlichen Forschung vielleicht, aber heute keineswegs mehr möglich war und ist. Zunächst schien es auf der Hand zu liegen, dass die Ausbreitung der Baumarten vom Klima gesteuert wurde, und man hat das Pollendiagramm in erster Linie klimageschichtlich interpretiert. Dies wurde dadurch unterstrichen, dass man die einzelnen Phasen des Diagrammes mit Namen belegte, die eine klimageschichtliche Interpretation nahelegten. Die Phase der dominierenden Kiefern und Birken wurde als Präboreal bezeichnet. Die damals häufigen Bäume wachsen auch in einem kalten und trockenen Klima. Es folgte das Boreal, in dem ebenfalls ein kühles Klima herrschen sollte, obwohl die zu der Zeit häufige Hasel eigentlich kein typisches Gewächs kalter Klimate ist. Ein wintermildes Klima mit dem "Wärmeoptimum" soll im Atlantikum vorgeherrscht haben, als Eichen, Ulmen, Linden und Eschen in Mitteleuropa dominierten. Eine leichte Abkühlung soll ins Subboreal überführt haben, als die Buche häufiger wurde. Darauf folgte das Subatlantikum mit wieder wärmeren Temperaturen, die bis dicht an die Gegenwart heranführen.

Obwohl die heutigen Vorstellungen vom Ablauf der Klimageschichte teilweise völlig anders sind (z. B. Schönwiese 1995), indem man von einem "postglazialen Wärmeoptimum" im Atlantikum nicht mehr ausgeht, dann keine generelle Abkühlung mehr sieht, sondern bekanntlich von kühlen Phasen im Mittelalter ausgeht und einer anschließenden Erwärmung, bleibt ein Konsens darüber bestehen, dass Pollenanalysen unmittelbar zu klimageschichtlichen Aussagen führen sollen.

Das hängt vielleicht mit der Einführung einer Biostratigraphie zusammen, die das Postglazial, die Nacheiszeit, gliedert in die Phasen Präboreal – Boreal – Atlantikum – Subboreal – Subatlantikum. Diese Phasen kann man aber nicht mit den Dominanzen einzelner Baumarten gleichsetzen, denn diese breiteten sich sukzessive von Süden nach Norden aus und deren Pollentypen sind keine Leitfossilien, mit denen sich geologische Phasen erkennen lassen.

Natürlich begünstigte ein wärmeres oder kühleres Klima bestimmte Pflanzenarten, aber gerade die in Mitteleuropa vorkommenden Baumarten können durchaus unter verschiedenen klimatischen Bedingungen gedeihen. Die Buche zum Beispiel wächst genauso im Apennin, in den Pyrenäen und auf dem Balkan wie im südlichen Skandinavien, und viele Kräuter, die für Buchenwälder typisch sind, kommen in allen diesen Gegenden vor.

Auf jeden Fall sind alle Erwägungen über klimatische Entwicklungen als treibende Kräfte hinter den Entwicklungen in Pollendiagrammen Interpretationen und keine Ergebnisse, denn Bäume reagieren nicht zwingend überregional auf Klimaschwankungen durch Häufiger- oder Seltenerwerden. Und dass dies der Fall war, wird durch Pollendiagramme belegt, die zwar eine Grundfolge in der Waldentwicklung zeigen, aber sich dennoch im Detail unterscheiden.

Eine andere Art und Weise, die im Pollendiagramm erkennbare Dynamik zu erklären, ist ebenfalls eine Interpretation und kein Ergebnis. Es zeigen sich aber gute Korrelationen zwischen Landnutzungssystemen und Baumarten, deren Ausbreitung oder Seltenerwerden durch sie begünstigt wurden. Für die Nacheiszeit ist besonders charakteristisch, dass Menschen unterschiedliche Beziehungen zu ihrer Umwelt einnahmen. Das ist in weiten Teilen Europas deutlich feststellbar. Am Ende der letzten Eiszeit und am Beginn der Nacheiszeit lebten Menschen ausschließlich als Jäger und Sammler in weiten Teilen der Welt. Davon ging nur ein geringer Einfluss auf die Landschaft aus, und es lebten auch nur sehr wenige Menschen auf der Erde. Die Klimaverbesserung nach der Eiszeit führte zur Ausbreitung von Wäldern. Dies war sehr ungünstig für die Jäger, denn deren Beutetiere, zu denen unter anderem Rentiere und Wildpferde gehörten, konnten nicht in Wäldern leben und wanderten in andere Gegenden ab, in denen noch keine Bäume vorhanden waren. Einige Jäger folgten ihnen, andere blieben in der nun bewaldeten Region. Sie verlegten sich auf Fisch- und Vogelfang. Dies ist an den verwendeten Werkzeugen zu erkennen. Jagdwaffen der späten Altsteinzeit verschwanden, stattdessen wurden sogenannte Mikrolithen verwendet, die charakteristisch für die Mittlere Steinzeit sind. Alle diese Entwicklungen spielten sich in einer Zeit ab, die im Pollendiagramm vom Luttersee (Abb. 10) in Phase 1 gestellt

Später begannen die Menschen, Pflanzen absichtlich auszubringen, die nahrhaft waren und die sie deswegen vermehrten (KÜSTER 2013). Dazu gehörten die Getreidepflanzen im Nahen Osten und vielleicht auch die Hasel in Mitteleuropa, deren mehr oder weniger massenhafte Verbreitung in vielen Pollendiagrammen

angezeigt ist (z. B. REGNELL 2012). Der Anbau von Getreide und anderen Kulturpflanzen setzte sich allgemein durch. Um Korn auszubringen, mussten in weiten Teilen Europas Wälder gerodet werden. Jahrtausendelang wurden in weiten Teilen Europas Siedlungen nicht auf Dauer bewohnt. Nach einigen Jahrzehnten wurden sie mitsamt ihren Wirtschaftsflächen aufgegeben und andernorts neu gegründet. Auf den ehemaligen Siedlungsflächen entstand Wald neu in einer sogenannten Sekundärsukzession. Sie läuft auf Flächen ab, auf denen bereits ein Waldboden vorhanden ist, aber sich ein neuer Wald bildet. Dieser Wald muss nicht so aussehen wie derjenige, der vorher beseitigt wurde. Tatsächlich bekam die Buche in Mitteleuropa größere Bedeutung in den Wäldern, nachdem sie sich über eine Sekundärsukzession ausbreiten konnte (Küster 1997), ebenso die Fichte im Westalpenraum (Markgraf 1970) und in Skandinavien (Moe 1970) sowie die Hainbuche im östlichen Mitteleuropa (Ralska-Jasiewicz 1964). Im Pollendiagramm vom Luttersee fanden diese Entwicklungen in Phase 2 statt.

In einem weiteren Landnutzungssystem, das in der Römerzeit und im Mittelalter etabliert wurde, blieben Siedlungen und Wirtschaftsflächen kontinuierlich erhalten (Phase 3 im Pollendiagramm vom Luttersee). Es liefen keine Sekundärsukzessionen mehr ab. Die intensivere Waldnutzung führte zu einer Benachteiligung der Buche. Durch Niederwaldwirtschaft wurden ausschlagfreudige Baumarten begünstigt. Dadurch kam es zur Ausbreitung von Eiche und Hainbuche. Später wurde mit Fichten aufgeforstet. In Phase 4 im Pollendiagramm vom Luttersee ist nur der Anfang dieser Entwicklung zu erkennen. Die eigentliche Fichtenausbreitung durch Aufforstung ist im Diagramm nicht mehr erfasst.

Dies lässt sich alles in den Pollendiagrammen reflektiert finden, weshalb wohl zumindest in den letzten Jahrtausenden die Entwicklungen in den Pollenablagerungen stärker durch Landnutzungsänderungen angestoßen wurden als durch Klimaschwankungen.

#### 8 Schluss

Eines muss aber klar sein: Auch dies ist eine Interpretation von Pollendiagrammen, kein Ergebnis der Analysen. Ergebnisse der Pollenanalysen sind vor allem diejenigen, die sich auf die Waldgeschichte beziehen oder der Beweis, dass sich Vegetation ständig wandelt, was bedeutet, dass es kein ökologisches oder biologisches Gleichgewicht gibt, sondern stets auch irreversible Entwicklungen.

Dies ist das wesentliche und wichtigste Resultat pollenanalytischer Untersuchungen. Die gesamte Tragweite hiervon ist wohl noch gar nicht in seiner vollen Bedeutung erfasst worden.

#### 9 Literatur

- Beug, H.-J. (1992): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen über die Besiedlung im Unteren Eichsfeld, Landkreis Göttingen, vom frühen Neolithikum bis zum Mittelalter. Neue Ausgr. Forsch. Nds., **20**: 261-339.
- FIRBAS, F. (1937): Der pollenanalytische Nachweis des Getreidebaues. Zs. f. Bot., 31: 447-478.
- FIRBAS, F. (1949): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen, Band 1: Allgemeine Waldgeschichte. 480 S., 163 Abb.; Jena (Gustav Fischer).
- FIRBAS, F. (1952): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen, Band 2: Waldgeschichte der einzelnen Landschaften. – 256 S., 18 Abb.; Jena (Gustav Fischer).
- KÜSTER, H. (1984): Botanische Untersuchungen zur Umweltgeschichte. Universitas, **39 (7):** 739-748.
- KÜSTER, H. (1996): Auswirkungen von Klimaschwankungen und menschlicher Landschaftsnutzung auf die Arealverschiebung von Pflanzen und die Ausbildung mitteleuropäischer Wälder. Forstwiss. Cbl., 115: 301-320.
- KÜSTER, H. (1997): The role of farming in the postglacial expansion of beech and hornbeam in the oak woodlands of central Europe. The Holocene, 7 (2): 239-242.
- KÜSTER, H. (2013): Am Anfang war das Korn. Eine andere Geschichte der Menschheit. 298 S., 60 Abb.; München (C. H. Beck).
- KÜSTER, H. (2018): Landnutzungssysteme und ihre Landschaften. In: KÜSTER, H. & FISCHER, N. (Hrsg.): Niedersachsen. Bausteine einer Landeskunde. 17-55; Kiel, Hamburg (Wachholtz).
- MARKGRAF, V. (1970): Palaeohistory of the spruce in Switzerland. Nature, 228: 249-251.
- Моє, D. (1970): The post-glacial immigration of Picea abies into Fennoscandia. Bot. Notiser, **123**: 61-66.
- Post, L. v. (1916): Einige südschwedische Quellmoore. Bull. Geol. Inst. Univ. Uppsala, 15: 219-277.
- REGNELL, M. (2012): Plant subsistence and environment at the Mesolithic site Tågerup, southern Sweden: new insights on the "Nut Age". Veg. Hist. Archaeobot., 21 (1): 1-16.
- SCHÖNWIESE, C.-D. (1995): Klimaänderungen. Daten, Analyse, Prognosen. 244 S., 119 Abb.; Berlin, Heidelberg (Springer).
- STEINBERG, K. (1944): Zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte des Untereichsfeldes. Hercynia, 3: 529-587.

Prof. Dr. Hansjörg Küster Leibniz Universität Hannover Institut für Geobotanik Nienburger Straße 17 30167 Hannover kuester@geobotanik.uni-hannover.de

Manuskripteingang: 21. Juli 2021

# Löss – ein eiszeitliches Sediment im Rhein-Main-Gebiet

#### ALEXANDER STAHR

Löss, Eiszeiten, Lössstratigraphie, Lössböden

K u r z f a s s u n g : Löss ist ein schluffiges Lockersediment, das während trocken-kalter Klimaphasen vergangener Eis- oder Kaltzeiten des Pleistozäns aus vegetationsfreien oder -armen Flusstälern ausgeblasen und vornehmlich in Leelagen der hiesigen Mittelgebirge sedimentiert wurde. Unterschiedliche Bodenbildungen auf Lösssubstrat erlauben wertvolle Rückschlüsse auf das Paläoklima. Böden aus Löss zählen zu den fruchtbarsten Böden. Auch die Beimengung von Löss in eiszeitlichem Solifluktionsschutt über nährstoffarmen Gesteinen wie Quarziten oder Sandsteinen hat meist eine bessere Qualität landwirtschaftlich genutzter Flächen zur Folge.

## Loess - a glacial sediment in the Rhine-Main area

Loess, ice ages, loess stratigraphy, loess soils

A b s t r a c t : Loess is a silty unconsolidated sediment which during dry-cold climate phases of the different Pleistocene ice ages was blown out of river valleys without or only with poor vegetation and then mainly deposited in lee sites of the local highlands. Different loess soil formations allow valuable conclusions on the palaeo-climate in the past. Loess soils belong to the most vertile soils, also the addition of loess in layers of glacial solifluction debris over nutrient-poor rocks such as quarzites or sandstones leads to a relatively higher quality of agricultural land.

#### Inhaltsverzeichnis

1	Was ist Löss?	149
2	Nutzung	152
3	Lössstratigraphie	153
4	Rezente Böden und Löss	155
5	Literatur	159

#### 1 Was ist Löss?

Löss ist ein mehlartiger Gesteinsabrieb, der in Mitteleuropa, während mehrerer Eis- oder Kaltzeitzeiten des Pleistozäns (rund 2,6 Millionen Jahre bis etwa 11.700 Jahre vor heute), bei trocken-kaltem Klima durch heftige Stürme aus den zeitweise kaum oder kein Wasser führenden Flussbetten und deren Terrassenbereichen im Periglazialraum ausgeweht und als feines Lockermaterial wieder sedimentiert

wurde. Ein gewisser Anteil an Löss kann auch als überregionaler Fernlöss z. B. aus den Gletschervorfeldern im Süden und Norden des Periglazialraums ins Rhein-Main-Gebiet gelangt sein, wenn er in einer höheren atmosphärischen Zirkulation mitgeführt wurde (z. B. Hoselmann 2021; Sabel 2021). Es handelt sich somit um ein äolisches oder windbürtiges Sediment, das im Rhein-Main-Gebiet als mehr oder weniger mächtige Sedimentationen (insbesondere in Lee-Lagen) und als Beimengung in periglazialen Lagen (Solifluktionsschuttdecken s. u.) weit verbreitet ist. Größere Lössmächtigkeiten von mehr als 10 m finden sich im Rheingau sowie im Main-Taunusvorland oder etwa am westlichen Odenwaldrand.



Abbildung 1: Lösskindel (Osteokollen) entstehen durch Lösung und Verlagerung des Kalkes im Löss (Niederschlagswasser = Kohlensäure  $\rm H_2CO_3$ ) und Ausfällung des Kalkes bei Übersättigung der Bodenlösung; Foto: A. Stahr.

Figure 1: Loess dolls (Osteocollas) arise through the dissolution and displacement of the lime in the loess (precipitation water = carbonic acid  $\rm H_2CO_3$ ) and the precipitation of the lime when the soil solution is oversaturated; photo: A. Stahr.

Die Äquivalentdurchmesser dieses Lockergesteins betragen zwischen 0,002 und 0,063 mm, sind also recht klein und nehmen somit eine Mittelstellung zwischen dem gröberen Sand (0,063 bis 2 mm) und dem feineren Ton (< 0,002 mm) ein. Man bezeichnet diesen Korngrößenbereich auch als Schluff oder Silt, der etwa 70–80 % am Löss ausmacht. Hinzu kommen je nach Herkunftsgebiet des Lösses etwa 5–20 % Ton. Häufig enthält Löss noch 2–10 % Feinsand.



Abbildung 2: Karl Cäsar Ritter von Leonhard; Foto: Gemeinfrei. Figure 2: Karl Cäsar Ritter von Leonhard; photo: Public domain.

Mineralogisch besteht nicht verwitterter Löss aus Quarz (ca. 50–80 %), Kalk (ca. 8–20 %) und je nach Lokalität aus verschiedenen Beimischungen wie z. B. Tonmineralien, Feldspat, Glimmer oder Olivin. Eisenhydroxide verleihen dem Rohlöss seine typisch gelbliche Färbung. Gelegentlich finden sich im Löss Konkretionen, die so genannten "Lösskindl", die durch Lösung und Wiederausfällung des Kalkanteils entstanden (Abb. 1). Löss weist in der Regel keine Schichtung auf. Diese kann jedoch auftreten, wenn Löss durch Wasser verspült bzw. umgelagert wurde. Man spricht dann vom Schwemmlöss oder vom Lössderivat. Da die einzelnen Bestandteile des Lösses eine meist kantige Form besitzen und die Kalk- und Tonbestandteile mehr oder weniger stark untereinander verkittet sind, kann das Sediment recht steile Wände ausbilden (siehe Abb. 4). Aufgrund der Standfestigkeit des Lösses finden sich im Rhein-Main-Gebiet zum Teil ausgeprägte Lösshohlwege, so etwa in Rheinhessen bei Guntersblum (Rheinland-Pfalz, Landkreis Mainz-Bingen).

Für die Quartärgeologie und Lössstratigraphie bedeutsame Lösswände befanden sich im Rhein-Main-Gebiet u. a. bei Bad Soden am Taunus (ehemalige Ziegelei) und in der Untermainebene bei den Weilbacher Kiesgruben (Kiesabbau), die zum Bedauern der Wissenschaft dem Siedlungsbau und der Rohstoffgewinnung weichen mussten. Eines der wenigen noch zugänglichen Lössprofile im Rhein-Main-Gebiet befindet sich in der ehemaligen Lössgrube des stillgelegten Ziegelwerks Grün GmbH & Co. KG in Reinheim im Landkreis Darmstadt-Dieburg.

Der Name "Löss" stammt vom schweizerisch-elsässisch-schwäbischen Wort "lösch". Dieses bedeutet mundartlich im alemannischen Sprachraum so viel wie "locker" oder "lose". In die geowissenschaftliche Literatur wurde der Begriff im Jahr 1823 vom Mineralogen Karl Cäsar Ritter von Leonhard (1779-1862) eingeführt (Abb. 2).

## 2 Nutzung

Bereits in der Antike vor rund 2.000 Jahren hatten die Römer erkannt, dass sich im Main-Taunusvorland hervorragende Lössvorkommen befinden, die sich zur Herstellung von Ziegeln und Keramiken sehr gut eignen. Daher errichteten sie im Bereich des heutigen Frankfurter Stadtteils Nied eine der bedeutendsten Militärziegeleien im Rhein-Main-Gebiet (z. B. Hampel 2001). Das Legionslager Mainz und ein großer Teil der Limeskastelle wurden mit Produkten aus dieser Ziegelei erbaut. Löss und Lösslehm waren im Rhein-Main-Gebiet seit jeher Rohstoffe für die Keramikherstellung. In der zweiten Hälfte des 19. Jh. entstanden z. B. im Main-Taunusvorland aufgrund der Lössvorkommen zahlreiche Backsteinfabriken, deren rauchende Schlote die Kulturlandschaft prägten. Sie verschwanden, nachdem sich andere Baustoffe durchsetzt hatten (Borsch & Schneider 2008).

Löss und Lösslehm wurden auch zum Füllen der Flechtwände in Fachwerkhäusern abgebaut und werden auch heute noch bei Sanierungsarbeiten an historischen Gebäuden verwendet (Abb. 3). Als Heilerde (peroral und äußerlich) findet Rohlöss bis heute Anwendung im medizinisch-kosmetischen Bereich. Dazu wird der Löss bei 130 Grad Celsius getrocknet und noch feiner gemahlen. Dieses Verfahren ohne chemische Zusätze wie Duft- oder Konservierungsstoffe sichert Keimfreiheit. Dabei ist die Anwendung in medizinischen Kreisen nicht völlig unumstritten.



Abbildung 3: Löss und Lösslehm wurden gemischt mit Stroh zum Füllen der Flechtwände von Fachwerkhäusern; Foto: A. Stahr.

Figure 3: Loess and loess loam are mixed with straw for filling the wattle walls of timber-framed houses; photo: A. Stahr.

## 3 Lössstratigraphie

Mächtigere durch den Betrieb von Ziegeleien aufgeschlossene Lössablagerungen (Lösswände) im Rhein-Main-Gebiet (sofern noch zugänglich oder erhalten) stellen ein wertvolles Archiv der Klima- und Landschaftsgeschichte des Pleistozäns dar, da der Löss in mehreren kühl-trockenen Phasen der Eiszeiten sedimentiert wurde. Dazwischen finden sich in wärmeren Phasen mehr oder weniger intensive Bodenbildungen (Nassböden, Humuszonen, Tonanreicherungshorizonte etc.). Tuffbänder lassen sich auf vergangene Vulkanausbrüche zurückführen. Fossile Böden im Löss sind daher Klimaindikatoren, die das Klima zu ihrer Entstehungs-



Abbildung 4: Lösswand bei den Weilbacher Kiesgruben (Flörsheim-Weilbach, Main-Taunus-Kreis); Foto: A. Stahr.

Figure 4: Loess wall nearby the Weilbacher Kiesgruben (Flörsheim-Weilbach, Main-Taunus-Kreis); photo: A. Stahr.

zeit sozusagen "konserviert" haben. Die Altersbestimmung des Sediments und der Bodenbildungen kann mittels Lumineszenzdatierung oder Radiokarbondatierung erfolgen. Größere Lössmächtigkeiten mit fossilen Horizonten von über 10 m finden sich z. B. im Rheingau und am Taunussüdrand. In Abbildung 4, einer Lösswand bei den Weilbacher Kiesgruben (nicht mehr erhalten), sind mehrere Bodenbildungen zu erkennen. Der oberste dunkler braune Bereich ist der rezente Boden. Der tiefer folgende braune Horizont (obere Bildmitte) ist der fossile Lohner Boden (nach dem Fritzlarer Ortsteil Lohne benannt). Dabei handelt es sich um eine braunerdeähnliche Bodenbildung, die eine interstadiale Klimaschwankung bzw. etwas wärmere Klimaphase innerhalb der Weichsel-/Würmeiszeit anzeigt. Im Liegenden folgt ein fossiler Bt-Horizont, der deutlich wärmere Klimaverhältnisse belegt. Seine Verbiegung im linken Bildteil ist durch Verrutschen des Hanges entstanden. Am Fuß der Wand stehen Terrassenkiese des Mains an.

Die große Bedeutung der Paläoböden aus Löss für die Quartär- und Klimaforschung wurde in Deutschland bereits seit den fünfziger Jahren des 20. Jh. von Quartärgeologen und Bodenkundlern erkannt. Darunter sind insbesondere die Forscher Prof. Dr. Ernst Schönhals (1909-1993), Prof. Dr. Dr. h. c. Arno Semmel (1929-2010) und Prof. Dr. Erhard Bibus (geb. 1943) zu erwähnen, die sich auch um die Lössstratigraphie und Quartärforschung im Rhein-Main-Gebiet verdient gemacht haben.

#### 4 Rezente Böden und Löss

Natürliche Böden sind eine stets knapper werdende, aber äußerst wichtige Ressource, die über viele menschliche Generationen nicht erneuerbar ist. Deshalb ist es wichtig, die natürlichen Böden unserer Kulturlandschaften für nachfolgende Generationen zu bewahren. Im August des Jahres 2002 wurde auf dem Weltkongress der "Internationalen Bodenkundlichen Union" [International Union of Soil Sciences (IUSS)] in Bangkok der 5. Dezember als Weltbodentag festgelegt. Ab 2005 wird an diesem Datum der "Boden des (folgenden) Jahres" verkündet. Die Aktion soll die Bedeutung des Bodens für die Menschen vermitteln und seine Schutzwürdigkeit herausstellen. Ausgewählt wird der Boden des Jahres vom Kuratorium Boden des Jahres. Der Boden des Jahres 2021 ist der Lössboden. Dazu zählen z. B. die Bodentypen Parabraunerde aus Löss, die Pararendzina aus Löss, der Pseudogley aus Löss und der Kolluvisol (erneut gebildeter Boden aus erodiertem und sedimentierten Material) aus Löss. Dies sind allesamt Böden aus Löss, die im Rhein-Main-Gebiet weit verbreitet sind.

Böden aus Löss sind fruchtbare und ertragreiche Böden, die zudem leicht zu bearbeiten sind. Letzteres nützt auch grabenden Bodenbewohnern wie Feldhamster, Regenwurm, Maulwurf, Mäuse oder verschiedene Insekten. Schluff bewirkt in Böden aus Löss, gemeinsam mit anderen Faktoren (z. B. Art und Intensität der Durchwurzelung, Aggregatbildung, Tätigkeit der Bodenorganismen etc.), eine gute Porosität und eine sehr hohe Wasserspeicherfähigkeit. In einem Kubikmeter Boden aus Löss lässt sich Wasser von mehr als drei gefüllten Badewannen speichern. Daher sind auf Lössböden auch bei längeren Trockenperioden, wie sie z. B. in den Jahren 2018-2020 aufgetreten sind, relativ gute landwirtschaftliche Erträge möglich.

Im Zuge der Bodenentwicklung wird der Rohlöss entkalkt und eine Tonmineralneubildung setzt ein. Man spricht dann vom Lösslehm. Im südlichen Taunusvorland zwischen Frankfurt a. M. und Rüdesheim (Main-Taunusvorland und Rheingau) sind Parabraunerden aus Löss über den Kiesterrassen von Main und Rhein weit verbreitet [von griechisch para = neben, abweichend (von der Braunerde)]. Typische oder Normparabraunerden aus Löss (Abb. 5) weisen unter einem humusreichen Oberboden (Ah-Horizont, h für Humus) einen gebleichten Oberboden auf, da Tone, Oxide und Hydroxide nach unten verlagert wurden. Dieser gebleichte Oberboden wird als Al-Horizont bezeichnet (I von französisch lessivage = ausgewaschen). Der an Tonen und Oxiden verarmte Al-Horizont einer Parabraunerde kann mehrere Dezimeter mächtig sein. Darunter folgt ein Tonanreicherungshorizont (Bt-Horizont, t für Ton). In diesem Horizont sind unter optischer Vergrößerung so genannte Ton-Cutane (z. B. Tonbeläge an Aggregatoberflächen) zu sehen. Schließlich folgt der kalkhaltige Rohlöss oder cC-Horizont (das kleine c steht für carbonatisch).

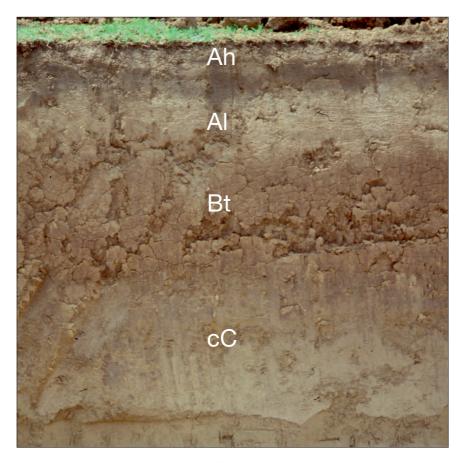


Abbildung 5: Parabraunerde aus Löss bei Hofheim am Taunus; Foto: K.-J. Sabel. Figure 5: Luvisol from loess near Hofheim am Taunus; photo: K.-J. Sabel.

Der Tonverlagerungsprozess beginnt mit der Entkalkung bzw. nach Auswaschung der Ca<sup>++</sup>-Ionen bei gleichzeitiger Abnahme des pH-Wertes auf etwa 5.0–7.0. Dadurch erfolgt die Peptisation oder Auflösung von koagulierten (zusammengeklumpten) Tonteilchen, was die Abwärtsverlagerung durch Sickerwasser ermöglicht. Bei sehr guter Durchlässigkeit (starke Perkolation) des Substrates kann auch eine Verlagerung des Tons im koagulierten Zustand in gröberen Bodenporen und entlang von Schrumpfungsrissen oder Wurzelkanälen erfolgen. Im Unterboden wird der verlagerte Ton angereichert (Bt-Horizont). Das kann z. B. durch Ausflockung aufgrund einer höheren Ca<sup>++</sup>-Ionen-Konzentration (z. B. Carbonat-haltiger Rohlöss), durch blind endende Hohlräume oder durch Ablagerung an Hohlraumwänden bei Austrocknungsvorgängen erfolgen. Der Tongehaltsunterschied zwischen an Ton verarmtem Al-Horizont und Bt-Horizont kann 20 %

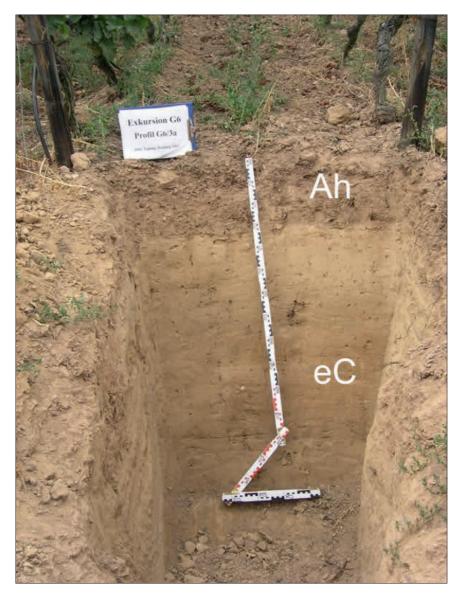


Abbildung 6: Pararendzina aus Löss; Foto: HLNUG. Figure 6: Leptosol from loess; photo: HLNUG.

und mehr betragen. Der im Unterboden angereicherte Ton bildet nicht selten einen für Wasser schwer durchlässigen Horizont, was zu Staunässe und zur Ausbildung des Bodentyps Pseudogley mit einem unter dem Oberboden (A-Horizont)

folgendem Sw-Horizont (w von Wasser leitend) und einem Sd-Horizont (d von dicht) führen kann.

Tragisch ist der Umstand, dass wertvolle Parabraunerden im Rhein-Main-Gebiet und andernorts für Stadt- und Siedlungserweiterungen sowie für Gewerbegebiete geopfert werden. So plant die Stadt Frankfurt am Main einen 250 Hektar umfassenden neuen Stadtteil im Nordwesten, wo sich heute noch bewirtschaftete Äcker befinden (Parabraunerden aus Löss), da die Stadt aus allen Nähten platze. Landwirte, Nachbarkommunen und um den Boden besorgte Bürger laufen derzeit mit Recht Sturm gegen die Pläne Frankfurts. Im Jahr 2017 wurde eine Initiative gegen die Pläne der Stadt unter dem Motto "Unser Heimatboden vor Frankfurt" ins Leben gerufen. Dabei handelt es sich um ein überparteiliches Bündnis von Bürgern mit generationsübergreifendem Verantwortungsbewusstsein.

Im Main-Taunusvorland und Rheingau, aber z. B. auch an der Bergstraße oder im Reinheimer Hügelland sind viele Parabraunerden durch intensive Landwirtschaft bis auf den Rohlöss erodiert, so dass unter einem humushaltigen Ah- oder Ap-Horizont (p von Pflug) unmittelbar der kalkhaltige oder mergelige eC-Horizont folgt (e für mergelig). Man spricht auch von A/C-Böden bzw. im Fall erodierter Parabraunerden vom Bodentyp Pararendzina, der jedoch immer noch rentabel landwirtschaftlich nutzbar ist. Abbildung 6 zeigt eine Pararendzina aus Löss (mergelig) im Rheingau mit Weinanbau.

Während heftiger Staubstürme unter trocken-kaltem Klima in den pleistozänen Kaltphasen wurde Löss bis in die Mittelgebirge des Rhein-Main-Gebietes verweht (u. a. Taunus, Odenwald) und insbesondere in Leelagen der Täler auf ostexponierten Hängen sedimentiert (Westwindzone). Hierbei zeigt sich Löss als geomorphologischer Faktor, da annähernd Nord-Süd verlaufende Täler eine charakteristische Asymmetrie aufweisen. Ostexponierte Hänge sind durch den Löss abgeflacht (landwirtschaftliche Nutzung), westexponierte Hänge sind deutlich steiler und weisen weitaus geringere Lössgehalte auf (forstliche Nutzung). Selbst bis in Höhenlagen von über 400 m ü. NN wurde Löss verweht, wo er jedoch bei höheren Niederschlägen als Schwemmlöss verspült wurde. Insbesondere in exponierten, konvexen Reliefbereichen.

Im Verlauf sehr kalter Phasen einer Eiszeit (Hochglaziale und auch noch im Spätglazial der Würm- bzw. Weichsel-Eiszeit) war der Boden im Periglazialraum des Rhein-Main-Gebietes über lange Zeiträume bis in große Tiefen gefroren, was als Dauer- oder Permafrostboden bezeichnet wird. In wärmeren Phasen taute der waldfreie Untergrund oberflächlich auf. Das Tau- und auch Niederschlagswasser konnte im tieferen gefrorenen Untergrund nicht versickern. Daher begann das mit Wasser getränkte Lockermaterial, sich sehr langsam die Hänge hinabzubewegen. Man bezeichnet diesen Vorgang als Solifluktion, was übersetzt "Bodenfließen" heißt (von lateinisch solum = Boden und fluere = fließen). Rezent lässt sich Solifluktion z. B. in den Hochgebirgen beobachten, in den Alpen ab 2500 m ü. NN. Das Ergebnis dieser Prozesse über lange Zeiträume ist eine vertikale Ab-

folge von unterschiedlichen Schuttdecken oder Lagen, die heute in eine Basislage, Mittellage, Hauptlage und Oberlage differenzierbar sind (AG Boden 2005), wobei die Oberlage meist holozänen Ursprungs ist. Der in die Mittelgebirge des Rhein-Main-Gebietes gewehte Löss wurde während der solifluidalen Prozesse in die Lagen eingearbeitet und findet sich ausschließlich in den Mittel- und Hauptlagen. Die Basislage ist primär lössfrei (Stahr 2014). Durch die Beimengung von Löss insbesondere in die ubiquitäre Hauptlage sind die Mittelgebirgsböden von Taunus oder Odenwald vergleichsweise gute Vegetationsstandorte. Der Löss ermöglichte Verwitterung, Tonmineralneubildung, Verlehmung und sorgte somit für eine ausreichende Nährstoffversorgung der Waldvegetation (relativ gute Kationenaustauschkapazität, große reaktionsfähige Oberfläche). Ohne Löss wären z. B. Solifluktionsdecken aus Quarzit oder Sandstein recht nährstoffarme Standorte mit der Ausbildung von Podsolen, einem Bodentyp aus sandig-grusigem Ausgangsmaterial mit ausgewaschenem und gebleichtem Oberboden. Somit ist der Löss der Naturkatastrophe Eiszeit ein Segen für das Leben im Holozän.

#### 5 Literatur

Ad-Hoc-AG Boden (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. Aufl. – 438 S., 41 Abb., 103 Tab., 31 Listen; Hannover (in Kommission: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung); Stuttgart.

Borsch, H. & Schneider, K. (2008): Ziegel für den Taunus – Geformt und gebrannt in Oberhöchstadt. Begleitpublikation zur Ausstellung in der Taunus-Galerie im Kreishaus Bad Homburg v. d. H.

Hampel, A. (2001): Die römische Militärziegelei in Frankfurt-Nied. In: hessenARCHÄOLOGIE **2001**. – S. 93-94; Stuttgart (Theiss).

Hoselmann, C. (2021): Quartär. In: Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (Hrsg.): Geologie von Hessen. – 416-461; Stuttgart (Schweizerbart).

Sabel, K.-J. (2021): Böden. In: Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (Hrsg.): Geologie von Hessen. – 462-475; Stuttgart (Schweizerbart).

STAHR, A. (2014): Die Böden des Taunuskamms. – 64 S., 56 Abb.; München (Verlag Dr. Friedrich Pfeil).

Dr. Alexander Stahr Dresdener Straße 16 65232 Taunusstein Tel.: 06128-488956 E-Mail: info@lesestein.de

Manuskripteingang: 17. Juli 2021

#### Der Rhein – in seinem Bett besehen

#### EBERHARD KÜMMERLE

Kurzfassung: Auf der Rheingaustrecke fließt der Rhein vergleichsweise langsam, er sedimentiert. Nach dem Eintritt in das enge, tief eingeschnittene Mittelrheintal bei Rüdesheim ist die Strömung beträchtlich, der Fluss erodiert. Die Beschaffenheit seines Bettes wird aufgezeigt.

#### The Rhine – a view on his river bed

Abstract: In the Rheingau section the Rhine flows relatively slow, the river accumulates. After entrance in the narrow, deeply carved Middle Rhine valley near Rüdesheim the current is considerable, the river is now eroding. The nature of the river bed is illustrated.

Auf der Rheingaustrecke, vor Eintritt in das enge Mittelrheintal, fließt der Rhein recht gemächlich und seeartig breit dahin. Bei vergleichsweise schwacher Strömung lässt er von seiner kiesig-sandigen Fracht mehr fallen, als der Schifffahrt lieb ist. Inseln, hier Auen genannt, sind dort entstanden, wo an Stellen geringer Transportkraft die Mitbringsel liegen blieben. Man spricht auch vom "Inselrhein". Dabei gibt es flussabwärts noch genug Inseln. Die sind aber, genauer besehen, etwas ganz anderes.

"Fulderau", "Ilmenau" und "Rüdesheimer Au" hat der Rhein höchstselbst geschaffen. Sie bestehen aus einem bis zu drei Meter mächtigen Kies-/Sandkörper, darauf noch drei bis vier Meter Auenlehm. Der wurde von Hochwässern abgesetzt, die im Lauf der Zeit immer mal wieder auch die Inseln überfluteten. Sie schenkten den Auen einen fruchtbaren Boden, vergleichbar dem Nilschlamm in Ägypten.

An einer fast messerscharfen Grenze an der unteren Spitze der Rüdesheimer Au steigt das Festgestein des Taunus aus der Tiefe auf. Von da ab sind die Inseln aber aus massivem Fels, wie man ihn auf der Mäuseturminsel mit Händen fassen kann. Der Fluss war jetzt gezwungen, bei allmählicher Hebung des Gebirges sein Bett fortwährend auszuhobeln. Die inzwischen wegen der Talenge stärker gewordene Strömung half ihm dabei, und seine Gerölle dienten als Werkzeug. Sie ließ er nur an strömungsgeschützten Stellen liegen wie am "Schwanz" der Mäuseturminsel oder am Unterende des Bacharacher Werths. Bis zum Ausbau der Schifffahrtsrinne gab es im Flussbett eine Schar von Felsköpfen. Sie ragten heraus oder versteckten sich tückisch knapp unter Wasser. Erschienen sie, so sprach man von "Hungersteinen": Die Marktschiffe blieben aus und die Versorgung litt.

Bei den Schiffern waren die Felsen namentlich bekannt. Vor Bingen gab es u. a. den "Ilmenstein" und ein "Mühlwerk". Einer "Marialei" gegenüber stand auf dem Ufer der "Marialeienbrunnen". Auf einer Radierung von Delkeskamp um 1814 ist ein Teil dieser Felsen dargestellt. Dass sie heute fehlen, liegt nicht nur am

Wegsprengen. Manche wurden bei der Verbreiterung des Ufers zugedeckt oder in Mauerwerk eingebaut. Der alte Binger Rheinkran steht heute ein Stück landeinwärts. Man musste einen Durchstich schaffen und den Rhein so wieder zu ihm hinbringen. Rechtsrheinisch sind noch Reste der ehemaligen Felsköpfe erkennbar. Gegenüber der Brömserburg ragt die "Kappeslei" bei niedrigem Wasserstand vom Ufer her sichtbar aus dem Fluss. Ihr vom Rhein glatt geschliffener Felsbuckel zeigt nach dem früheren Rüdesheimer Archivar Duchscherer beachtliche Bohrlöcher, in denen er Sprenglöcher sah. Möglich ist aber, dass an dem massiven Felsen das Stahlseil bzw. die Kette befestigt war, woran sich die "Tauerei-Schiffe", "Hexen" genannt, mittels Winden flussaufwärts hangelten.



Abbildung 1: Mittels Strömung und Geröll hat der Rhein im Fels der Mäuseturm-Insel Strudeltöpfe geschaffen; Foto: E. Kümmerle.

Figure 1: By means of flow and boulders the Rhine has created potholes in the rock of the Mäuseturm isle; photo: E. Kümmerle.

Die "Kraus-Au", eine größere Felsengruppe aus einem der ältesten magmatischen, später metamorph veränderten Gesteine Europas, liegt etwa einen Kilometer unterhalb Rüdesheim. Erhalten geblieben ist auch der "Mühlstein" gegenüber der Nahemündung. Den Namen verdankt er den beiden Rheinmühlen, die um 1844 in der Nähe verankert waren. In diesem Felsen, den man bei Niedrigwasser vom Ufer her erklettern kann, ist das Herz des Mainzer Historikers Niklas Vogt (1756-1836) verborgen. Er wollte sich selbst nach seinem Tod nicht vom geliebten Rhein getrennt wissen.



Abbildung 2: Blick in das Rheinbett ca. 1 km unterhalb Rüdesheim im Taucherschacht. Der Fluss hat mittels seiner Gerölle den blaugrauen Schieferfels (in der Abbildung links und oben) abgeschliffen; Foto: E. Kümmerle.

Figure 2: View in a diving shaft on the riverbed of the Rhine ca. 1 km downstream of Rüdesheim. The river has abraded the blue-grey slate rocks (shown left and above in the figure) by means of the boulders; photo: E. Kümmerle.

Den Uferabschnitt zwischen Brömserburg und Burg Ehrenfels mit ehemals vorhandenen Felsen hat im Jahr 1767 der Rheingauer Geometer Andreas Trauttner dargestellt. Gegenüber der Kraus-Au gab es in Ufernähe den "Dicken Stein". Von ihm blieb nur die Flurbezeichnung "Am dicken Stein". Zwischen diesem und dem Mühlstein standen auf dem Ufer eine Pferdefutterkrippe und ein Brunnen, zur Stärkung der Treidelpferde auf dem Leinpfad. Die Tiere brauchten Erfrischung, nachdem sie die oft schweren Schiffe gegen die Strömung durch das Binger Loch voranbringen mussten. Krippe samt Brunnen sind vergangen. Doch der Weinbergsflurname "Am Brunnen" blieb erhalten.

Auch die "Leinreiter", die "Halfen", benötigten ganz gewiss an dieser Stelle eine Erfrischung. Ob sie sich aber, die Weinberge vor ihrer Nase, mit Brunnenwasser zufrieden gaben, ist eher unwahrscheinlich.

Dr. Eberhard Kümmerle Hauptstraße 67 65344 Martinsthal Tel.: 06123/972112 e-Mail: kuemmerle@web.de

Manuskripteingang 20. September 2021

## Früheste Zeugnisse von Monumentalität in Ozeanien – Die Erdwerke auf der palauischen Insel Babeldaob

Annette Kühlem, Andreas Mieth & Hans-Rudolf Bork

Babeldaob, Palau, Ozeanien, Monumentalität, Erdwerke, Landschaftstransformation

K u r z f a s s u n g: Die monumentalen Erdwerke Palaus sind eines der eindrucksvollsten Beispiele anthropogener Landschaftstransformation in Ozeanien. Die terrassierten und überformten Hügel dominieren bis heute das Landschaftsbild der vulkanischen Insel Babeldaob im Norden des Inselstaates. Die hier präsentierten geoarchäologischen und archäologischen Untersuchungen zu den Konstruktionstechniken und dem damit verbundenen Arbeitsaufwand liefern Anhaltspunkte für die Rekonstruktion von Bevölkerungszahlen und sozialer Organisation. Sediment- und Mikrofossilanalysen geben erste Hinweise auf Entstehung und ehemalige Nutzung der Anlagen. Archäologische Befunde erlauben Interpretationen bezüglich ihrer sozio-kulturellen Bedeutung. Der Großteil der Erdwerke wurde wohl zwischen 2400 und 1200 BP erbaut. Damit stellen sie das früheste Zeugnis für Monumentalität in Ozeanien dar.

# Earliest evidence of monumentality in Oceania – The earthworks on the Palauan island of Babeldaob

Babeldaob, Palau, Oceania, monumentality, earthworks, landscape transformation

A b s t r a c t: The monumental earthworks of Palau are one of the most impressive examples of anthropogenic landscape transformation in Oceania. The terraced and molded hills dominate the landscape of the volcanic island of Babeldaob in the north of the island state. Geoarchaeological and archaeological investigations of the construction techniques and the associated workload provide clues for the reconstruction of population figures and social organization. Sediment and microfossil analyses give first indications about the building techniques and former use of the facilities. Archaeological results allow interpretations regarding the socio-cultural significance. The majority of the earthworks was constructed between 2400 and 1200 BP. They represent the earliest evidence of monumentality in Oceania.

#### Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	166
1.1	Die mikronesischen Inseln als Naturraum	166
1.2	Die mikronesischen Inseln als Kulturraum	169
1.3	Die frühe europäische Wahrnehmung der Erdwerke	170
2	Die jüngere Erforschung der Erdwerke	171
2.1	Aktueller Forschungsstand	172
2.2	Geoarchäologische und archäologische Untersuchungen	172
3	Das Konzept der Monumentalität in Ozeanien	181
4	Resumé	182

5	Danksagung	183
6	Literaturverzeichnis	183

## 1 Einleitung

Trotz der großen Bedeutung mündlicher Überlieferungen in der heutigen palauischen Gesellschaft finden die Erdwerke, ihre Funktion und Bedeutung dort keine Erwähnung (Tellei et al. 2005; Masse 1989; Morgan 1988). Sicher ist, dass die Erbauung der Erdwerke eines immensen Arbeitsaufwandes bedurfte und die Landschaft Babeldaobs im Zuge der Erbauung und Nutzung tiefgehend transformiert wurde. Anhand von geoarchäologischen und archäologischen Forschungen wird untersucht, welche Funktion und welche Bedeutung diese Anlagen einst für die Palauer hatten.

#### 1.1 Die mikronesischen Inseln als Naturraum

Die großen Entfernungen zwischen den meisten mikronesischen Archipelen und zum asiatischen Kontinent haben die natürliche Besiedlung durch Pflanzen und Tiere geprägt (Abb. 1). Nur wenige Arten konnten sich über große Meeresentfernungen ausbreiten. Der eingeschränkte genetische Austausch führte zur Ausbildung zahlreicher endemischer Arten. Palau weist die höchste Biodiversität Mikronesiens auf.

Menschen veränderten seit ihrer Ankunft vor mehr als 3000 Jahren die Ökosysteme der Inseln Palaus tiefgreifend (Abb. 2). Wälder wurden gerodet, um Raum für Gärten und Siedlungen zu schaffen. Die Siedler brachten Kulturpflanzenarten, Nutztiere und "blinde Passagiere" wie Insekten, Spinnen, Reptilien und Pflanzensamen mit. Die Landnahme veränderte die Biodiversität der Inseln grundlegend.

Costion et al. (2009: 131) nennen einen vergleichsweise hohen Prozentsatz an heutigem Primärwald auf Palau im Vergleich zu anderen Inseln Ozeaniens. Doch darf bezweifelt werden, ob von Menschen wirklich noch unbeeinflusster Wald irgendwo auf Palau existiert. In der Siedlungsgeschichte Palaus muss es allein schon mit der Errichtung der hier beschriebenen monumentalen Erdwerke Epochen gegeben haben, in denen der ursprüngliche Wald großflächig verschwunden war. Auch nicht flächenhaft gerodete Waldbereiche sind seit dem Beginn der Besiedlung vermutlich immer wieder genutzt worden, entweder durch integrierten Gartenbau oder durch selektive Holzentnahme. Mit den Menschen drangen neue Arten in die ursprünglichen Wälder ein. Zwar sind auf der größten Insel Babeldaob heute wieder rund dreiviertel der Fläche von Wald bedeckt, doch handelt es sich ausschließlich um Sekundärwald (Abb. 3). 18 % der Fläche Babeldaobs entfallen auf Grasland, welches lokal als "savanna" bezeichnet wird, jedoch lediglich das Resultat von Rodungen und regelmäßigen Bränden ist. Einige in jüngerer Zeit einge-



Abbildung 1: Karte von Palau; Karte: C. Hartl-Reiter. Figure 1: Map of Palau; map: C. Hartl-Reiter.



Abbildung 2: Transformierte Landschaft im Südwesten Babelda<br/>obs; Drohnenfoto: C. Hartl-Reiter.

Figure 2: Transformed Landscape in southwestern Babeldaob; drone photo: C. Hartl-Reiter.



Abbildung 3: Landschaft im Nordwesten Babeldaobs mit Sekundärwald und "Savannenvegetation"; Drohnenfoto: C. Hartl-Reiter.

Figure 3: Landscape in northeastern Babeldaob with secondary forest and "savanna" vegetation; drone photo: C. Hartl-Reiter.

führte Pflanzenarten erweisen sich inzwischen als hoch problematisch. Beispiele sind die invasiven Schlingpflanzen *Mikania micrantha* ("Mile-pro-Minute-Rebe") und *Merremia peltata* ("Queensland-Holzrose"), die nicht nur heimische Baumarten, sondern auch Kulturpflanzenbestände mit hoher Wachstumsgeschwindigkeit überwuchern und absterben lassen (www.palau.chm-cbd.net).

Berühmt sind Palaus Korallengärten. Die Artenvielfalt (mehr als 550 Korallenarten, mehr als 300 Arten von Meeresschwämmen und mehr als 1.300 Fischarten) ist atemberaubend (www.cbd.int).

#### 1.2 Die mikronesischen Inseln als Kulturraum

Die Bezeichnung "Mikronesien" als Kulturraum ist umstritten (vgl. Clark 2003a; Hanlon 1989, 1998, 1999). Die Einteilung der Inselregionen Ozeaniens in Mikronesien, Melanesien und Polynesien geht zurück auf den französischen Entdecker Dumont der Durte (1832). In seinem Artikel "Sur les Îles du Grand Océan" wurden nicht nur die Inseln, sondern auch ihre Bewohner den vier Regionen Malaysia, Melanesien, Polynesien und Mikronesien zugeordnet. Malaysia zählt heute zu Asien, doch die weitere Unterteilung Ozeaniens findet bis heute Anwendung. Allerdings sind die rigiden Trennlinien zwischen den Regionen nicht gerechtfertigt. Jüngere Forschungen zeigen, dass es schon in voreuropäischer Zeit einen vielgestaltigen kulturellen Austausch durch Migrationen und Handelsbeziehungen gab (Clark 2003b; Green 1991; Thomas et al. 1989).

Die Inseln im westlichen Pazifik wurden im Zuge der Austronesischen Expansion, die gegen 4000 BP in der Inselwelt Südostasiens ihren Anfang nahm, besiedelt (vgl. Spriggs 2007, 2011; Pawley 2004; Kirch 2000; Bellwood et al. 1995). Mit Ausnahme der großen Inseln Melanesiens, die Menschen bereits vor über 50.000 Jahren erreichten, stellt die Besiedlung der ozeanischen Inselwelt die letzte große Landnahme des Menschen dar. Dank ausgereifter Navigations- und Bootsbautechniken gelang die Besiedlung des Raums von Madagaskar bis zur Osterinsel, von Hawaii bis Neuseeland. Kulturelle Parallelen und die gemeinsame Sprachfamilie belegen den gemeinsamen Ursprung der Austronesier.

Lange Zeit ging man davon aus, dass die mikronesischen Inseln nur Zwischenstationen auf dem Weg der seefahrenden Menschen nach Osten waren. Erst nach der Erforschung der Verbreitung der Lapita-Keramik (vgl. Spriggs 1984; Davison 1988; Kirch 1997), die die Route der Besiedlung von Taiwan über Melanesien bis ins westliche Polynesien nachzeichnet, wurden Untersuchungen zu Herkunft und Migration der Mikronesier intensiviert (vgl. Masse et al. 1984). Archäologische Befunde belegen, dass die Besiedlung Mikronesiens zu unterschiedlichen Zeiten und aus verschiedenen Regionen stattfand. Damit hat Mikronesien eine ganz eigenständige komplexe Siedlungsgeschichte. Es war viel mehr als eine Zwischenstation.

Anhand linguistischer Untersuchungen lassen sich Anhaltspunkte zu den Migrationsrouten bei der Besiedlung einzelner Inselgruppen finden (vgl. Ross 2008; Gray et al. 2009). Die palauische Sprache ist Teil der Malayo-Polynesischen Untergruppe der Austronesischen Sprachfamilie (vgl. ZOBEL 2002). Dies deutet auf eine Besiedlung Palaus ausgehend von den Philippinen oder Indonesien hin.

Trotz großer Entfernungen und verschiedenartiger Lebensräume gibt es viele Gemeinsamkeiten unter mikronesischen Gesellschaften. Im Zentrum der sozialen Organisation stehen die Lineage (Abstammungsgruppe, die sich von einer Stammmutter oder einem Stammvater ableitet) und der Klan.

Viele mikronesische Gesellschaften sind matrilinear. Die Zugehörigkeit zur Lineage der Mutter ist besonders im Kontext von Landbesitz von Bedeutung. Der Zugang und die Kontrolle über Land ist matrilinear geregelt. Zugehörigkeit und sozialer Status sind untrennbar mit dem Besitz von Land verbunden. Land steht dabei nicht nur für materiellen Besitz, sondern auch für die mit dem Land verbundenen zwischenmenschlichen Beziehungen und generationsübergreifend für die Vorfahren, die einst dort lebten.

Orale Traditionen und mündliche Überlieferungen waren in den schriftlosen Gesellschaften Mikronesiens von größter Bedeutung. Durch regelmäßiges Wiederholen von Mythen und Legenden im Rahmen von Zusammenkünften, durch gemeinsame Gesänge und die Weitergabe von spezifischem Wissen wurde sichergestellt, dass wichtige Informationen nicht verloren gingen. Andererseits war es auch von großer Bedeutung, dass bestimmtes Wissen nicht mit Unbefugten geteilt wurde. Dies könnte ein Grund sein, warum die Fragen früher europäischer Seefahrer nach den Erbauern und der Funktion der Erdwerke Babeldaobs ohne Antwort blieben.

## 1.3 Die frühe europäische Wahrnehmung der Erdwerke

1783 lief das britische Schiff Antelope auf das Riff vor Ulong, einer der Rock Islands (vgl. Hezel 1983: 66ff.). An Bord waren die ersten Europäer, die längere Zeit in Palau verbrachten, nachdem der *Ibedul* (= Machthaber der Allianz der südwestlichen Clangebiete) von Koror den Briten die Genehmigung für den Bau eines neuen Schiffs auf Ulong erteilt hatte. Obwohl Beschreibungen der Schiffsbesatzung zu den Lebensumständen auf Palau erhalten sind (vgl. Keate 1788), sind Erdwerke nicht erwähnt. Dies ist bemerkenswert, da einige Briten für den *Ibedul* von Koror an Kriegszügen nach Babeldaob teilnahmen (Krämer 1917: 112-116).

Der englische Händler J. Cheyne erwähnt als erster Europäer 1864 die Erdwerke (Cheyne 1864). Er beschrieb sie als deutlich sichtbare Landschaftselemente und vermutete, dass Menschen sie geschaffen hätten. Allerdings waren zu seiner Zeit die Anlagen schon verlassen. Auf die Fragen, was es mit den Erdwerken auf sich habe und von wem und wann sie erschaffen worden seien, bekam Cheyne die Antworten, dass die Erdwerke das Resultat einer großen Flut seien oder dass sie

von den Göttern erschaffen worden seien. Ein anderer Entstehungsmythos besagt, dass die Stufen geformt wurden, als sich eine riesige Schlange die Hänge hinunterwand. Keiner der befragten palauischen Informanten hielt es für möglich, dass die eigenen Vorfahren diese Monumente erschaffen hatten.

Dass die Palauer im 19. Jh. scheinbar nichts mehr über die riesigen Monumente berichten konnten, erweckt den Eindruck, dass trotz des hohen Stellenwertes von mündlichen Überlieferungen das Wissen über die Erbauung und Funktion der Erdwerke verloren gegangen war. Vermutet wurde, die Erbauer der Erdwerke seien Angehörige einer anderen Bevölkerungsgruppe gewesen (vgl. Liston & Міко 2011). Doch es gibt eine andere nachvollziehbare Erklärung: Anthropologische Forschungen zeigen, dass das Teilen von Informationen in der palauischen Gesellschaft einem rigorosen Kodex unterlag und bis heute unterliegt (LISTON 2009; Tellei et al. 2005; Kesolei 1977; Nero 1987). Informationen dürfen nur von autorisierten Personen an autorisierte Empfänger weitergegeben werden. Sicherlich gehörte der Handelsreisende Cheyne nicht zu den akzeptierten Informationsempfängern. Ebenso unwahrscheinlich ist es, dass die befragten Personen autorisiert waren, diese Informationen zu teilen. Auch bei jüngeren Befragungen von lokalen Ältesten war der Erkenntnisgewinn bezüglich der Erdwerke gering. Einige der befragten Personen berichteten lediglich, dass die Erdwerke heilig seien und gemieden werden müssten, da sie mit der "alten Welt" in Verbindung stünden (Liston & Miko 2011).

Während der deutschen Kolonialherrschaft (1899-1914) wurden die ersten systematischen Forschungen auf Palau durchgeführt. Im Rahmen der Hamburger Südsee-Expedition von 1908 bis 1910 dokumentierte der Völkerkundler Augustin Krämer das tägliche Leben auf den Inseln Palaus, darunter Handwerkstechniken, soziale Strukturen und Riten. Er beschrieb die Topografie der Inseln, ihre Vegetation und Landnutzung sowie die Landgrenzen der verschiedenen Clans (Krämer 1917). Krämer war es auch, der als erster die von ihm als "Stufenberge" oder "Puddinghügel" bezeichneten Erdwerke dokumentierte (Krämer 1917: 237-238).

## 2 Die jüngere Erforschung der Erdwerke

In den letzten Jahrzehnten untersuchten Archäologen auf Babeldaob die Chronologie, ehemaligen Funktionen und sozio-kulturellen Bedeutungen der Erdwerke (vgl. Osborne 1966, 1979; Lucking & Parmentier 1990; Liston et al. 1998a, 1998b, 1998c; Clark & Wright 2003; Phear et al. 2003, Phear 2004). Während des Baus der ersten Überlandstraße Ende der 1990er-Jahre wurden rettungsarchäologische Dokumentationen und Ausgrabungen durchgeführt (Liston 1999; Wickler 2001; Wickler et al. 1998). Die Erdwerke sind vielgestaltig und kommen auf küstennahen Hügeln, entlang von Flussläufen, Mangroven und im Inland vor. Sie sind vom Wasser aus und im Land weithin sichtbar. Die Seitenwände der

anthropogenen Strukturen sind häufig sehr steil und teilweise sind die höchsten Punkte zu halbkugelförmigen "Höckern" ausgebaut.

## 2.1 Aktueller Forschungsstand

Im Rahmen der archäologischen Untersuchungen beim Bau der Überlandstraße wurde erstmals eine große Anzahl von Radiokohlenstoffproben genommen. Auf der Basis der Datierungen entwickelte Liston (2005, 2009, 2013) eine erste Chronologie mit verschiedenen Phasen der Nutzung der Erdwerke. Pollenuntersuchungen belegen Veränderungen von Wald- zu Grasvegetation bereits um 4500–4300 BP (Athens & Ward 1999, 2002, 2005). Dies wird als ein Resultat von Brandrodungen für Siedlungen und Gärten interpretiert. Die bislang frühesten Daten, die direkt mit dem Bau der Erdwerke in Zusammenhang stehen, datieren um 3200 BP (Liston 2013: 155). Der Zenit der Erdwerkkonstruktion liegt nach Liston (2009) in der "Earthwork Era" von 2400 bis 1250 BP. Damals wurden weite Teile Babeldaobs durch die Anlage monumentaler Erdwerkkomplexe überformt. Nach Liston (2009: 57) sind mindestens 20% der Fläche Babeldaobs von Erdwerken bedeckt. Da viele Erdwerke heute unter dichter Vegetation liegen und daher in der Landschaft nicht ohne weiteres erkennbar sind, dürfte ein noch größerer Anteil der Insel transformiert worden sein.

Die Funktion der Anlagen ist nicht abschließend geklärt. Diskutiert wird die Nutzung als Siedlungsplätze, Verteidigungsanlagen, als Aussichtspunkte, für Gartenbau, Rituale oder repräsentative Zwecke. Keramikfunde auf den Oberflächen der Anlagen wurden als Hinweis auf eine Siedlungsfunktion interpretiert (vgl. Lucking 1981). Auf eine Verteidigungsfunktion weisen Wälle, Gräben und steile Terrassenstufen, die den Zutritt erschwert haben könnten. Die Kronen gewähren einen weiten Blick in die Umgebung (Kaschko 1998; Liston & Tuggle 2006; Osborne 1966).

Innerhalb einiger Erdwerke wurden Bestattungen gefunden. Dies und die Hinweise aus den Befragungen von Ältesten zu den oralen Traditionen deuten auf eine rituelle Nutzung (LISTON & MIKO 2011: 188). Die Monumentalität der Anlagen und die damit verbundene Zurschaustellung der Arbeitsintensität wird als repräsentative bzw. politische Funktion gedeutet (LISTON 1999; LISTON & TUGGLE 1998; WICKLER 2002). Hinweise auf eine gartenbauliche Nutzung, etwa durch den Nachweis von Mikroresten von Kulturpflanzen, konnten bisher noch nicht zweifelsfrei erbracht werden (vgl. Scott Cummings 1996; Lucking 1981).

## 2.2 Geoarchäologische und archäologische Untersuchungen

Seit Frühjahr 2019 werden die monumentalen Erdwerke Babeldaobs im Rahmen eines interdisziplinären Projekts mit geoarchäologischen, archäologischen, geomorphologischen, pedologischen, sedimentologischen, anthropologischen, paläo-



Abbildung 4: Topographische Karte der Insel Babeldaob mit der Lage der dokumentierten Erdwerke; Karte: C. Hartl-Reiter.

Figure 4: Topographic map of Babeldaob with the location of the documented earthworks; map: C. Hartl-Reiter.

botanischen und paläontologischen Methoden von den Verfassern untersucht (KÜHLEM et al. 2021).

In einem ersten Schritt wurden 14 Erdwerke an morphologisch sehr unterschiedlichen Orten ausgewählt, um ein möglichst breitgefächertes Bild der Anlagen zu bekommen (Abb. 4). Diese wurden im Rahmen einer Dokumentationskampagne mithilfe einer Drohne photogrammetrisch aufgenommen. Das Resultat sind georeferenzierte digitale Höhenmodelle, die in bisher nie dagewesenem Maße die Details und die Ausdehnung der einzelnen Anlagen zeigen (Abb. 5). Während der Drohnenbefliegungen aufgenommene Videos zeigen die beindruckende Monumentalität und das Ausmaß der Landschaftstransformation auf Babeldaob.

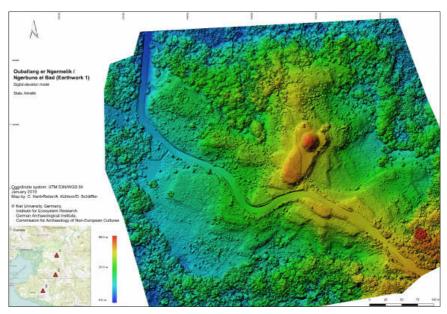


Abbildung 5: Digitales Höhenmodell des Erdwerks 1 (Ngerbuns el Bad); Drohnenaufnahme und Graphik: C. Hartl-Reiter.

Figure 5: Digital elevation model of Earthwork 1 (Ngerbuns el Bad); drone photo and graphics: C. Hartl-Reiter.

Die Höhenmodelle wurden der Auswahl von Standorten für Testgrabungen zugrunde gelegt. Ziel der Grabungen war die Untersuchung von Konstruktionstechniken, möglichen Nutzungen und möglichen Auswirkungen der Erosion auf die Erdwerke.

## Erschaffung und Aufbau der Erdwerke

Im Pleistozän und Frühholozän verwitterten die auf Babeldaob anstehenden Basalte, Andesite, Dazite, vulkanischen Brekzien und Tuffe sehr tiefgründig. Stark

versauerte und halloysitreiche Böden mit mächtigen intensiv gelblich oder rötlich gefärbten B-Horizonten und darunter anstehenden tiefgründigen Saprolithen entstanden auf den Hängen.

Die ersten Rodungen der natürlichen Wälder ermöglichten auf Hangstandorten wahrscheinlich starke Wassererosion und damit den Verlust der humosen Oberböden und eines Teils der darunter liegenden B-Horizonte. Auch während der Bauphasen der Erdwerke dürften kräftige Starkniederschläge Bodenmaterial erodiert haben. Das erodierte feinkörnige Material wurde vorwiegend in den weiten Buchten abgelagert.

Möglicherweise führten erst Erfahrungen und wachsendes Wissen um die Erosionsgefährdung auf anfangs gartenbaulich genutzten steileren Hängen dazu, dass die Palauer zum Terrassenbau auf Erdwerken übergingen. Letztere erwiesen sich als sehr stabil und weitgehend erosionsresistent – ein nahezu perfekter Bodenschutz war geschaffen (Abb. 6). Auf den nur schwach geneigten Terrassenoberflächen wird aufgrund der starken Mikroreliefenergie auch in Phasen mit geringer Vegetationsbedeckung nur selten lokal geringe Bodenerosion aufgetreten sein.

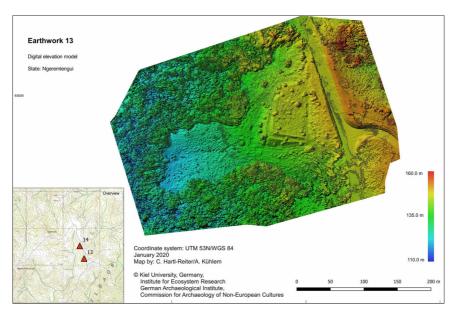


Abbildung 6: Das digitale Höhenmodell des Erdwerks 13 zeigt die steilen Stufen und scharfen Kanten, die bis heute erhalten sind; Drohnenaufnahme und Graphik: C. Hartl-Reiter. Figure 6: The digital elevation model of Earthwork 13 shows the steep risers and pronounced edges that are still preserved today; drone photo and graphics: C. Hartl-Reiter.

So sind in den zahlreichen von den Verfassern untersuchten Schnitten auf den Terrassen und am Fuß der Terrassenstufen praktisch keine Sedimente vorzufin-

den, die sich in der Jahrhunderte-langen Zeit der Terrassennutzung hätten bilden können.

Der heutige morphologische und pedologische Zustand der terrassierten Erdwerke repräsentiert damit auch den Zustand unmittelbar nach dem Abschluss ihres Baus. Er ermöglicht die Rekonstruktion ihrer Errichtung.

Die Baumeister trugen die Horizonte der ursprünglichen Böden – Reste des noch nicht erodierten Humushorizontes, des gelblichen und rötlichen B-Horizontes und des Saproliths – auf den Hügeln ab und lagerten die Substrate getrennt. Mit dem Saprolith-Material wurde die morphologische Grundstruktur der Erdwerke geschaffen, besonders die sehr unterschiedlich großen Terrassen, die steilen und hohen Terrassenwände und die Kronen.

Der aufgebrachte Saprolith unterscheidet sich aufgrund seiner zerbröselten Struktur deutlich vom autochthonen Saprolith. Letzterer enthält die ursprünglichen, u. a. schalenförmigen Strukturen der Vulkanite, im umgelagerten Saprolith sind diese zerstört. Außerdem enthalten nur die aufgetragenen Saprolithe Holzkohleflitter und viele, manchmal diffus eingestreute, manchmal konzentriert eingebettete Keramikfragmente.

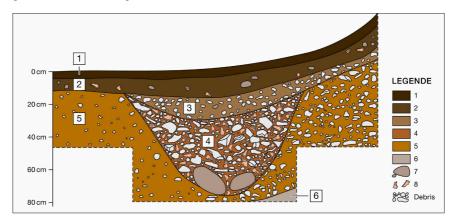


Abbildung 7: Profil des Testschnitts am Fuß der Krone von Erdwerk 2. Ein zweiphasiger Graben ist zu erkennen. Profilbeschreibung: 1. Humushorizont; 2. Auftrag aus humosem, schluffigem Lehm; 3. Lehmig-humose Füllung des jüngeren Grabens; 4. Lehmig-humose Füllung des älteren Grabens; 5. Anthropogener Auftrag gelblichen Lehms; 6. Anthropogener Auftrag grauen Schluffs; 7. Vulkanit; 8. Keramikscherben; 9. Schutt; Felddokumentation: H.-R. Bork, Grafik: D. Kramer

Figure 7: Profile of the test trench at the base of the crown of Earthwork 2. Description of the profile: 1. humic horizon; 2. human-applied humic silty loam; 3. loamy humic fill of the later trench; 4. loamy humic fill of the earlier trench; 5. human-applied yellowish loam; 6. human-applied gray silt; 7. volcanic rocks; 8. ceramic sherds; 9. debris; field documentation: H.-R. Bork, graphics: D. Kramer.

Die aufgetragenen Saprolithe wurden von den Terrassenbauern geschickt verdichtet und stabilisiert. Die viele Meter hohen, nahezu vertikalen Terrassenwände

rutschten nicht ab; sie sind seit Jahrtausenden stabil, anders als moderne Straßenböschungen. Auf die vorgeformten Terrassen aus umgelagertem Saprolith legten die Konstrukteure stark versauertes, lehmiges, manchmal steinreiches und keramikhaltiges B-Horizontmaterial in einer Mächtigkeit von mehreren Dezimetern und abschließend humoses Material in einer mittleren Stärke von 20 cm (Abb. 7).

Am Fuß der Terrassenwände häufig angelegte Gräben dienten nicht der offenen Entwässerung. Von den Verfassern vorgefundene Grabenfüllungen aus Steinen und Lehm sowie seltener in situ-Feuerstellen und vielen Keramikbruchstücken weisen auf eine sehr kurze Öffnungszeit und rituelle Handlungen. Sedimentation fand in den am Fuße der Terrassenwände liegenden Gräben nicht statt.

Die geoarchäologischen Untersuchungen in den Kronen der Erdwerke belegen, dass es sich auch hierbei um Auftrag handelt. Tausende Tonnen Material wurden bewegt, um die in der Landschaft hoch aufragenden Strukturen zu schaffen. Mit einer Ausnahme sind alle der untersuchten Kronen von Gräben umgeben. Die Kronen zweier Erdwerke besitzen eine wannenförmige Vertiefung. In beiden Fällen zeigen Bodenprofile, dass hier permanent feuchte Bedingungen zu einer starken Pseudovergleyung geführt haben (Abb. 8). Dieser Befund sowie der Nachweis zahlreicher Diatomeen im humosen Oberboden deuten auf konstant hohe Bodenfeuchte in den Vertiefungen (TROMP 2021: 6; JOHANSEN 2010). Damit erscheint die Nutzung als Vorratsbassin für Wasser oder den Anbau von Nasstaro wahrscheinlich. Andererseits sprechen die geringen Ausdehnungen der Vertiefungen dafür, dass die hier angebauten Nutzpflanzen bzw. das hier gespeicherte Wasser sehr limitiert waren und damit weniger der allgemeinen Versorgung dienten, sondern eher einer rituellen Nutzung (vgl. Liston & Miko 2011: 190).



Abbildung 8: Profil eines Testschnittes in einer Kronenvertiefung mit typischem stark humosem Auftrag und lehmiger Basis mit Pseudovergleyung; Foto: A. Kühlem.

Figure 8: Profile of a test trench in a crown depression with typical human-applied humic material and a loamy base showing waterlogging; photo: A. Kühlem.

#### Geoarchäologische Nachweise multifunktionaler Nutzung der Erdwerke

Die von den Autoren untersuchten Profile weisen auf verschiedenartige Nutzungen. Häufig wurden auf den Terrassen in dem etwa 20 cm mächtigen A-Horizont flache wannenförmige Pflanzgruben nachgewiesen (Abb. 9). Gelegentlich sind ineinander verschachtelte Pflanzgruben erkennbar. Die Gartenbauer vermieden bei der Bodenbearbeitung, beim Pflanzen und Ernten die ertragsgefährdende Einmischung des darunter liegenden, stark versauerten, aufgetragenen B-Horizontmaterials. Die hohen Humusgehalte der A-Horizonte deuten auf die Einbringung von organischem Material zur Erhaltung oder Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit. Wahrscheinlich wurde Pflanzenmulch eingearbeitet, möglicherweise auch kalkhaltige Mudde aus den Mangroven. Dieser Aspekt ist noch weiter zu erforschen.



Abbildung 9: Wannenförmige Pflanzgrube auf der Krone von Erdwerk 12 (Ngermedangeb); Foto: A. Kühlem.

Figure 9: Basin-shaped planting pit on the crown of Earthwork 12 (Ngermedangeb); photo: A. Kühlem.

Die humosen Oberböden auf den horizontalen Flächen der Erdwerke haben ein hohes Wasseraufnahmevermögen, weshalb unter einer dichten Decke aus Kulturpflanzen bzw. heute Grasland oder Wald praktisch kein Oberflächenabfluss auftritt. Da das Regenwasser auch in den Regenzeiten vollständig in die Erdwerke versickerte, blieben Überschwemmungen im unterhalb liegenden Tiefland aus. Die Steilheit der Terrassenwände und ihr dichter Bewuchs verhinderten erfolgreich Bodenerosion und Rutschungen.

Neben einer gartenbaulichen ließen sich weitere Nutzungen nachweisen. Auf den Erdwerken fanden sich Steinsetzungen und gepflasterte Bereiche. Auch Feu-

erstellen und Pfostenlöcher kamen in unseren Ausgrabungen zutage. Dies und die zahlreichen Funde von Oberflächenkeramik deuten auf eine Nutzung der Erdwerke als Wohnorte. Ob es sich um länger genutzte feste Siedlungsplätze oder um eher kurzzeitige Wohnplätze in Verbindung mit gartenbaulichen oder rituellen Aktivitäten handelt, ist noch unklar.



Abbildung 10: In situ zerdrückte Keramik auf der Krone von Erdwerk 12 (Ngermedangeb); Foto: A. Kühlem.

Figure 10: In site flattened ceramic vessel on the crown of Earthwork 12 (Ngermedangeb); photo: A. Kühlem.

In einem der Schnitte wurde angrenzend an eine gesetzte Steinreihe eine komplette, zerdrückte Keramikschale gefunden. Diese war mit der Öffnung nach unten auf einem ehemaligen Begehungshorizont deponiert worden (Abb. 10). LISTON (2014: 115) beschreibt Deponierungen von Keramikgefäßen aus rituellen Kontexten. Sie interpretiert Hortfunde von kompletten Gefäßen als Hinweise auf die zeremonielle Bedeutung bestimmter Anlagen. In einigen Fällen lässt sich keinerlei

Nutzung der Erdwerke nach ihrer Erbauung nachweisen; stattdessen scheinen die Füllschichten nur zur Versiegelung von Keramikcaches angelegt worden zu sein (Tuggle 2011: 168). Auch in Bestattungskontexten wurde intentional deponierte Keramik gefunden (Liston 2014: 118). Die kompletten Gefäße enthielten wohl Speise- und/oder Getränkebeigaben.

Die stark sauren Böden der Insel Babeldaob bedingen eine schlechte Erhaltung von menschlichen Knochen (LISTON 2014: 117; FITZPATRICK & NELSON 2008: 446). Daher lassen sich Bestattungen häufig nur anhand von Grabgruben und Beigaben nachweisen, während die Knochen selbst oft komplett zersetzt sind.



Abbildung 11: Grabgrube in der Krone von Erdwerk 1 (Ngerbuns el Bad); Foto: A. Kühlem. Figure 11: Burial pit on the crown of Earthwork 1 (Ngerbuns el Bad); photo: A. Kühlem.

In einem Testschnitt wurde eine mögliche Grabgrube gefunden (Abb. 11). Sie befindet sich im Zentrum der halbkugelförmigen Krone des Erdwerks Ngerbuns el Bad und war in eine der mächtigen Füllschichten aus rötlichem Lehm eingetieft. Die längliche Grube mit parallelen Seitenwänden und einem abgerundeten Ende war mit lockerem Material verfüllt. An der Basis zeigte sich eine grünlich-graue Matrix, in der eine Häufung von Schwamm-Spiculae, mikroskopischen Kalkstrukturen aus dem Spicularskelett von Meeresschwämmen, nachgewiesen wurde. Dieser Befund steht vermutlich im Zusammenhang mit einer Bestattungssitte, bei der Verstorbene mit Matten aus Meeresschwämmen bestattet wurden (vgl. Liston 2013).

Die herausragende Lage dieses Grabes inmitten der Krone eines weithin sichtbaren Erdwerkes deutet darauf hin, dass hier eine herausragende Persönlichkeit bestattet wurde und deren sozio-politischer Status langfristig visuell manifestiert und herausgestellt werden sollte.

#### Welche soziopolitische Bedeutung hatten die Erdwerke?

Für den Bau der Erdwerke wurden gewaltige Mengen an Material bewegt. Das Baumaterial, das unter großem Aufwand abgegraben und zwischengelagert wurde, musste schnellstmöglich wieder verbaut werden. Im starkregenreichen Klima Palaus war die Gefahr des Abspülens des kostbaren Baumaterials groß. Daher musste das Zeitfenster der Lagerung unbefestigter Substrate so eng wie möglich gehalten werden. LISTON geht daher davon aus, dass die Erdwerke in nur wenigen Trockenzeiten erbaut wurden (2013: 133, 139). Auch paläo-sedimentologische Untersuchungen sprechen dafür (ATHENS & WARD 2002). Nicht nur der Bau mit den aufwändigen Arbeitsschritten der Rodung, des Abtrags von Substraten, der Lagerung und des Transports der schweren Saprolith- und Lehmsubstrate in unwegsamem Gelände, des Auftrags, der Formgebung und des Kompaktierens des Materials, sondern auch die Instandhaltung der Erdwerke waren sehr arbeitsintensive Aufgaben. Zahlreiche Arbeiter mussten hierfür mobilisiert und koordiniert werden. Für den Bau derart komplexer Anlagen bedurfte es nicht nur einer Arbeitsteilung, sondern auch einer Organisation und Kontrolle der Arbeitskräfte (vgl. Wittfogel 1957; Erickson 1993; Netting 1993; Kolb et al. 1994). Nur wer in der Lage war, zahlreiche Menschen so anzuleiten, zu koordinieren und auch zu ernähren, konnte seine Führungsqualitäten in herausragenden Erdwerken zur Schau stellen. Diese dienten auch dazu, sozio-kulturelle Macht und gleichzeitig territoriale Ansprüche visuell zu festigen und zu kommunizieren.

## 3 Das Konzept der Monumentalität in Ozeanien

Monumentalität ist ein weitverbreitetes Konzept in Ozeanien und wird häufig mit sozio-politscher Macht und Manifestation von religiösen Konzepten und/

oder politischen Ideologien in Verbindung gebracht (vgl. Martinsson-Wallin & Timothy 2014; Kahn & Kirch 2011; Liston 2014). Monumente, die unter großem Arbeitseinsatz geschaffen wurden, dominieren oftmals die Landschaften pazifischer Inseln. Viele haben auch heute noch spirituelle oder sozio-ökonomische Bedeutungen. Gleichzeitig versinnbildlichen Monumente die Hegemonie der Eliten, deren Machtausübung sich so eindrucksvoll manifestierte. Wie auch in vielen modernen Gesellschaften, sind visuelle Grandesse und Macht eng miteinander verbunden; politische oder religiöse Anführer versuchten, sich in der Veranschaulichung ihrer Machtansprüche zu überbieten.

Die Monumente von Palau zeichnet aus, dass sie nach dem heutigen Stand der Forschung die frühesten Zeugnisse von Monumentalität in Ozeanien sind. Als die Produktion der Moai-Statuen auf der Osterinsel einsetzte und die ersten Bauwerke von Nan Madol auf Pohnpei angelegt wurden, standen einige der Erdwerke Babeldaobs schon 2000 Jahre (Abb. 12). Die Datierungen belegen, dass das pan-ozeanische Konzept der Monumentalität in Palau schon um 1400–1300 vor Christus seinen Anfang nahm (LISTON 2013: 155).



Abbildung 12: Unterschiedliche Ausprägungen von Monumentalität in Ozeanien: Die Moai der Osterinsel, die Ruinen von Nan Madol (Pohnpei) und das Erdwerk Euid Elked auf Babeldaob; Fotos: A. Kühlem.

Figure 12: Different expressions of monumentality in Oceania: The Moai of Easter Island, the ruins of Nan Madol (Pohnpei), and the Euid Elked Earthwork on Babeldaob; photos: A. Kühlem.

#### 4 Resumé

Die Erdwerke Palaus sind eindrucksvolle landschaftsprägende Monumente, deren Funktionen und Bedeutungen nicht endgültig geklärt sind.

Zu ihrer Erforschung wurde zunächst eine Dokumentationskampagne durchgeführt und georeferenzierte 3D-Modelle generiert, die die Ausdehnung und die Komplexität der Anlagen veranschaulichen.

Die geoarchäologischen Untersuchungen vor Ort zeigten, dass die Erdwerke durch Abtrag und Auftrag von großen Mengen an Bodenmaterial geschaffen wurden. Nicht vorhandene Kolluvien zeugen von fundierten Kenntnissen zu Bodenstabilisierungs- und Erosionsschutzmaßnahmen.

Die bautechnisch perfekte Anlage der Terrassen ermöglichte eine nachhaltige gartenbauliche Nutzung. Die Sicherstellung einer guten Ernährungsgrundlage

war einst die Voraussetzung für eine hohe Bevölkerungsdichte im heute äußerst dünn besiedelten Babeldaob. Doch die Erdwerke waren mehr als nur Orte des Gartenbaus. Ihre Monumentalität und die weite Sichtbarkeit ihrer Kronen implizieren, dass die Anlagen dem Zurschaustellen politischer und/oder religiöser Macht dienten (vgl. LISTON 2014). Die Kontrolle über eine große Anzahl von Menschen ist ein Ausdruck der Macht der Eliten, die sich in den Erdwerken manifestierte und zur Schau gestellt wurde.

Die monumentalen Erdwerke und die transformierte Landschaft Babeldaobs sind zugleich Ausdruck und Resultat der sozio-kulturellen Komplexität einer zahlreichen Bevölkerung, die einst das heute so spärlich besiedelte Babeldaob bewohnte. Gleichzeitig stellen sie die frühesten Zeugnisse für Monumentalität in Oceanien dar.

#### 5 Danksagung

Das Projekt wird finanziert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (BO 798/16-1, MI 1770/2-1, VO 949/6-1), das Deutsche Archäologische Institut, die Christian-Albrechts-Universität zu Kiel und ProCon.

Unsere Arbeit auf Babeldaob wäre ohne die freundliche Unterstützung einer ganzen Reihe von Institutionen nicht möglich gewesen. Wir danken dem Bureau of Cultural and Historical Preservation, dem Ministry of Community and Cultural Affairs, den Gouverneurinnen und Gouverneuren, den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der folgenden Staatenregierungen (State Offices): Aimeliik, Ngatpang, Ngeremlengui, Melekeok, Ngaraard und Ngardmau sowie dem Palau Resource Institute. Besonderer Dank gilt Direktorin Sunny Ngirmang und dem Zweiten Direktor Calvin Emesiochel, Faustina K. Rehuher-Marugg, Außenministerin a. D., Burkhard Vogt, Julita Tellei, Christian Hartl-Reiter, Honorarkonsul Thomas Schubert, Jolie Liston, Doris Schäffler, Sophia Dazert, Doris Kramer, Michael P. Moore, Vince Blaiyok, Shelley Remengesau, Friedrich Lüth und unserem wunderbaren Grabungsteam vor Ort.

#### 6 Literatur

ATHENS, J.S. & WARD, J.V. (1999): Archaeological data recovery for the Compact Road, Babeldaob Island, Republic of Palau. Historic preservation investigations phase II. Volume IV: The Holocene paleoenvironment of Palau; Honolulu.

ATHENS, J.S. & WARD, J.V. (2002): Holocene paleoenvironmental investigations on Ngerekebesang, Koror, South Babeldaob, and Peleliu Islands, Palau. Prepared for Palau National Communications Corporation, Republic of Palau; Honolulu.

ATHENS, J.S. & WARD, J.V (2005): Palau Compact Road Archaeological Investigations, Babeldaob Island, Republic of Palau. Phase I: Intensive Archaeological Survey. Volume IV: Holocene Pa-

- leoenvironment and Landscape Change; Honolulu (International Archaeological Research Institute, INC.)
- Bellwood, P., Fox, J., & Tryon, D. (1995): The Austronesians in history: Common origins and diverse transformations. In: Bellwood, P., Fox, J.J., & Tryon, D. (Hrsg.): The Austronesians: Historical and Comparative Perspectives. 1-16; Canberra (ANU Press).
- CLARK, G. (2003a): Dumont d'Urville's Oceania. The Journal of Pacific History, 38 (2): 155-161; London.
- CLARK, G. (2003b): Shards of meaning: Archaeology and the Melanesia-Polynesia divide. The Journal of Pacific History, **38** (2): 197-215; London.
- CLARK, G.R. (2004): Radiocarbon dates from the Ulong site in Palau and implications for western Micronesian prehistory. Archaeology in Oceania, 39: 26-33; Hoboken.
- Costion C.M. (2009): Plant Endemism, Raritiy, and Threat in Palau, Micronesia: A Geographical Checklist and Preliminary Red List Assessment. Micronesica, 41 (1): 131-164; Hagåtña.
- DUMONT D'URVILLE, J.S.C. (1832): Sur les îles du Gran Océan. Bulletin de la Société de Géographie, 17: 1-21; Paris.
- ERICKSON, C.L. (1993): The social organization of prehispanic raised field agriculture in the Lake Titicaca Basin. Research in Economic Anthropology, 7: 369-426; Bringley.
- FITZPATRICK, S.M. & NELSON, G.C. (2008): From Limestone Caves to Concrete Graves: 3000 Years of Mortuary Practice in the Palauan Archipelago, Micronesia. International Journal of Osteoarchaeology, 18: 439-457; Hoboken.
- Gray, R.D., Drummond, A.J., & Greenhill, S.J. (2009): Language Phylogenies Reveal Expansion Pulses and Pauses in Pacific Settlement.— Science, 323/5913: 479-483; Washington DC.
- Green, R.C. (1991): Near and Remote Oceania: Deestablishing Melanesia in culture history. In: Pawley, A. (Hrsg.): Man and a Half: essays in Pacific Anthropology and Ethnobiology in honour of Ralph Bulmer. 491-502; Auckland.
- Hanlon, D. (1989): Micronesia: Writing and Rewriting the History of a Non-entity. Pacific Studies, 12 (1): 1-21; Laie.
- Hanlon, D. (1998): Rethinking Micronesia; Honolulu (University of Hawai'i Press).
- Hanlon, D. (1999): Magellan's Chroniclers? American Anthropology's History in Micronesia. In: Kiste, R. & Marshall, M. (Hrsg.): American Anthropology in Micronesia. 53-79; Honolulu (University of Hawai'i Press).
- Kahn, J. & Kirch, P.V. (2011): Monumentality and the materialization of ideology in Central Eastern Polynesia. Archaeology in Oceania, **46**: 93-104; Canberra.
- KASCHKO, M.W. (1998): Fortified hilltops, black pottery, and early settlement in Palau. Paper presented at the 63rd Meeting of the Society for American Archaeology; Seattle, Washington.
- Keate, G. (1788): An Account of the Pelew-Islands, situated in the western part of the Pacific Ocean, composed from Journals and communications of Captain Herny Wilson, and some of his officers, who, in August 1783 were there ship-wreked in the Antelope, a packet belonging to the honourable East India Company. Second edition; London.
- Kesolei, K. (1977): Restrictions to freedom of inquiry: Palauan strains. In: Workshop on the Role of Anthropology in Contemporary Micronesia, Koror, Palau.
- Kirch, P.V. (1997): The Lapita peoples: ancestors of the oceanic world. The Peoples of South-East Asia and the Pacific; Oxford (Blackwell Publishers Ltd.).
- KIRCH, P.V. (2000): On the Road of the Winds: An Archaeological History of the Pacific Islands before European Contact; Berkeley (University of California Press).
- Kolb, M.J., Cordy, R., Earle, T., Feinman, G., Graves, M.W., Hastorf, C.A., Hodder, I., Miksic, J.N., Price, B.J., Trigger, B.G. & Valeri, V. (1994): Monumentality and the Rise of Religious Authority in Precontact Hawai'i [and Comments and Reply]. Current Anthropology, 35 (5): 521-547.
- KÜHLEM, A., BORK, H.-R., HARTL-REITER, C., TELLEI, J., VOGT, B. & MIETH, A. (2021): The Monumental Landscape Transformation of the Island of Babeldaob (Republic of Palau) 3D-

- Documentation and Geoarchaeological Investigations. Journal of Global Archaeology, **2021**: (im Druck); Bonn.
- LISTON, J. (1999): Archaeological Data Recovery for the Compact Road, Babeldaob Island, Republic of Palau. Historic Preservation Investigations, Phase II. Volume V: Lab Analyses, Syntheses, Recommendations; Honolulu (International Archaeological Research Institute)
- LISTON, J. (2005): An Assessment of Radiocarbon Dates from Palau, Western Micronesia. Radiocarbon, 47 (2): 295-354.
- LISTON, J. (2009): Cultural chronology of earthworks in Palau, western Micronesia. Archaeology in Oceania, 44 (2): 56-73; Canberra.
- LISTON, J. (2013): Sociopolitical Development and a Monumental Earthwork Landscape on Babeldaob Island, Palau. A thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy of the Australian National University; Canberra (Australian National University Press).
- LISTON, J. (2014): Ritual Use of Palau's Monumental Earthworks and Leadership Strategies. Global Studies in Archaeology, **20**: 101-128; Canberra.
- LISTON, J., KASCHKO, M.W. & WELCH, D.J. (1998a): Archaeological inventory survey for the capital relocation project, 12 Melekeok, Republic of Palau; Honolulu (International Archaeological Research Institute).
- LISTON, J., MANGIERI, T.M., GRANT, D., KASCHKO, M.W. & TUGGLE. H.D. (1998b): Archaeological Data Recovery for the Compact Road, Babeldaob Island, Republic of Palau. Historic Preservation Investigations Phase II. Volume I: Fieldwork Reports; Honolulu (International Archaeological Research Institute).
- LISTON, J., MANGIERI, T.M., GRANT, D., KASCHKO, M.W. & TUGGLE. H.D. (1998c): Archaeological data recovery for the compact road, Babeldaob Island, Republic of Palau. Historic Preservation Investigations Phase II. Volume II: Fieldwork Reports; Honolulu (International Archaeological Research Institute).
- LISTON, J. & MIKO, M. (2011): Oral Traditions and Archaeology of Palau's Earthworks. Terra Australis, 35: 181-204; Canberra.
- LISTON, J. & TUGGLE, H.D. (1998): The terraces of Palau: New information on function and age. In: 63rd Meeting of the Society for American Archaeology. 25-29; Seattle, Washington.
- LISTON, J. & TUGGLE, H.D. (2006): Prehistoric warfare in Palau. In: ARKUSH, E. & ALLEN, M.W. (Hrsg.): The Archaeology of Warfare: Prehistories of Raiding and Conquest. 148-183; Gainesville (University Press of Florida).
- Lucking, L.J. (1981): An Archaeological Investigation of Prehistoric Palauan Terraces. PhD dissertation, University of Minnesota; Minneapolis.
- LUCKING, L. J. & PARMENTIER, R.J. (1990): Terraces and Traditions of Uluang: Ethnographic and Archaeological Perspectives on a Prehistoric Belauan Site. Micronesica Supplement, 2: 125-136; Hagåtña.
- Martinsson-Wallin, H. (1994): Ahu The Ceremonial Stone Structures of Easter Island. AUN 19; Upsala (Societas Archaeologica Upsaliensis).
- MASSE, W.B. (1989): The Archaeology and Ecology of Fishing in the Belau Islands, Micronesia. Ph. D. dissertation, Southern Illinois University at Carbondale; Illinois.
- MASSE, W.B., SNYDER, D. & GUMERMAN, G. (1984): Prehistoric and Historic Settlement in the Palau Islands, Micronesia. New Zealand Journal of Archaeology, 6: 107-127; Dunedin.
- MORGAN, W.N. (1988): Prehistoric Architecture in Micronesia; Austin (University of Texas Press).
- Nero, K.L. (1987): A cherechar a lokelii: Beads of history of Koror, Palau, 1783-1983 (Doctoral dissertation, University of California, Berkeley); Berkeley.
- NETTING, R. (1993): Smallholders, Householders. Farm families and the Ecology of Intensive, Sustainable Agriculture; Palo Alto (Stanford University Press).
- OSBORNE, D. (1966): The Archaeology of the Palau Islands. An Intensive Survey; Honolulu (Bishop Museum Press).

- Osbourne, D. (1979): Archaeological Test Excavations in the Palau Islands, 1968-69. Micronesica Supplement, 1; Hagåtña.
- Pawley, M. (2004): The Austronesian dispersal: languages, technologies and people. In: Bellwood, P. & Renfrew, C. (Hrsg.): Examining the farming/language dispersal hypothesis. 251-273; Cambridge (McDonald Institute for Archaeological Research).
- PHEAR, S. (2004): The Monumental Earthworks of Palau, Micronesia: A Landscape Perspective. A thesis submitted in total fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy; Canberra (Australian National University Press).
- PHEAR, S., CLARK, G. & ANDERSON, A. (2003): A Radiocarbon Chronology for Palau. In: SAND, C. (Hrsg.): Pacific Archaeology: Assessments and Prospects. Les Cahiers de l'Archéologie en Nouvelle-Calédonie, 5: 241-249; Nouméa.
- Ross, M. (2008): The integrity of the Austronesian language family: from Taiwan to Oceania. In: Sanchez-Mazas, A., Blench, R., Ross, M.D., Peiros I. & Lin. M. (Hrsg.): Past human migrations in East Asia: matching archaeology, linguistics and genetics. 161-181; London & New York (Routledge).
- SCOTT CUMMINGS, L. (1996): Pollen and Phytolith Analysis of Terraces in the Uplands of the Island of Babeldaob, State of Ngaraad, Republic of Palau. The Digital Archaeological Record, doi:10.6067/XCV8BC3XW1
- SPRIGGS, M. (1984): The Lapita cultural complex: origins, distribution, contemporaries and successors. The Journal of Pacific History, 19 (4): 202-223; London.
- Spriggs, M. (2011): Archaeology and the Austronesian expansion: where are we now? Antiquity, 85/328: 510-528; Cambridge.
- Spriggs, M. (2007): The Neolithic and Austronesian expansion within Island Southeast Asia and into the Pacific. In: Chiu, S. & Sand, C. (Hrsg.): From Southeast Asia to the Pacific: archaeological perspectives on the Austronesian expansion and the Lapita Cultural Complex. 104-125; Taipei (Academia Sinica).
- Tellei, J. (2005): Palau Compact Road Archaeological Investigations, Babeldaob Island, Republic of Palau: Phase I: Intensive Archaeological Survey, Volume III: Oral History Documentation; Honolulu (International Archaeological Research Institute, Inc.).
- Tellei, J., Basilius, U. & Rehuher, F. (2005): Palau Compact Road Archaeological Investigations, Babeldaob Island, Republic of Palau: Phase I: Intensive Archaeological Survey, Volume III: Oral History Documentation; Honolulu (International Archaeological Research Institute, Inc.).
- Thomas, N., Abramson, A., Brady, I., Green, R. C., Sahlins, M., Stephenson, R. A., Valjavec, F. & White, R. G. (1989). The force of ethnology: Origins and significance of the Melanesia/Polynesia division [and comments and replies]. Current Anthropology, **30** (1): 27-41; Chicago.
- TUGGLE, H.D. (2011): Ngaraard ridgeline field report. In: TUGGLE, H.D., MANGIERI, T.M. & LISTON, J. (Hrsg.): Archaeological Monitoring and Emergency Data Recovery for the Compact Road, Babeldaob Island, Republic of Palau. Historic Preservation Investigations, Phase III. Volume IX: Planned Data Recovery Field Reports; Honolulu (International Archaeological Research Institute).
- WICKLER, S.K. (2001): The Colonization of Western Micronesia and Early Settlement in Palau.
   In: Lee, G., Stevenson, C. & Morin, F. J. (Hrsg.): Pacific 2000: Proceedings of the Fifth International Conference on Easter Island and the Pacific. 185-196; Easter Island Foundation, Los Osos.
- WICKLER, S.K. (2002): Oral traditions and archeology: modeling village settlement in Palau, Micronesia. Micronesian Journal of the Humanities and Social Sciences, 1 (1-2): 39-47; Albury.
- WICKLER, S.K., WELCH, D.J., TOMONARI-TUGGLE, M.J., LISTON, J. & TUGGLE, H.D. (1998): Intensive Archaeological Survey for the Palau Compact Road, Babeldaob Island, Palau Historic

- Preservation Investigations Phase I. Vol. I. Scope, Background, Results, Excavation, and Recommendations; Honolulu (International Archaeological Research Institute).
- WITTFOGEL, K.A. (1955): Developmental aspects of hydraulic societies. In: STEWARD, J.H., ADAMS, R.M., COLLIER, D. & PALERM, A. (Hrsg.): Irrigation Civilizations: A Comparative Study. Social Sciences Monographs, I: 43-53; Washington D.C.
- ZOBEL, E. (2002): The position of Chamorro and Palauan in the Austronesian family tree: Evidence from verb morphosyntax. In: WOUK, F. & Ross, M. (Hrsg.): The history and typology of western Austronesian voice systems. 405-434; Canberra (Australian National University Press).

#### Internetquellen:

(https://www.cbd.int/countires/profile/?country=pw), Zugriff am 22.07.2021 (http://palau.chm-cbd.net/reports/fact-sheets), Zugriff am 22.07.2021

Dr. Annette Kühlem korrespondierende Autorin E-Mail: akuehlem@ecology.uni-kiel.de Dr. Andreas Mieth E-Mail: amieth@ecology.uni-kiel.de Prof. Dr. Hans-Rudolf Bork, E-Mail: hrbork@ecology.uni-kiel.de Institut für Ökosystemforschung Christian-Albrechts-Universität zu Kiel 24098 Kiel

Manuskripteingang: 26. Juli 2021

# Bericht über den Nassauischen Verein für Naturkunde (NVN) im Jahr 2020

#### HELMUT ARNOLD

Unser Verein konnte 2020 – trotz Pandemie – mit einem überaus qualifizierten, aber reduziertem Programm, mit leider sinkender Mitgliederzahl, aber wieder guter Kassenlage interessante naturkundliche Beiträge liefern.

## Mitglieder

Im Jahr 2020 sind verstorben:

Karl-Heinz Bernhard, \*1927; Mitgl. seit 1962

Hans.-J. Diefenbach, \*1941; Mitgl. seit 2008

Klaus Kistenbrügger, \*1940; Mitgl. seit 2006

Karl-Heinz Leick, \*1932; Mitgl. seit 1972

Carl-Hennig Steinhaus, \*1945; Mitgl. seit 2001

Gisela Völzing, \*1933; Mitgl. seit 1971

Wir werden Ihnen ein ehrendes Andenken bewahren.

Wir begrüßten 2020 diese Neumitglieder:

Frau Dr. Zyganow

Frau und Herr Schönig

Frau Sabine Neugebauer

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

Anzahl am 31.12.2019 278 Mitglieder

Eintritte 4 Austritte 4 verstorben 6

Anzahl am 31.12.2020 272 Mitglieder

Leider gelingt es uns erneut nicht, den altersbedingten Mitgliederrückgang zu kompensieren.

Für ihre <u>langjährige Zugehörigkeit</u> zum NVN wurde besonders den nachstehenden Jubilaren gedankt:

25 Jahre Mitgliedschaft David Dederscheck

Dr. Heiner Heggemann Dr. Marion Hemfler Günter Schulz Dr. Stephen 30 Jahre Mitgliedschaft Uutta von Dziegielewski

Horst Eckstein

Egon Schwab 40 Jahre Mitgliedschaft Hilmar Hefter

Falk Albrecht Schlieker

50 Jahre Mitgliedschaft Erich Kaiser

Erhard Zenker (Ehrenmitglied)

60 Jahre Mitgliedschaft Heinz Kalheber

Dr. Joe-Dietrich Thews

70 Jahre Mitgliedschaft Fa. Dyckerhoff AG

#### Vorstand und Beirat

Dem Vorstand gehörten 2020 weiter an: Dr. H. Arnold (1. Vors.), Dr. W. Ehmke (2. Vors.), Fr. Dr. T. Reinhardt (Kasse), Prof. Dr. B. Toussaint (Schriftleiter), H.-J. Freiling (digitale Mitgliederverwaltung), R. Wandke (EDU) und Dr. M. Weidenfeller (Programm). Beirätinnen/Beiräte waren: Fr. Dr. A. Bimler (Presse), Dr. K. Emde, F. Geller-Grimm (NHS), Fr. Dr. D. Heidelberger, Fr. S. Kridlo (NHS, Fr. Dr. G. Radtke, Fr. W. Stroothenke (EDU) und Dr. T. Willershäuser.

Der Vorstand traf sich fünfmal, davon zweimal mit dem Beirat, in der Regel in der Alten Bibliothek des Museums, wofür auch zu danken ist. Dabei wurde die bisherige Arbeit bewertet, die neuen Programme für Vorträge, Exkursionen, anstehende Publikationen und Projekte beschlossen. Zudem waren neue Mitglieder aufzunehmen und die Kassenentwicklung zu beachten. Unserer Homepage, die erfolgreich von Fr. Dr. E. Mietzsch gestaltet wird, gilt fortwährend unser Interesse und Unterstützung.

#### Publikationen

Seit 2019 werden unsere Publikationen auch bei ZoBoDat publiziert. Es ist die Zoologisch-Botanische Datenbank, eine international ausgerichtete digital organisierte biogeographische Datenbank, einschließlich Analyse-, Dokumentations- und Kommunikationseinrichtungen, mit Sitz am Biologiezentrum des Oberösterreichischen Landesmuseums in Linz.

#### Jahrbuch 141

Wieder gelingt es, nicht nur ein sehr umfangreiches, sondern vor allem ein inhaltlich außerordentlich ansprechendes Jahrbuch vorzulegen. In zehn wissenschaftlichen Abhandlungen berichten Autoren u. a. über das besondere geologische Interesse Goethes bei seinen Besuchen 1814/15 in Wiesbaden/Nassau (Dr. Schade),

die geologischen Grundlagen des Lahnmarmors (Prof. Flick), botanische und zoologische Besonderheiten in ehemaligen nassauischen Regionen (Prof. Wittig, Dr. Ehmke und Dr. Nesemann). Besonderes Interesse verdienen auch die Beiträge über historische Waldnutzung im Taunus (Dr. Stahr) sowie Schlüsseldaten zur Umweltgeschichte von Hessen (Prof. Bork). Schließlich geht S. Hodvina der Frage nach, ob sich bei den Sandberger'schen Pflanzenaquarellen, erstellt Anfang des 19. Jh. und aufbewahrt in der NHS, weitere originale Zeichnungen von C.H. Dörrien, erstellt in der zweiten Hälfte des 19. Jh., befinden könnten.

Die Jahrbücher werden ein Jahr versetzt in ZoBoDat veröffentlicht, um die besonderen Adressaten dieser Publikation, unsere Mitglieder, zu betonen.

Der Schriftentausch erfolgt weiterhin zuverlässig von und mit der Hochschulund Landesbibliothek RheinMain (HSLB). Mittlerweile erhalten ca. 190 nationale und internationale 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 NHS weitergibt.

#### Mitteilungen

Die attraktiven Mitteilungen 72 (September 2020) beziehen sich wieder auf besondere Aktivitäten und Beiträge unseres Vereins sowie auf Personalia, vor allem Ehrungen von Mitgliedern.

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

#### Haushalt

Der Kassenbestand entwickelte sich erfolgreich wie folgt:

Bestand am 31.12.2019 25.104,69 € Bestand am am 31.12.2020 30.061,26 €  $+ 4.956,57 \in$ 

Nach den Unterlagen der Buchhaltung ergeben sich für 2020:

 Einnahmen
 26.956,61 €

 Ausgaben
 - 22.003,04 €

 Bestandsveränderung
 + 4.956,57 €

Die Ausgaben für Anschaffungen, Unterstützung der NHS/EDU, Veranstaltungen und Druckkosten für Jahrbuch und Mitteilungen konnten mehr als ausgeglichen werden. Neben den Mitgliedsbeiträgen und erheblichen Spenden bilden die Buch- und DVD-Verkaufserlöse den großen Teil der Einnahmen.

Den persönlichen Spendern und dem Kulturamt Wiesbaden sei besonders für ihre Unterstützung gedankt. Unsere finanzielle Vereinssituation ist derzeit sehr zufriedenstellend.

#### Veranstaltungen 2020

2020 waren insgesamt 10 Vorträge sowie 6 Exkursionen bzw. Führungen vorbereitet. Das Programm, die Vorträge und Exkursionen wurden in Kooperation mit den Naturhistorischen Sammlungen ausgearbeitet und – sofern möglich – durchgeführt. Die Wiesbadener Vorträge wurden im Vortragssaal des Museums Wiesbaden gehalten und wurden teilweise von den "Freunden des Museums" unterstützt.

#### Vorträge 2020

- 14. Jan. **Ameisen: Von Sklavenräubern und Puppenspielern** Prof. Dr. Susanne Foitzik, Univ. Mainz
- 11. Feb. Die frühesten Federarbeiten Brasiliens und Guyanas im Nationalmuseum Kopenhagen Dr. Andreas Schlothauer, Schwabsted
- 10. Mrz. Rund ums Ries: Flora und Geologie einer alten Kulturlandschaft Dr. Günther Kunzmann, Gunzenhausen
- 14. Apr. Ausgeflattert? Vom Wert der Schmetterlinge Prof. Dr. Josef H. Reichholf, Neuötting (pandemiebedingt ausgefallen)
- 12. Mai Tragödien der Vergangenheit Umweltkatastrophen prägen mitteleuropäische Landschaften

Prof. Dr. Hans-Rudolf Bork, Univ. Kiel (pandemiebedingt verschoben auf April 2022)

9. Jun. Globaler Klimawandel im Industriezeitalter. Phänomene, Ursachen und Folgerungen

Prof. Dr. Christian Schönwiese, Frankfurt a. M. (pandemiebedingt verschoben auf 12.10.2021)

- 8. Sep. Blick in die Vergangenheit: Was Jahresringe von Bäumen verraten Dr. Thorsten Westphal, Mannheim
- 13. Okt. Kamtschatka Eine zoologische Reise in Russlands Fernen Osten Malte Seehausen, Wiesbaden

## 10. Nov. Panguna: Biodiversitäts-Hotspot im peruanischen Amazonasgebiet

Prof. h.c. Dr. Juliane Koepcke-Diller, Zoologische Staatssammlungen München

(in Kooperation mit den Freunden des Museums Wiesbaden) (pandemiebedingt verschoben auf 9.11.2021)

#### 8. Dez. Die Äskulapnatter: Wie leben Schlangen im Taunus?

Dr. Lukas Hartmann, Idstein (pandemiebedingt verschoben auf 2021)

#### Exkursionen 2020

Wieder hatten wir diese interessanten Exkursionen vorbereitet und teilweise auch durchgeführt:

## 28. Mrz. "Runter von der Couch – raus zu den Frühjahrsblühern im Park!" – eine botanische Exkursion in das Aaukammtal in Wiesbaden

Dr. Wolfgang Ehmke, Taunusstein (pandemiebedingt ausgefallen)

## ab April "Botanik 4U" – Botanische Bestimmungsübungen für Anfänger/ innen mit Smartphone/Tablet und Natur-App

Termine nach Absprache

Dr. Wolfgang Ehmke, Taunusstein (pandemiebedingt ausgefallen)

## 23./24. Geologie, Geomorphologie und Botanik im Hochschwarzwald

Mai (Präg, Weidberge, Besucherbergwerk "Finstergrund" Wieden, Menzenschwand)

Gemeinsame Exkursion des Nassauischen Vereins für Naturkunde und der Rheinischen Naturforschenden Gesellschaft

Führung Prof. Dr. Werner Konold, Univ. Freiburg i. Brsg. (pandemiebedingt ausgefallen und auf 2021 verschoben)

#### 20. Jun. Die Wiesbaden-Formation und die Mosbach-Sande im Dyckerhoff-Steinbruch in Wiesbaden

Dr. Jan Bohatý, Wiesbaden

## 11. Jul. Landschaftsökologie im Raum Assmannshausen

Dr. Kurt Emde, Wiesbaden, gemeinsam mit der Bürgerstiftung "Unser Land! Rheingau und Taunus"

(pandemiebedingt auf Juli 2021 verschoben)

## 19. Aug. Thermalquellenführung Wiesbaden

Dr. Geog Mittelbach, Taunusstein

#### Vereinsgrillen

Das am 15. August 2020 geplante Treffen der Vereinsmitglieder musste entfallen, da alle vom Forstamt zu genehmigenden Veranstaltungen untersagt wurden.

#### Naturkundetag 2020

Der Naturkundetag des NVN am 27. Juni 2020 befasste sich mit Landschaftsökologie und Nutzungsgeschichte des Hochtaunus. Tagungsort war erneut die Familienferienstätte Dorfweil. Nach der Begrüßung stellte Dr. W. Ehmke die Flora des Taunus, Dr. R. Dambeck die früheren Landnutzungen und Wirtschaft im Taunus vor. Dr. Ulrich Jansen informierte über die Geologie des Hochtaunus.

Nach der Mittagspause folgte eine sehr interessante geobotanische Exkursion unter der Leitung unseres geschätzten Dr. Ehmke, begleitet von dem Schmetterlingskenner Alfred Westenberger, die uns z. B. zum NSG "Reifenberger Wiesen" führte.

#### Natur unter der Lupe/Naturpädagogik

Dieser Workshop für Kinder von 8–12 Jahren zu Themen aus Geologie, Mineralogie und Biologie wird seit 2015 vom Nassauischen Verein für Naturkunde (Herr Wandke und Frau Stroothenke) in Zusammenarbeit mit den Naturhistorischen Sammlungen und der Museumspädagogik des Museums (EDU) veranstaltet. Er fand jeweils sonntags von 10:30 bis 13:00 Uhr in den Räumen der Museumspädagogik und als Exkursion statt. Der Eintritt war frei; die Materialkosten betrugen in der Regel € 5,00.

Die Workshops 2020 sollten sich u. a. mit optischen Täuschungen, Frühjahrsblühern und Vögeln sowie funden im Dyckerhoff-Steinbruch befassen. Die in der Regel ausgebuchten Kurse mussten pandemiebedingt leider zumeist ausfallen.

#### Infotafeln zu den Steinen an der Museumsnordseite

Nach längerem Bemühen, u. a. war ein Gestattungsvertrag mit der Stadt Wiesbaden als Grundeigentümerin abzuschließen, konnten im März 2020 endlich die Infotafeln zu den fünf Steinen an der Nordseite des Museums angebracht werden. Die Eigentumsrechte an den Steinen (Stadt oder Land) sind leider immer noch ungeklärt.

## Öffentlichkeitsarbeit

Die Öffentlichkeit und die Mitglieder informieren wir insgesamt und aktuell direkt via E-Mail und über unsere Homepage (www.naturkunde-online.de), mit

halbjährlichen gedruckten Programmen sowie über spezielle Veranstaltungshinweise und Pressemitteilungen zu unseren Vorträgen und Exkursionen. Unsere Jahrbücher und Sonderbände sowie bei Bedarf auch die Mitteilungen verkaufen wir, sie können direkt bei uns bestellt werden.

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

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

Unsere Veranstaltungen werden zudem im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Museums Wiesbaden, des Umweltamtes der Stadt Wiesbaden (Öko-Termine) und der Bürgerstiftung "Unser Land! Rheingau und Untertaunus" bekannt gegeben und liegen in der Regel im Rathaus, in der Stadtinfo und in der Hochschul- und Landesbibliothek aus.

Die wichtigste, öffentlich wirksame Werbung ist aber immer noch die persönliche, werbende Ansprache!

#### Naturhistorische Sammlungen

Unser Verein hat die historische wie aktuelle und komplexe Aufgabe, die Naturhistorischen Sammlungen des Museums Wiesbaden (NHS) zu unterstützen. Hierzu wurde u. a. auch 2020 wieder, zusammen mit den "Freunden des Museums", die Haltung von acht Bienenvölkern auf dem Museumsdach gefördert. Der Honig kann im Eingangsbereich des Museums erworben werden.

Sofern möglich, fördern wir mit Anschaffungen in der Naturpädagogik und wirken bei der EDU mit.

Vereinsmitglieder begleiten und unterstützen die Naturhistorischen Sammlungen, vor allem auch im Ehrenamt.

Mein herzlicher Dank gilt allen, die an der Verwirklichung unseres Jahresprogramms 2020 mitgewirkt haben.

Dr. Helmut Arnold, 1. September 2021

#### Jahrbücher des NVN, Bd. 141 (2020)

1 Abb.

Jb. nass. Ver. Naturkde., 141: 250 S., 109 Abb., 10 Tab., 2 Anh..; Wiesbaden 2020 ISSN 0368-1254, Softcover, 15 x 12 cm, Ladenpreis 12,00 €



Der im vergangenen Jahr erschienene Band 141 des Jahrbuchs beinhaltet wiederum ein breites naturkundliches Themenspektrum, das sich in zehn Beiträgen widerspiegelt, wobei ein Schwerpunkt auf der Botanik liegt: Prof. Dr. R. Wittig berichtet über die charakteristische Pflanzengesellschaft schattenloser Bahnsteige im Taunus und ihre bezeichnenden Arten, Dr. W. Енмке informiert über ein artenreiches Rekultivierungsgelände bei Taunusstein und Dr. H. F. NESEMANN lenkt den Blick auf aktuelle Funde von Rot- und Braunalgen in Fließgewässern des Rhein-Main-Gebietes. Zwei Beiträge gehen auf die Stechimmenfauna ein: Dr. U. Frommer leitet aus der Bestandsentwicklung und Veränderungen der Stechimmenfauna der letzten 25 Jahre Anzeichen des Klimawandels ab und St. TISCHENDORF kommt zum Schluss, dass die Blutbiene Sphecodes pseudofasciatus ein Blutparasit der Schmalbiene Lasioglossum glabriusculum ist. Zwei weitere Beiträge haben einen geowissenschaftlichen Hintergrund: Dr. H. Schade berichtet über Goethes Kur in den Jahren 1814/1815 in Wiesbaden und sein Interesse für Geologie, Mineralogie und eine Mineraliensammlung und PROF. DR. H. FLICK

über den Lahnmarmor und seine geologischen Grundlagen. Auch die Beiträge von Dr. A. Stahr über die historische Waldnutzung im Taunus am Beispiel der Köhlerei, von Prof. Dr. H.-R. Bork über Schlüsseldaten zur Umweltgeschichte von Hessen seit der Spätantiken Kleinen Eiszeit bis zur gegenwärtigen COVID-19-Pandemie und von S. Hodvina zu den Pflanzenaquarellen des Johann Philipp Sandberger, des Vaters der berühmten Geologen-Brüder Fridolin und Guido Sandberger, fanden und finden sicherlich das Interesse der Leser und Leserinnen.

Wer Genaueres über die genannten Beiträge und auch über die Beiträge in früheren Bänden des Jahrbuchs erfahren möchte, kann sich diese neben anderen Publikationen des Vereins auf der Homepage des Nassauischen Vereins für Naturkunde (www.naturkunde-online.de) kostenlos herunterladen. Außerdem werden seit 2019 unsere Publikationen auch bei ZoBoDat publiziert. Es ist die Zoologisch-Botanische Datenbank, eine international ausgerichtete digital organisierte biogeographische Datenbank mit Sitz am Biologiezentrum des Oberösterreichischen Landesmuseums in Linz (https://www.zobodat.at). Schließlich sind die im Laufe der Vereinsgeschichte seit 1842 (Jahrbuch ab 1844) bis heute herausgegebenen Publikationen als PDF-Dateien als Gesamtausgabe auf einer DVD enthalten, die beim Verein kostenpflichtig bestellt werden kann. Bei Versand betragen die Kosten für Vereinsmitglieder derzeit € 11,50, für Nichtmitglieder €16,50 pro DVD, zuzüglich € 3,50 Versandkosten.

## SCHMIDT, P. A. & HECKER, U. (2020): Die wildwachsenden und kultivierten Laub- und Nadelgehölze Mitteleuropas. Beschreibung – Herkunft – Verwendung

1 Abb.

680 S., 1168 farbige Abb.; Wiebelsheim (Quelle & Meyer) ISBN 978-3-494-01800-3, gebunden, 14,8 x 21 cm, Ladenpreis 39,95 €



Genau 100 Jahre nach Erscheinen der ersten Auflage von Fitschens "Gehölzflora", dem Standardwerk der Gehölzbestimmung, im Jahr 1920 haben zwei der aktuellen Hauptbearbeiter Ende vergangenen Jahres ein weiteres Werk zu den Gehölzen herausgegeben. Peter A. Schmidt und Ulrich Hecker stellen in ihrem umfangreichen, 680 Seiten umfassenden Buch mehr als 1000 Bäume, Sträucher, Lianen, Zwerg- und Halbsträucher vor, die in Mitteleuropa einheimisch oder eingeführt sind.

Angelegt ist es als vertiefendes Nachschlagewerk, nicht als Bestimmungsbuch. Die Gehölze werden innerhalb der beiden großen Gruppen der Nacktund Bedecktsamer nach Gattungen sortiert. Diese praktische und gut handhabbare Aufteilung erlaubt eine

schnelle Orientierung. Für Gattungen und die häufigsten Arten werden Erkennungsmerkmale, Systematik, Verbreitung und Lebensraum beschrieben und es wird auf ihre biologisch-ökologische Eigenschaften eingegangen, wie Standortansprüche, Frosthärte oder Toleranz gegenüber städtischen Umweltfaktoren.

Abgerundet wird die Darstellung dadurch, dass die Autoren ausführlich auf Herkunft und Bedeutung der Pflanzennamen eingehen, auf Besonderheiten in der Biologie der Gehölze sowie auf ihre Verwendung, z. B. als Heilmittel oder Bonsaigehölz. Gerade diese interessanten Informationen tragen dazu bei, den Lesern die Pflanze näher zu bringen und sie im Gedächtnis zu bewahren.

In verkürzter Form behandelt werden weitere Arten, Hybriden sowie Sorten, insbesondere, wenn sie auffällig abweichend und häufig gepflanzt sind. Listen im Anhang geben einen schnellen Überblick zu Gefährdungs- und Schutzstatus, Nutzung als Wildobst oder Heil- bzw. Giftwirkung. Ein kurzes Kapitel ist Pflanzen-

sammlern und Dendrologen gewidmet, die sich um Erforschung und Einführung von Gehölzen verdient gemacht haben und in knapper Form vorgestellt werden.

Benennung und Systematik folgen der aktuellen "Fitschen-Gehölzflora", die die taxonomischen Neuerungen aufgreift, welche die Überarbeitung der Nomenklatur sowie Änderung von Familien- und Gattungs-Charakteristiken notwendig machten.

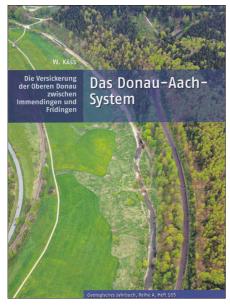
Obgleich das Bestimmen nicht im Fokus steht, ermöglichen die 1168 Fotos ein Wiedererkennen und Zuordnen der Pflanzen. Dieses Buch ist eine ergiebige und fundierte Quelle, die zum Nachschlagen und Stöbern einlädt und Anregungen gibt zur vertiefenden Beschäftigung mit einzelnen Themen oder zum weiteren Erkunden der Pflanzen im Gelände. Es ist allen zu empfehlen, die sich für Gehölze interessieren.

Gabriele Knepper

## Käss, W. (2021): Das Donau-Aach-System: Die Versickerung der Oberen Donau zwischen Immendingen und Fridingen (Südwestdeutscher Jurakarst)

1 Abb.

Geol. Jb., A 165: 270 S., 138 Abb., 14 Tab., 2 Anlg., 7 Taf.; Hannover ISBN 978-3-510-96862-68, Hardcover, 21 x 28 cm, Ladenpreis 39,90 € Verlag Schweizerbart, Stuttgart



Aachquelle zugutekommende Wasserverluste der Donau zwischen Immendingen und Tuttlingen sind seit langem bekannt. Da zwischen den ehemaligen Ländern Baden und Württemberg die Grenze unglücklicherweise so verlief, dass auf badischem Gebiet die Donauversickerung und die Aachquelle lagen und auf württembergischer Seite eine wasserarme Donau floss, kam es zwischen ihnen ab dem beginnenden 19. Jh. wegen der Nutzung der Wasserkraft zum Streit. Für die rechtliche Behandlung des Streits wurden Fachleute verschiedener Wissenszweige eingeschaltet. Sie sollten klären, ob und in welchem Umfang versickerndes Donauwasser zur Aachquelle strömt und auch andere Karst-

wasseraustritte betroffen sind. Letztlich ist durch diese Aktivitäten das Donau-Aach-Gebiet zu einem einzigartigen hydrogeologischen Forschungsobjekt geworden.

Über die in einem Zeitraum von 130 Jahren durchgeführten Forschungen möchte dieses Buch informieren. Der Focus liegt dabei auf der Durchführung von Karstwassermarkierungen und deren Auswertung in einer geohydraulischen Gesamtschau.

Das erste von sechs Kapiteln (S. 11-17) begründet die Zielsetzung dieses Buches, fasst die Flussgeschichte der Donau seit dem Obermiozän zusammen und führt kurz in die Umstände der Erforschung des Donau-Aach-Gebietes ein.

Im Hinblick auf den Buchtitel wird eigentlich nicht erwartet, dass der Autor im zweiten Kapitel (S. 19-57) so ausführlich den erstmals von 1705 dokumentierten Streit um das Donauwasser darstellt. Umfänglich werden auch die ab 1897 gemachten zahlreichen Vorschläge zur technischen Lösung des Streits thematisiert, die erst nach 1945 realisiert wurden wie insbesondere Bau eines im Jahr 1972 in Betrieb gegangenen 1,8 km langen Umleitungsstollens an den schon vorher abgedichteten Versickerungsstellen vorbei.

Das dritte Kapitel (S. 59-129) informiert über den oberirdischen Karstformenschatz und Karsthöhlen des Betrachtungsgebietes sowie über die Aachquelle und ihre Schüttung. Aufschlussreich ist die Gegenüberstellung der Beschaffenheit des Wassers der Donau, der Aachquelle und anderer natürlicher und künstlicher Karstwasseraufschlüsse einerseits und die Dokumentation der Ergebnisse isotopen-hydrogeologischer Untersuchungen andererseits. Ausführlich werden die aus den Messdaten gewonnenen Erkenntnisse diskutiert wie u. a. Abgrenzung und Größe des unterirdischen Einzugsgebietes der Aachquelle, die Größenordnung der Karstwasserneubildung aus Niederschlägen und Zumischung von aus oberirdischen Gewässern versickerndem Wasser, die jährliche Hohlraumvergrößerung im verkarsteten Malm infolge Kalklösung und die geohydraulischen Gegebenheiten.

Das vierte Kapitel (S. 131-199) ist signifikant für das Buch und für den Autor ohne Zweifel das wichtigste. Ihm kommt es darauf an, die 41 zwischen 1869 und 2001 im Donau-Aach-Gebiet durchgeführten Markierungsversuche, an denen er z. T. federführend selbst beteiligt war, zu dokumentieren, sie hinsichtlich ihrer Aussagekraft einzuordnen und sie ggf. neu zu bewerten sowie auf den großen Aufwand und deren vorausgehende sorgfältige Planung aufmerksam zu machen. 18 unterschiedliche Tracer kamen bei den Markierungen zum Einsatz, wobei der Fluoreszenzfarbstoff Uranin bei weitem überwog.

Das fünfte Kapitel (S. 201-207) präsentiert in einer Tabelle die wegen unterschiedlicher meteorologischer Versuchsbedingungen stärker streuenden mittleren Abstandsgeschwindigkeiten, die aus den Ergebnissen der im vorausgehenden Kapitel vorgestellten Markierungsversuche abgeleitet wurden. Große Bedeutung kommt den Abb. 136 und 137 zu, in denen eine Bilanz der Zu- und Abflüsse modellhaft für das Donau-Aach-Gebiet dargestellt wird.

Im abschließenden sechsten Kapitel (S. 209-225) sind 280 Literaturstellen genannt. Es folgen die Anlagen 1 und 2 (S. 227-249) mit der Auflistung hydrometeorologischer Daten im gewässerkundlichen Jahr 1945 und der Aufstellung der Vollversickerungstage der Donau im Zeitraum 1884–2019. Die Tafeln I bis VII schließlich beinhalten neben geologischen Profilen und einer geologischen Übersichtskarte auch einen Karstwassergleichenplan für den Malm-Aquifer (leider ohne Datum) und eine Karte mit den Stellen, in die anlässlich der 41 Markierungsversuche Tracer eingespeist wurden, und den nachgewiesenen pauschalen Fließwegen.

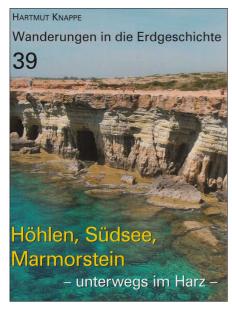
Das Buch von Werner Käss ist nicht nur für Geowissenschaftler hochinteressant. Trotz der vielen Informationen ist es auch für naturwissenschaftlich interessierte Laien verständlich geschrieben und enthält zahlreiche gut erklärende Abbildungen. Es ist seinen Preis wert und wird daher zum Kauf sehr empfohlen.

Benedikt Toussaint

## KNAPPE, H. (2021): Höhlen, Südsee, Marmorstein unterwegs im Harz

1 Abb.

Wanderungen in die Erdgeschichte, 39: 160 S., 377 farb. u. 12 s/w Abb., 3 topogr. Übersichtskarten; München (Pfeil) ISBN 978-3-510-89937-210-6, Paperback, 24 x 17 cm, Ladenpreis 25,00 €



Der Band 39 der Reihe "Wanderungen in die Erdgeschichte" ist der dritte Band zur Geologie des Harzes. Obwohl der Autor einen munteren und lockeren Schreibstil pflegt, geht es ihm um die "Übersetzung" wissenschaftlich basierten und faktenreichen Detailwissens für Nichtfachleute. Der Titel des Bandes könnte etwas weniger irritierend auch umformuliert werden z. B. in "Die Verkarstung der jungpaläozoischen Karbonatgesteine des Harzes", der im Devon und Unterkarbon noch Teil des Großkontinents Gondwana im Bereich des Äquators mit seinem tropischen Klima lag. Der Gipskarst am Südrand des Harzes findet keine besondere Aufmerksamkeit.

Im Zentrum dieses Naturführers

stehen die aus dem jüngeren Erdaltertum stammenden Riffe und deren geologischer Werdegang, für den Autor eine erste umfassende Gesamtdarstellung, seitdem sich Landeskunde, Forschung und Industrie des Harzer Kalksteins angenommen haben. Unter Verweis auf die ersten beiden Bände zur Geologie des Harzes (Band 28 und Bd. 34, jeweils in 2017 erschienen) geht Kap. 1 "Harzgesteine vom Meeresgrund" äußerst knapp auf das Gesteinsinventar, die variszische Gebirgsbildung, die anschließende Einrumpfung und die ab Ende der Kreidezeit beginnende Heraushebung dieses heutigen Mittelgebirges ein.

Kap. 2, überschrieben mit "Ausflug zum Korallenriff", befasst sich mit den Karbonatgesteinen vornehmlich der geologischen Einheit des Elbingroder-Komplexes. Ein Teil der Kalksteine ist zwar leicht metamorph überprägt, aus geologisch-mineralogischer Sicht handelt es sich aber nicht um Marmor, sondern um gut bearbeitbare Gesteine, die Verwendung fanden und finden für Mauerwerkverkleidungen, Bildhauerarbeiten u. a. m. Der Autor beschreibt verschiedene Riffvorkommen, ihren Abbau in Steinbrüchen, die unterschiedlichen, von den klimatischen Verhältnissen und Meeresspiegelschwankungen abhängigen

Biozönosen in den Lagunen und in den untermeerischen Vulkanbauten aufgesetzten Riffkörpern sowie die handwerkliche und industrielle Verwertung der Kalksteine. Da am Aufbau der Riffe vor allem Korallen beteiligt waren, werden diese Lebensgemeinschaften detailliert dargestellt, aber auch andere Riffbildner wie Schwämme und Bryozoen und ebenso weitere Mitbewohner in den Lagunen wie Ammoniten, Schnecken und Muscheln.

Der Titel "Eiszeit am Äquator" des Kap. 3 mag Verwunderung auslösen, aber es gab sie und hatte plattentektonische Ursachen. Ähnlich wie im gut erforschten Pleistozän auf der Nordhalbkugel kam es vor allem ab dem Karbon (bis ins Perm) auch fern ab der damaligen Lage des Harzes durch die Speicherung von Wasser in Gletschern und Eisschilden periodisch zu einer globalen Absenkung des Meeresspiegels. Temperaturstürze und Trockenfallen der Flachmeerbereiche führten zu einem weitgehenden Zusammenbruch mariner Ökosysteme. Der Fokus dieses Kapitels liegt aber auf der Verkarstung der Kalksteine, die im Devon und Unterkarbon immer dann einsetzte, wenn die Landoberfläche über Meeresniveau lag und Regenwasser oder oberirdische Gewässer versickerten. Die unterirdische Verkarstung lässt sich anhand der von der Oberfläche in Höhlen eingespülten Fossilien oder durch damals in der Unterwasserwelt lebende Organismen analysieren und zeitlich fixieren. Typische Karstlandschaften werden vorgestellt.

In Kap. 4, überschrieben mit "Kalkstein mit Dampfbad", geht es erneut um die Verkarstung der Karbonatgesteine des Harzes, die allerdings jünger ist, nämlich hauptsächlich im Tertiär stattfand und durch Thermalwässer oder hydrothermale Lösungen ausgelöst wurde. Diese stiegen aus großer Tiefe auf sich während der Hebung des Harzes sich öffnenden Spalten auf. Dabei kam es auch zur Ausfällung von wunderschönen Kristallen und zur Bildung von Erzgängen.

Kap. 5 mit dem Titel "Auftritt einer Trachtengruppe" befasst sich mit Kristallen, hauptsächlich mit Calcit und dessen unterschiedlichen Ausbildungen und Farben. Zahlreiche Fotos spiegeln die verschiedenen Calcit-Kristalle wider.

Kap. 6 ist dem touristischen Aspekt gewidmet, der Titel "Licht im Höhlendunkel" weckt Interesse an den begehbaren unterirdischen Karstformen. Es werden ausgewählte Karsthöhlen vorgestellt und ihre Entstehung sowie alles, was man in ihnen vorfindet, beschrieben. Es geht um Höhlenschmuck, in den Höhlen lebende Tiere wie insbesondere Fledermäuse, um Skelettreste von zahlreichen Säugetierarten und um Artefakte.

Kap. 7 beinhaltet insbesondere ein Literaturverzeichnis, das abschließende Kap. 8 versteht sich als eine Dokumentation von wichtigen, in großmaßstäblichen topographischen Karten dargestellten Tagebauaufschlüssen.

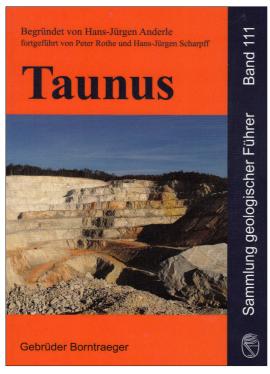
Der Autor macht in seinem empfehlenswerten, reich bebilderten Naturführer Werbung für eine wunderschöne Fachdisziplin. Ihm ist es gelungen, komplizierte, z. T. auch neue wissenschaftliche Sachverhalte verständlich aufzubereiten, wovon auch Nicht-Geologen profitieren.

Benedikt Toussaint

## P. Rothe & H.-J. Scharpff, begründet von † H.-J. Anderle (2021): Taunus. Geologische Entwicklung und Struktur. Exkursionen in ein deutsches Mittelgebirge

1 Abb.

Sammlung geol. Führer, 111: VIII, 306 S., 93 Abb., 11 Tab., 1 geol. Kte.; ISBN 978-3-443-15101-0, Softcover, 14 x 20 cm, Ladenpreis 29,90 € Verlag Borntraeger, Stuttgart



Die vom Verlag Borntraeger herausgegebene Reihe Sammlung geologischer Führer ist mit einer weiteren deutschen Landschaft, dem Taunus, erweitert worden. Für den vorliegenden Band 111 konnte der Verlag bereits zur Jahrtausendwende Hans-Jürgen Anderle, Landesgeologe im damaligen Hessischen Landesamt für Bodenforschung, gewinnen, seinerzeit der beste Kenner der äußerst komplizierten Geologie dieses Mittelgebirges am Südostrand des Rhenoherzynikums. Anderle starb jedoch im Januar 2012 völlig überraschend. Zwei ehemalige Kommilitonen aus der gemeinsamen Zeit in Frankfurt, Prof. Dr. P. Rothe und Dr. H.-J. Scharpff, waren bereit,

das umfangreiche Manuskript von Anderle systematisch aufzubereiten. Während seine Aufschlussbeschreibungen überwiegend ohne weitere Änderungen für den Druck des geologischen Taunusführers übernommen werden konnten, nahm das Autorenteam eine Feingliederung der Texte der vorausgehenden Kapitel vor. Trotzdem stellt das von Rothe und Scharpff redigierte Buch über die Geologie des Taunus das unverfälschte Konzept von Anderle mit dem Stand Januar 2012 dar, es enthält aber auch kleinere Beiträge von anderen Autoren.

Das Buch beginnt mit einer Einführung in die Geographie des Taunus mit dem Schwerpunkt geomorphologische Formungsprozesse (Kap. 1) und einem kurzen Überblick über die Erforschungsgeschichte (Kap.2).

Kapitel 3 vermittelt einen ausführlichen Einblick in die äußerst komplizierte Geologie des Taunus, die Gliederung folgt der Abfolge tektonischer Großeinheiten. Die Autoren informieren zunächst über die paläographische Entwicklung und die variskische Deformation und Metamorphose in den tektono-stratigraphischen Großeinheiten Vordertaunus, Taunuskamm, Hintertaunus und Lahntaunus. Anschließend folgt die ausführliche Beschreibung der Stratigraphie dieser Großeinheiten, die um die aus geographischer Sicht ebenfalls noch zum Taunus gehörenden Lindener Mark und Gießen-Decke ergänzt werden. Das älteste Gestein des Taunus ist der Bierstadt-Phyllit in der Vordertaunus-Einheit, der in das tiefere Ordovizium datiert wird. Auch der jüngeren geologischen Geschichte des Taunus mit seinen tertiären Sedimenten und Vulkaniten und einer ausgeprägten Bruchschollentektonik wird Rechnung getragen. Größeren Raum nimmt auch die hydrothermale Mineralisation ein, die in mehreren Phasen vorgekommen ist, schon prävariskisch und auch rezent. Informationen über die Böden im Taunus und über die Hydrogeologie schließen dieses Kapitel ab.

Kapitel 3 ist fachlich überaus anspruchsvoll und auf dem neuesten wissenschaftlichen Stand. Da es aber auch mit vielen sehr spezifischen Termini gespickt ist, hätte man sich zusätzliche Erläuterungen für interessierte Laien gewünscht. Andererseits tragen viele Übersichts- und Detailkarten, Profilschnitte und Tabellen zum Verständnis bei.

Mit 141 Seiten ist Kapitel 4 das umfangreichste dieses geologischen Führers. Exkursionen zu 172 markanten Aufschlüssen, die im Detail beschrieben und teilweise durch Fotos dokumentiert werden, machen die Geologie des Taunus erlebbar. Sie sind den zuvor genannten tektonischen Großeinheiten zugeordnet und in einer großmaßstäblichen, mit der GK 300 Hessen hinterlegten Fundpunktkarte mit einigen typischen geologischen Profilen dokumentiert. Für das Meter-genaue Auffinden der Aufschlüsse im Gelände werden die UTM-Koordinaten angegeben.

Die komplizierte Geologie des Taunus macht ein umfangreiches Literaturverzeichnis erforderlich, 676 Literaturquellen sind angegeben. 80-mal ist Anderle gelistet, davon 42-mal als alleiniger Autor und 28-mal als federführender Co-Autor, Ergebnisse einer mehr als 45-jährigen Geländearbeit.

Der Band schließt mit einem hochdifferenzierten Sach- und Ortsverzeichnis ab, was die Leser sicherlich zu würdigen wissen.

Das sehr empfehlenswerte, weil fachlich anspruchsvolle, fundiert geschriebene und informative Fachbuch über die Geologie des Taunus, speziell über die Geologie des Paläozoikums, schließt eine große Lücke in der Sammlung geologischer Führer. Es wird nicht nur von "gelernten" Geologen geschätzt werden, auch naturkundlich interessierte Laien werden ihre Freude daran haben. H.-J. Anderle, auf dessen exzellenten Kenntnissen über die Geologie des Taunus dieser Führer basiert, hätte zu Lebzeiten seine Freude an dieser sehr gelungenen Publikation gehabt.

Benedikt Toussaint

## Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (Hrsg.); Red.: BECKER, R. & REICHMANN, TH. (2021): Geologie von Hessen

1 Abb.

XVI, 706 S., 300 Abb, 42 Tab., 2 Taf.; Stuttgart (Schweizerbart) ISBN 978-3-510-65442-0, gebunden, 18 x 25 cm, Ladenpreis 79,90 €



Lange erwartet erschien das mehr als 700 Seiten umfassende Buch Geologie von Hessen im Juni 2021. Unter der Koordination des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) als Herausgeber haben 40 ausgewiesene Experten, davon 29 aktive oder ehemalige Mitarbeiter dieser technisch-wissenschaftlichen Umweltbehörde, neueste Forschungsergebnisse zu diesem Buch beigetragen. Dieses Werk realisiert erstmals eine zusammenfassende Darstellung der Geologie von Hessen. Eine wesentliche Zielsetzung war es, der breiten Öffentlichkeit die Aufgabenschwerpunkte des staatlichen Geologischen Dienstes näher zu bringen, der in Hessen in unterschiedlicher Ausprägung seit 1853 existiert.

Im ersten von 14 Kapiteln wird dem Leser die Geschichte der geologischen Erforschung von Hessen erläutert, außerdem werden einige verdienstvolle hessische Geologen vorgestellt.

In Kap. 2 liegt der Fokus auf der summarischen Beschreibung der 11 geologischen Strukturräume Hessens, die ganz eigene Naturräume wie z. B. das Rheinische Schiefergebirge oder den Oberrheingraben prägen. Dieses Kapitel ist als Einführung oder Überleitung in die nachfolgenden Hauptkapitel 3, 4 und 5 zu verstehen (S. 17-461), in denen anhand der geologischen Entwicklungsgeschichte die geologischen Einheiten des Landes detailliert vorgestellt werden.

In Kap. 3 wird basierend auf dem etablierten geotektonischen Weltbild der Wanderung von Kontinentalplatten und den damit zusammenhängenden mehrfachen Gebirgsbildungsprozessen zunächst ein Überblick über die geologische Entwicklung Mitteleuropas im Paläozoikum gegeben. Die hessischen Grundgebirgsanteile stammen im Wesentlichen aus dem Zeitraum Ordovizium bis Unterkarbon, im Bergsträßer Odenwald liegen auch ältere Gebirgsanteile an der Erdoberfläche. Die im Rheinischen Schiefergebirge stattgefundenen variskischen Gebirgsbildungsprozesse werden eingehend erläutert. Anschließend nimmt die Beschreibung der paläogeographischen Entwicklung, des Gesteinsbestandes und der tektonischen Verhältnisse der großen geologisch-tektonischen Struktureinheiten des Paläozoikums wie Taunus, Lahn-Dillmulde, Kellerwald und nordöstliches Rheinisches Schiefergebirge einen erheblichen Raum ein. Im Hinblick auf die Lahn-Dillmulde und den Kellerwald muss für Teilbereiche nach neuesten Erkenntnissen die bisherige Lehrmeinung einer Schuppentektonik durch die Vorstellung einer Deckentektonik ersetzt werden, wie sie schon länger für die Gießen-Decke akzeptiert wird. Abschließend werden paläozoische Aufbrüche wie das Richelsdorfer Gebirge sowie die Kristallinkomplexe des Odenwaldes und Spessarts angesprochen, außerdem werden Gebiete beschrieben, in denen Gesteine des Rotliegend und des Zechsteins anstehen.

In Kap. 4, das sich mit dem Mesozoikum befasst, nimmt die Beschreibung der Paläogeographie und der lithostratigraphischen Gliederung des in Hessen weit verbreiteten Buntsandsteins breiten Raum ein. Dagegen ist der Muschelkalk hierzulande vorwiegend in tektonischen Gräben oder Mulden zu finden. Noch weniger Bedeutung haben Ablagerungen des Keuper und des Jura, die weitgehend auf Störungszonen beschränkt sind. Kreideablagerungen sind lediglich als umgelagerte Relikte aus der Oberkreide erhalten. Nur kurz angesprochen werden auch einige kretazische Vulkanite im Umfeld des nördlichen Oberrheingrabens.

Kap. 5 widmet sich dem nächsten großen Themenblock, dem Känozoikum. Beginnend mit einem Überblick über die geologischen und paläogeographischen Verhältnisse im Tertiär werden zunächst die Sedimentgesteine und ihr Fossilbestand im Mainzer Becken, im nördlichen Oberrheingraben und in vielen anderen Regionen Hessens ausführlich beschrieben. Das Tertiär ist auch in Form von Vulkaniten überliefert, insbesondere im Westerwald, im Vogelsberg, in der Rhön und in nördlichen Landesteilen. Ihr Alter, ihr Chemismus und die Entwicklung des tertiären Vulkanismus werden diskutiert. Die letzten rd. 2,6 Mio. Jahre des Känozoikums beziehen sich auf das Quartär mit seinen Kalt- und Warmzeiten. Der Fokus liegt auf der detaillierten Beschreibung und Gliederung der fluviatilen Ablagerungen insbesondere des Rheins und Mains mit ihren z. T. weltbekannten Säuger-Fossilien, aber auch äolische Sedimente, Ablagerungen in Seen und Mooren, periglaziale Bildungen, Tephra und fossile Böden werden angesprochen.

Im Gegensatz zu den vorangehenden Kap. 3 bis 5, in denen auf hohem wissenschaftlichen Niveau der neueste geowissenschaftliche Kenntnisstand insbesondere bzgl. Paläozoikum präsentiert wird, hat der Rezensent den Eindruck, dass den nachfolgenden Kap. 6 bis 14 eher eine Beiback-Rolle zugedacht ist. Dieser Eindruck sollte eigentlich nicht entstehen, denn diese Kapitel befassen sich mit Teilbereichen der Geologie, die sich an wichtigen Fragestellungen der Praxis orientieren. Abgesehen von Kap. 7, das über archäologische Funde in Hessen infor-

miert und keinen unmittelbaren Bezug zur Geologie erkennen lässt, gewähren diese Kapitel Einblick in die ebenfalls im HLNUG angesiedelten und für die Daseinsfürsorge bedeutungsvollen Aufgabenfelder der angewandten Geologie.

Kap. 6 beschäftigt sich mit den Grundzügen der Bodenbildung. Die in den sechs großen Bodenlandschaften Hessens unterschiedenen 19 Bodeneinheiten werden näher beschrieben. In Kap. 8 werden Rohstoffe angesprochen, die in Hessen gewonnen wurden oder werden, wie insbesondere Kalisalz. In Kap. 9 wird die Geothermie thematisiert und wegen der hohen geothermischen Tiefenstufe im Oberrheingraben auf das Potential einer umweltfreundlichen Stromgewinnung hingewiesen. Eine große Rolle spielt die Hydrogeologie, in Kap. 10 wird vorrangig über die Grundwasserverhältnisse in 25 hydrogeologischen Teilräumen informiert und auch über Mineral- und Thermalwässer. Kap. 11 ist dem Fachgebiet Geophysik vorbehalten, speziell dem Hessischen Landeserdbebendienst. In Kap. 12 wird die Ingenieurgeologie vorgestellt, die sich dem technischen Hochwasserschutz, der Überwachung von Talsperren und Deichen widmet sowie auch das Auftreten von Erdfällen und Hangrutschungen im Blick hat. Kap. 13 befasst sich mit der Bewertung von Altlasten, vorrangig geht es um die mögliche Vermeidung von Grundwasserschäden. Das letzte Kap. 14 informiert über die Erfassung von Geotopen und deren Schutz.

Auch die Paläontologie ist ein Spezialgebiet der Geologie, ein eigenständiges Kapitel ist aber nicht vorgesehen. Pflanzliche und tierische Fossilien sind in die Kap. 3 bis 5 integriert und werden insbesondere immer dann angesprochen und teilweise auch auf Fotos präsentiert, wenn aus ihrem Vorkommen Aussagen zum Paläoklima, zu den damaligen geographischen Verhältnissen und den Umständen der Ablagerung von Sedimenten gemacht werden können.

Das Buch endet mit einem sehr umfangreichen, ca. 1990 Quellen umfassenden Literaturverzeichnis, einem Orts- und einem Sachwortverzeichnis.

Die Geologie von Hessen kostet im Buchhandelt rd. 80 €. Das Werk ist seinen Preis wert, denn es ist reich illustriert, die Abbildungen sind aussagekräftig und technisch hervorragend gemacht und die Vermittlung geowissenschaftlicher (Er-) Kenntnisse ist gut gelungen; das gilt insbesondere für die Hauptkapitel 3 bis 5. Eine gute Idee sind auch die grau unterlegten Boxen mit weitergehenden Informationen. Allerdings vermisst der Rezensent eine geologische Übersichtskarte, die Platz finden könnte in einer Einschubtasche, als Ergänzung zu den vielen kleinmaßstäblichen Karten.

Die von Wissenschaftlern geschriebenen Texte wurden von den beiden Redakteuren so aufbereitet und didaktisch so gut aufgebaut, dass sie auch für interessierte Laien verständlich sind; allerdings könnten die vielen Fachtermini als störend empfungen werden. Dieses Standardwerk der Geologie in Hessen ist nicht nur unentbehrlich für Geowissenschaftler an Hochschulen oder in Fachbehörden, sondern wird auch Fachleuten in Ingenieur- und Planungsbüros sehr empfohlen.

Benedikt Toussaint