

Autoren der Beiträge:

Gerlach, Tobias
Krohne, Georg
Mahsberg, Dieter
Meidhof, Helmuth
Pohl, Felix
Reißenweber, Uwe
Schaller, Hubert
Schulz, Ulrike
Wenger, Klaus

Kritische Durchsicht: Dr. Gisela Krohne, Dr. Dieter Mahsberg

Redaktion: Naturwissenschaftlicher Verein Würzburg e.V.

Schriftleitung: Dr. Ursula Rdest

Umschlaggestaltung: Dr. Dieter Mahsberg, Sonja Köhler

Umschlagbild: Aquarell von Prof. Dr. G. Kneitz 2017

Auflage 300

ISSN 0547 - 9770

Gedruckt in Deutschland / printed in Germany



Druck: Printzipia Würzburg

Gedruckt auf 100 Gramm Circlesilk aus 100% Altpapier

ausgezeichnet mit dem EU Eco-Label und FSC zertifiziert

Die Autoren haben die geltenden Natur-, Arten- und Tierschutzgesetze berücksichtigt. Biotop-Pflege und Artenschutzmaßnahmen wurden mit den zuständigen Naturschutz-Behörden abgesprochen und genehmigt.

Inhalt

	Seite
Impressum	1
Inhalt	2 - 3
Vorwort des 1. Vorsitzenden	4 - 6
Nekrologe	
Nachruf auf Prof. em. Dr. Gerhard Kneitz	7 - 14
Erinnerung an Dr. Elmar Ullrich	15
Erinnerung an Frau Rosemarie Nützel	16
Würdigung des Vereinsmitglieds	
Frau Prof. Dr. Maria Ehrenberg zum 101. Geburtstag	17 - 18
Beiträge	
ULRIKE SCHULZ (NWV Würzburg)	
Der Klimawandel wird unsere Wälder verändern	19 - 39
UWE REIßENWEBER (Castell), FELIX POHL (Uni Würzburg)	
Unser Wald in Not aber nicht ohne Hoffnung	40 - 48
TOBIAS GERLACH (Oberelsbach)	
Die Reviervögel in bayerischen Prozessschutzgebieten des UNESCO-Biosphärenreservats Röhn	49 - 71

GEORG KROHNE, (NWV Würzburg)	
Der Star	72 - 102
HELMUTH MEIDHOF (Großostheim)	
Das Trommeln des Buntspechtes - eine Erklärung mit Hilfe der Schwingungstheorie	103 - 134
KLAUS WENGER (NWV Würzburg)	
Erstnachweis einer Mückenfledermaus auf Würzburger Stadtgebiet	135 - 141
HUBERT SCHALLER (NWV Würzburg)	
Trittsteinkonzept für Blumenwiesen	142 - 152
DIETER MAHSBERG (NWV Würzburg)	
Jean-Henri Fabre - Erinnerungen eines Insektenforschers	153 - 161
Aufnahmeantrag	163

Vorwort

Liebe Mitglieder des Naturwissenschaftlichen Vereins Würzburg,
liebe Leserinnen und Leser,

Band 54 der NWV-Abhandlungen erscheint in einer Zeit, in der wir durch die Corona-Pandemie Gesundheit als besonderes Gut wahrnehmen und im Alltag vielen Einschränkungen unterliegen. Kontaktreduktionen als effektive Infektionsschutzmaßnahme verändern u.a. auch das Vereinsleben, weshalb der NWV derzeit keine Präsenzveranstaltungen anbieten kann. Umso mehr freut es uns, Ihnen mit vorliegendem Band als „Überbrückungshilfe“ wieder eine thematisch breit angelegte Lektüre vorlegen zu können.

Wir durchbrechen diesmal die Tradition, Nachrufe ans Ende der Abhandlungen zu stellen und beginnen mit meiner persönlichen Würdigung unseres 2020 verstorbenen Ehrenvorsitzenden Prof. em. Dr. Gerhard Kneitz, der das Vereinsleben ein halbes Jahrhundert lang maßgeblich geprägt hat. Ohne ihn gäbe es den NWV heute möglicherweise nicht mehr. Auch der 2019 verstorbene Dr. Elmar Ullrich war nicht nur langjähriges, sondern auch sehr aktives NWV-Mitglied. Als sachkundiger und humorvoller Leiter vieler Exkursionen bleibt uns „Lehrer Ullrich“ in bester Erinnerung. Eine regelmäßige Teilnehmerin an Vorträgen und Exkursionen des NWV war Frau Rosemarie Nützel, die 2020 verstarb. Sie drückte ihre Verbundenheit mit unserem Verein durch eine großzügige testamentarische Verfügung aus, die Handlungsspielraum für die Umsetzung satzungskonformer Ideen ermöglicht.

Ehret die Toten, aber vergesst nicht die Lebenden – und wenn ein Mitglied wie Frau Prof. Dr. Maria Ehrenberg dann sogar den 101. Geburtstag feiern kann, ist dies einer besonderen Ehrung und unserer Glückwünsche wert!

Die ersten beiden Fachartikel von Band 54 befassen sich mit einem Thema, das uns immer wieder beschäftigen wird: dem Klimawandel. Gerade in Unterfranken beeinflusst er deutlich sichtbar auch die Struktur unserer Wälder. Ulrike Schulz stellt am Beispiel des Würzburger Ringparks Baumarten

nicht-heimischer Herkunft vor, die mögliche Kandidaten für eine zukünftige klimatolerante Waldgesellschaft sein können. Auch der Beitrag von Uwe Reißenweber lässt uns nicht mit dem „Waldsterben“ allein. Seine Eckpunkte zum Waldumbau – demonstriert am Casteller Forst – liefern Denkanstöße für einen zukunftsfähigen Waldumbau.

Drei weitere Artikel sind der Ornithologie gewidmet. Tobias Gerlach berichtet über Reviervogelkartierungen in 20 Prozessschutzgebieten im UNESCO-Biosphärenreservat Rhön und liefert damit die Grundlage für ein Langzeitmonitoring der Avifauna unter dem Aspekt natürlicher Waldentwicklung.

Wie geduldige und genaue Naturbeobachtung zu einem umfassenden Artportrait führen kann, demonstriert Georg Krohne am Beispiel des Stars, dem er in Würzburg und auf Helgoland gefolgt ist. Dass Vogelkunde und Physik durchaus miteinander vereinbar sind und in ihrer Synthese ungeahnte Einblicke in tierisches Verhalten ergeben, zeigen die schwingungstheoretischen Erläuterungen von Helmuth Meidhof zum Trommeln des Buntspechts.

Wer glaubt, dass man in Europa keine neue Säugetierart mehr beschreiben kann, wird durch den Beitrag von Klaus Wenger zur Mückenfledermaus eines Besseren belehrt. Und wenn der Autor „die Neue“ dann auch noch für das Würzburger Stadtgebiet nachweisen kann, ist dies mehr als eine Randnotiz wert und ein Beitrag zur Biodiversität urbaner Lebensräume.

Wie konsequent durchgeführte strukturelle Maßnahmen aus einem Maisacker eine vielfältige Blumenwiese entstehen lassen, zeigt Hubert Schaller am Beispiel eines im Dürrbachtal umgesetzten Trittstein-Konzepts. Besondere Profiteure dieser ökologischen Maßnahmen sind Insekten.

Sie faszinierten auch den französischen Entomologen Jean-Henri Fabre. Eine Besprechung zu Band IX der Neuauflage seiner „Souvenirs entomologiques“ bringt uns diesen berühmten Insektenforscher und sein lesenswertes Lebenswerk näher.

Im Namen der Vorstandschaft, besonders auch unserer Schriftleiterin Frau Dr. Ursula Rdest, wünsche ich allen mit Abhandlungsband 54 eine kurzweilige und anregende Lektüre! Scheuen Sie sich nicht, geeignete Manuskripte bei uns einzureichen!

Für den Vorstand des NWV Würzburg e. V.

Dr. Dieter Mahsberg

Nachruf auf Prof. em. Dr. Gerhard Kneitz

22. Juni 1934 - 2. März 2020

Es war im Wintersemester 1972/73 an der Universität Würzburg, nachzulesen in meinem Studienbuch (einem Relikt aus analogen Zeiten): Tierbestimmungsübungen im Kurssaal der „alten Zoologie“, Ecke Koellikerstraße/Röntgenring. „Zoologisches Institut“ steht zwar noch und wohl für immer über dem Haupteingang in Buntsandstein gemeißelt, aber das Gebäude wird längst von anderen Fakultäten genutzt, nachdem die drei Zoologie-Lehrstühle 1991 ins Biozentrum auf dem Hubland-Campus umgezogen waren. Die Tierbestimmungs-übungen fanden unter Federführung des 2013 verstorbenen renommierten Schlupfwespen-Taxonomen Klaus Horstmann statt, der sich den Kurs zu den heimischen Tiergruppen mit dem damaligen Assistenten Gerhard Kneitz teilte. Dieser war uns sofort sympathisch, denn auch dank seiner eher legeren Kleidung und der langen Haarsträhne, die er dauernd aus der Stirn schieben musste, stand er im Kontrast zu manchen – keineswegs allen! - seiner meist im weißen Labormantel sehr würdig und unnahbar erscheinenden Fakultätskolleginnen und -kollegen. In Rückblick auf mein Lehramtsstudium der Biologie und Chemie muss ich zugeben, dass ich kein regelmäßiger Besucher von Vorlesungen war. Ich widmete mich lieber dem Getier und den Pflanzen in und um Würzburg, was oft verlockender war als ein Hörsaalbesuch.

Eine große Ausnahme waren Veranstaltungen mit besagtem Herrn Kneitz. Er stand schon eine ganze Zeit vor Beginn der Übungseinführung im Kurssaal und entwarf sein Tafelbild, das am Ende fünf große aufklappbare Flächen einnahm. Mit weißer Kreide vorab nur leicht angedeutet, wurden die Skizzen dann parallel zum Redetext ergänzt, wichtige Merkmale wurden mit Farbkreide hervorgehoben oder vergrößert herausgezeichnet. Allem konnte man gut und im Mitschreibetempo folgen, denn Kneitzens angenehme Stimme mit der leicht nordfränkischen Einfärbung klang nie hastig, war frei von Versprechern und gewährte dem Publikum immer wieder eine Pause – was heute bei Powerpoint-Präsentationen oft vergessen wird. Vielleicht sind auch das Gründe, warum mir der akademische Lehrer Kneitz so gut im Gedächtnis blieb.

Zwei weitere Höhepunkte in meinem Studium seien noch erwähnt, die auch mit seinem Namen zusammenhängen. Kneitz hatte sehr früh erkannt, wie wichtig der Boden unter unseren Füßen ist, weshalb er eine Vorlesung „Einführung in die Bodenbiologie“ anbot. Den wenigen, die sich um die Mittagszeit in den Seminarraum unter dem Dach des Instituts begeben hatten, machte er in Wort und Tafelbild einprägsam wie immer die komplexen Zusammenhänge in Bodenökosystemen klar. Und dann war da noch das Sommersemester 1973, für das eine Exkursion ins Donaudelta nach Rumänien angekündigt war. Eigentlich für höhere Semester mit Großpraktikumserfahrung gedacht, bewarb ich mich trotzdem – und durfte mit Kneitz auf dem Boot durch die Schilfgürtel mit schwimmenden Inseln fahren sowie Auwälder und Trockendünen durchstreifen. Ich sehe noch die Trupps fliegender Rosapelikane vor mir, die vielen morgens unter den Laternen liegenden Kolbenwasserkäfer oder erinnere mich an die jetzt seltene Wassernuss, die große Flächen der Altwasserarme bedeckte. Schon damals war es Kneitz sehr wichtig, Natur als Ganzes zu verstehen und sich für die Erhaltung der Vielfalt einzusetzen. Er war besorgt über den zunehmenden Raubbau und mahnte nachhaltigen Umgang mit den natürlichen Ressourcen an. Fast zwanzig Jahre später wurde das Donaudelta zum Biosphärenreservat und schließlich 1993 zum Weltnaturerbe erklärt.

Nochmals engeren Kontakt hatten wir kurz vor der Berufung von Kneitz nach Bonn, als er mich als „Hiwi“ einstellte. Er koordinierte eine Arteninventarisierung im Umkreis der Baustelle des unterfränkischen Kernkraftwerks Grafenrheinfeld, das 1981, trotz großer Widerstände, in Betrieb ging. In Folge des von der Bundesregierung beschlossenen Atomausstiegs wurde das Kraftwerk 2015 letztlich abgeschaltet, was den greisen Umweltschützer Kneitz mit großer Genugtuung erfüllte, hatte er sich doch immer kritisch zur Nutzung der Kernenergie und ihren negativen Auswirkungen auf Mensch und Natur geäußert.

Wie so oft sind es wenige prägende Erlebnisse in jungen Jahren, die den Lebensweg eines Menschen in bestimmte Bahnen lenken. So auch bei Kneitz, der seine Geschichte in einem Interview mit dem Verfasser darlegte (MAHSBERG 2018). Bei Kneitz, der am 22. Juni 1934 in Aschaffenburg als Sohn eines

Eisenbahningenieurs geboren wurde, waren gemeinsame Ausflüge – meist in den Spessart und in die Rhön - mit den wanderfreudigen Eltern und dem älteren Bruder Herrmann besonders prägend. Dessen ornithologische Kenntnisse faszinierten den Jüngeren und ließen ihn schließlich selbst zum Artenkenner werden, weit über die Vogelwelt hinaus. Mit dem Umzug der Familie in die Stadt Würzburg im Jahre 1942 entdeckte der Schüler Gerhard neben der Lebensvielfalt in den Ringparkanlagen das Fränkische Museum für Naturkunde im Südflügel der Residenz, das er bei jeder Gelegenheit besuchte (MAHSBERG UND KNEITZ 2018). Dort waren in 40 Räumen tausende Exponate heimischer und nicht-heimischer fossiler und rezenter Tiere, Pflanzen und Pilze ausgestellt. Auch die Geologie, die Geschichte und Nutzung des unterfränkischen Natur- und Kulturrums wurde einem breiten Publikum vermittelt – es muss für die Region eine Art „Würzburger Senckenberg“ gewesen sein. Als das Museum in der Bombennacht des 16. März 1945 weitgehend ausbrannte und nur wenige Exponate gerettet werden konnten, war es Gerhard Kneitz, der immer wieder an dieses Museum und seine wichtige Funktion für den Wissenstransfer und die Umweltbildung erinnerte. Sein Plädoyer für ein neues Naturkundemuseum in Würzburg ist bis heute Vision geblieben, deren Realisierung – in welcher Form auch immer – auf der Agenda bleiben sollte. Kneitz war mit dem Fränkischen Museum für Naturkunde noch auf andere Weise verknüpft. Es wurde 1919 vom Naturwissenschaftlichen Verein Würzburg e.V. gegründet, dem Kneitz in jungen Jahren beitrug, dann Schriftführer wurde und 50 Jahre lang – von 1967 bis 2017– erster Vorsitzender war. Er trat als Ehrenvorsitzender ab und übergab sein Amt dem Verfasser dieser Zeilen. So schließen sich die Kreise. Kneitz studierte Biologie, Chemie und Erdkunde für das gymnasiale Lehramt, zunächst in München, wo ihn die Vorlesungen der Nobelpreisträger Karl von Frisch, Konrad Lorenz und Adolf Butenandt sehr beeindruckten. Die längste Zeit war er an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg, wo er später unter Anleitung des „Ameisenprofessors“ Karl Gößwald am Institut für Angewandte Zoologie seine Dissertation anfertigte. In seiner Habilitationsschrift befasste er sich mit autökologischen Untersuchungen zum Wärmehaushalt bei Waldameisen. Gößwald war für Kneitz der Doktorvater, unter dem ihm auch

die wissenschaftliche Bedeutung der damals noch jungen Freilandökologie bewusst wurde. Sein größter Mentor aber war nach seinen eigenen Worten Werner Kloft (KNEITZ 2019), der, von Würzburg nach Bonn berufen, dort seit 1965 das neugegründete Institut für Angewandte Zoologie leitete. Dorthin berief Kloft 1974 den soeben habilitierten Kneitz für den Bereich „Ökologie und Umwelt“. Seine Forschungsschwerpunkte lagen im Bereich der Ökologie von Kultur- und Agrarlandschaften und der Stadtökologie. Wälder, Weinberge und das Wattenmeer sowie die Lebensräume von Amphibien interessierten Kneitz besonders, der regelmäßig Exkursionen in die Rhön und auf die Hallig Hooge anbot. Unter seiner Betreuung wurden bis zu seiner Emeritierung 1999 etwa 220 Staatsexamens- und Diplomarbeiten sowie 34 Doktorarbeiten angefertigt. Rückblickend lässt sich feststellen, dass viele der Absolventinnen und Absolventen der „Kneitzschen Schule“ selbst zu geschätzten Lehrerinnen und Lehrern wurden oder wichtige Positionen im Umwelt- und Naturschutz einnahmen. Dies zeigte sich auch bei einem Treffen seiner „Ehemaligen“ aus Anlass der 9. UN-Konferenz zur biologischen Vielfalt 2008 in Bonn.

Neben dem Wissenschaftler und akademischen Lehrer war Kneitz auch verbandspolitisch äußerst engagiert und gestaltete in diesen Ämtern den Umwelt- und Naturschutz in Deutschland maßgeblich mit. Hier konnte er sein enormes Fachwissen, verbunden mit tiefster Leidenschaft für die Natur, einem Pionierdenken und seiner Begeisterungsfähigkeit besonders produktiv umsetzen. Hierfür wurde er neben anderen Ehrungen mit dem Bundesverdienstkreuz am Bande und Erster Ordnung ausgezeichnet. Seit ihrer Gründung 1973 bis ins Jahr 1991 war Kneitz Vorsitzender der Kreisgruppe Würzburg des Bund Naturschutz in Bayern e.V. (BN). Zusammen mit Hubert Weinzierl, Hubert Weiger und anderen engagierten Persönlichkeiten war er 1975 in Marktheidenfeld Mitgründer des BUND Deutschland. Er selbst beschrieb dies als Meilenstein in der Geschichte der Naturschutzbewegung in Deutschland, die seitdem klassischen Naturschutz mit dem Umweltschutzgedanken verknüpft. Im BUND stand Kneitz 1980 dem Arbeitskreis Naturschutz und von 1983 bis 2007 dem Wissenschaftlichen Beirat vor. Das umfangreiche ehrenamtliche Engagement des Verstorbenen, seine Tätigkeiten und Ehrungen würdigt KLAUS ISBERNER (2021),

Bildungsreferent der Kreisgruppe Würzburg des BN. Wie viele andere war er Gerhard Kneitz auch wegen dessen warmherziger, offener Art sehr verbunden.

Enoch zu Guttenberg, ehemaliger Beiratsvorsitzender des BUND, sagte über seinen Kollegen Kneitz: ... „Einer der anständigsten Menschen, die mir je begegnet sind. Er weiß immer, wovon er redet und ist frei von jeder Ideologie. ...“ (ZU GUTTENBERG 2007). Dies bewies Kneitz auch 1986 als örtlicher Organisator des 1. Deutschen Umwelttags mit Ökomesse in Würzburg, der unter dem Motto stand: „Ja zum Leben - Mut zum Handeln“.

1986 begann auch ein Projekt, für das sich Kneitz bis ins hohe Alter einsetzte: die Erhaltung des schwarzköpfigen Rhönschafs, einer alten Nutztierasse. Unter der Obhut des Schäfers Josef Kolb hat sich der Grundstock von ehemals 40 Tieren auf inzwischen 600 Schafe erweitert. Ein erst vor kurzem enthüllter Gedenkstein am Rhöner BN-Schafstall in Ginolfs/Oberelsbach erinnert an Kneitz, den „Retter der Rhönschafe“ (NATUR + UMWELT 2021). Zusammenfassend hat Kneitz maßgeblich daran mitgewirkt, den überwiegend nachsorgenden traditionellen Naturschutz in Deutschland in eine zukunftsfähige, vorsorgende Form umzugestalten (SPINDLER 2021).

Auf die Frage nach seinen Zukunftsplänen antwortete KNEITZ (2007) einmal: „Ich möchte wieder mehr in das Künstlerische einsteigen und in meinem gezeichneten Tagebuch zu verstehen versuchen, was das Leben auf einem Sandkorn im Weltall so verdammt schön und lebenswert macht – und wohin uns die Evolution weiterführt!“ Dies bringt uns den Naturästheten und Künstler Kneitz näher, der immer leere Karteikarten einstecken hatte und darauf seine Eindrücke aus der Natur festhielt – mit „Herz und Verstand und Zeichenstift“ (KNEITZ 2007). Wen wundert's, dass das Rhönschaf eines seiner Lieblingsmotive war? Aber auch sonstiges Getier, Pflanzen und Landschaften füllten Karte um Karte.

Auch Menschen aus dem beruflichen und privaten Umfeld konnte Kneitz mit wenigen Strichen treffend skizzieren, dies oft humorvoll und mit unverhohlenem Augenzwinkern. So kamen letztlich 40 000 Karteikartenzeichnungen zusammen, die im heimischen Remlingen auf ihre Auswertung warten. Dort lebt Ingeborg Kneitz, die Witwe des Verstorbenen. Als starke Frau

im Hintergrund zog sie die fünf gemeinsamen Kinder meist alleine groß, denn sie sah ihren Mann oft nur am Wochenende, der jahrelang mit seinem R4 zwischen Würzburg und der Uni Bonn hin und her pendelte. Als er später auf den Zug umstieg, nutzte er die gewonnene Zeit zum Arbeiten - und Zeichnen. Diese Würdigung des 1999 emeritierten und im März 2020 verstorbenen Gerhard Kneitz begann mit einer persönlichen Erinnerung des Verfassers, der inzwischen auch im Ruhestand ist, aber noch den einen oder anderen Lehrauftrag durchführen darf, aktuell für die Tierbestimmungsübungen im vierten Semester Biologie. So schließt sich wieder ein Kreis - nur: wegen der Corona-Pandemie findet dieser Kurs 2021 schon zum zweiten Mal „online“ statt, ohne persönlichen Lehrer-Schüler-Kontakt, ohne „echte Tiere“, sogar die Exkursionen verlaufen auf virtuellen Pfaden.

Was hätte Gerhard Kneitz wohl dazu gesagt? Er wäre sicher nicht begeistert gewesen, hätte sich deswegen aber nicht darüber ereifert oder gar aufgeregt. Vermutlich hätte er mit schalkhaftem Lächeln trocken angemerkt: „Öfter mal was Neues“ - und vielleicht ein unbemaltes Karteikärtchen herausgezogen.

Danksagung

Ich danke Frau Ingeborg Kneitz sowie Dr. Stephan Kneitz und Eva-Maria Stenke für hilfreiche Informationen sowie für die Bereitstellung von Bildmaterial aus dem Archiv des Verstorbenen.

Eine erste Fassung dieses Nachrufs erschien in „ZOOLOGIE, Mitteilungen d. Dtsch. Zool. Ges. 2020, 87-91“. Ich danke dem Herausgeber Herrn Prof. Dr. A. Steinbrecht für die Erlaubnis, meinen angepasst hier wiederverwenden zu dürfen.

Dr. Dieter Mahsberg

Quellen

ISBERNER, K. (2021) Zum Tode von Prof. Dr. Gerhard Kneitz – ein persönlicher Nachruf von Klaus Isberner. - Netz, Herbst/Winter 2020/21, 6-13.

KNEITZ, G. (2007) Mit Herz und Verstand und Zeichenstift. Der Wissenschaftliche Beirat des BUND 1975-2006. - BUND e. V. Berlin, 19-21.

KNEITZ, G. (2019) Nachruf auf Werner J. Kloft. 17. Juni 1925 – 29. September 2018.

- ZOOLOGIE, Mitteilungen d. Dtsch. Zool. Ges. 2019, 83-86.

MAHSBERG, D. (2018) 50 Jahre Vorstand – Fragen an Prof. em. Dr. Gerhard Kneitz, 1. Vorsitzender des NWV Würzburg e.V. - Abhandl. d. Naturwiss. Vereins Würzburg Band 52, 8-16.

MAHSBERG, D. UND KNEITZ, G. (2018) The Zoological Study Collection at the Theodor-Boveri-Institute, Biocenter, Julius-Maximilians-University of Würzburg. - In: L.A. Beck (ed.), Zoological Collections of Germany, Natural History Collections, DOI 10.1007/978-3-319-44321-8_57. Springer International Publishing.

NATUR + UMWELT (2021) Gedenkstein für Professor Kneitz. - Natur + Umwelt 1, 21: 48

SPINDLER, E. A. (2021) Naturschutz im Wandel – auch eine Erinnerung an Prof. Dr. Gerhard Kneitz (1934-1920). – Die ökologische Zeitschrift für Hamm, Nr. 5, 33-37.

ZU GUTTENBERG, E. (2007) Personen und Themen schreiben Geschichte. Der Wissenschaftliche Beirat des BUND 1975-2006. - BUND e. V. Berlin, 15-16.



Gerhard Kneitz bei seiner
Ausstellung im Januar 2018. Foto:
D. Mahsberg



Auge in Auge



Rhönschafmutter mit Lämmern



Vogelfreund

**In Erinnerung
an Herrn Dr. Elmar Ullrich
(9.5.1923 – 9.8.2019)**

Nach einem ausgefüllten Leben verstarb Herr Dr. Elmar Ullrich mit 96 Jahren. Er war sein ganzes Leben lang ein naturbegeisterter Mensch mit einem reichen Fachwissen aus den Bereichen der Astronomie, Physik, Mathematik, Geologie und nicht zuletzt der Biologie. Das machte ihn zu einem interessanten Mitglied des NWV, wo er Generationen von jungen Menschen bei Vorträgen und Exkursionen an seinem Wissen teilhaben ließ.



Foto: Bea Ullrich 1997

Seinen ersten Vortrag für den Verein hielt er 1966 über das Thema „Reise durch das Universum“ und ab 1971 leitete er viele lange Wanderungen durch verschiedene Teile seiner geliebten unterfränkischen Heimat, sei es im Gebiet um Hammelburg oder zum Zeubelrieder Moor oder die Wanderung zu den Adonisröschen am Sodenberg. An seinen Ausruf: „So den Berg hätten wir“ können sich sicher alle TeilnehmerInnen noch erinnern. Er war ein stets gut gelaunter, zu Scherzen und Wortspielereien aufgelegter Begleiter und für die Besonderheiten seiner Wanderwege bestens vorbereitet.

Dabei hatte sein Leben nicht nur Sonnenseiten. Mit 19 Jahren wurde er in Russland eingesetzt und geriet in Kriegsgefangenschaft. Mit Tapferkeitsauszeichnungen aus dem Krieg zurückgekehrt, begann er in Würzburg das Lehramtsstudium und unterrichtete dann mit viel Herzblut an seiner Goetheschule, wo er durch seine lockere und humorvolle Art bei seinen SchülerInnen sehr beliebt war, denn innerlich war er immer Kind geblieben. Neben seiner Lehrertätigkeit studierte er Romanistik, Psychologie und Pädagogik und erwarb noch den Dokortitel. Im Ruhestand nach 1988 hatten seine Exkursionen einen festen Platz im Programm des NWV, aber das war ihm nicht genug, er schrieb unablässig Aufsätze und Bücher und schloss mit 80 Jahren auch noch sein Russischstudium ab. Herr Dr. Ullrich war sicher ein großer Gewinn für den NWV und ist schwer zu ersetzen.

Dr. Ursula Rdest und Bea Ullrich

In Erinnerung
an Frau Rosemarie Nützel
(13.01. 1939 – 05.03. 2020)

Nach einer langen, mit viel Geduld ertragenen Krankheit verstarb Frau Rosemarie Nützel im Alter von 81 Jahren. Sie war über viele Jahrzehnte hindurch ein treues Mitglied des NWV. Solange sie konnte, war sie bei allen Vorträgen in der 10. Reihe im Hörsaal der Uni dabei, meldete sich zwar nicht direkt zu Wort, war aber an allen Themen sehr interessiert und hinterfragte das Gehörte sehr gründlich in anschließenden Diskussionen. Sie brachte oft die Fachleute mit ihren nachdenklichen Fragen in Verlegenheit. Auch an etlichen der längeren, vom NWV organisierten Exkursionen (z.B. Helgoland, Oderbruch) nahm sie mit viel Interesse teil.



Von ihrer beruflichen Ausbildung her war Frau Nützel med. technische Assistentin und arbeitete in diesem Beruf viele Jahre am Institut für Pharmakologie der Universität Würzburg. Dort war ihr die Genauigkeit bei wissenschaftlichen Fragen in Fleisch und Blut übergegangen. Als sie in den Ruhestand gehen konnte, waren lange Reisen in alle Ecken der Erde ihre große Leidenschaft. Dabei war es ihr immer ein besonderes Anliegen, in den bereisten Ländern naturwissenschaftliche, speziell botanische Exkursionen buchen zu können. Oft beklagte sie, dass solche Führungen nicht zu bekommen waren, bzw. dass sie selbst, wohlvorbereitet wie sie war, mehr über die typische Flora des entsprechenden Landes wusste als die einheimischen Führer. Ihre Reisen arbeitete sie stets mit Bildern und Beschreibungen in dicken Ordnern auf, die sie gerne an Interessierte auslieh. Frau Nützel war dem NWV sehr verbunden, sie sprach nur von „unserem Verein“, den sie in ihrem Testament großzügig bedachte. Zum Dank ließ der NWV das Emblem des Vereins, die „Eule“, in ihre Grabplatte gravieren. Wer Rosemarie Nützels Grabstätte besuchen möchte, findet diese auf dem Würzburger Hauptfriedhof.

Dr. Ursula Rdest

Würdigung von Frau Prof. Dr. Maria Ehrenberg zum 101. Geburtstag



Der Naturwissenschaftliche Verein hat derzeit ein jüngstes (Jonatan) und auch ein ältestes Mitglied, nämlich Frau Prof. Ehrenberg, die im vergangenen November (2020) bei guter Gesundheit 101 Jahre alt wurde. Seit 1962 ist Frau Prof. Ehrenberg unserem Verein verbunden, hat gleich zu Beginn am 26. Januar 1962 einen Vortrag über „Die innere Uhr der Pflanzen“ für den NWV gehalten.

Sie kam mit Prof. W. Simonis 1961 nach Würzburg und begleitete zunächst den Bau und die Ausstattung des neuen Botanischen Instituts am Dallenberg.

Bei ihrer Forschung hat sich Frau Prof. Ehrenberg vom Gebiet ihrer Promotion, nämlich Reizphysiologie der Pflanzen, in Würzburg den niederen Organismen zugewandt, bevorzugt den Hefen mit Themen der Farbstoff- und der Sporenbildung.

Da es in den sechziger Jahren noch keinen Lehrstuhl für Mikrobiologie in der biologischen Fakultät Würzburg gab, wurde ihr die kommissarische Vertretung der Mikrobiologie übertragen. Zunächst für die Studierenden der Biologie, Anfang der 70er Jahre auch für die Ausbildung der Medizinstudierenden hat

sie Vorlesungen und Praktika der naturwissenschaftlichen Mikrobiologie konzipiert. 1968 wurde sie zur Professorin ernannt.

Am 1. Oktober 1984 ging Frau Prof. Ehrenberg in den Ruhestand.

Der Naturwissenschaftliche Verein ist sehr dankbar für die lange treue Mitgliedschaft von Frau Prof. Ehrenberg, die viele ihrer KollegInnen und Studierenden auf unseren Verein aufmerksam gemacht und sich immer wieder mit interessanten Beiträgen eingebracht hat.

Wir wünschen ihr weitere gute Jahre

Dr. Hans Zellner (ehemaliger Mitarbeiter von Frau Prof. Ehrenberg)

Der Klimawandel wird unsere Wälder verändern

ULRIKE SCHULZ, NWV

Manche Baumarten, die von Forstleuten als „Klimabäume“ für den zukünftigen Anbau diskutiert oder sogar gepflanzt werden, gehören zum Baumbestand des Ringparks.

Einführung:

Heiße und trockene Sommer folgen in immer kürzeren Zeitabständen aufeinander und vielerorts fällt zu wenig Regen, auch in Unterfranken. Für Bäume als langlebige und ortsgebundene Organismen bedeutet das, dass sie die Schäden durch Hitze und Trockenheit im nächsten Jahr nicht ausgleichen können, wenn ihnen dieses auch keine besseren Bedingungen bietet.

So folgte auf den Extremsommer 2018 der ebenfalls sehr ungünstige Sommer 2019. Das Jahr 2020 brachte zwar im Frühjahr reichliche Niederschläge; während des wieder sehr heißen Sommers aber regnete es in Deutschland regional sehr unterschiedlich, Franken litt schon wieder massiv unter Trockenheit.

Die Folgen für die Wälder sind verheerend: Die besonders empfindlichen Fichten sind zum Teil flächenhaft abgestorben; die überlebenden, schwer geschädigt, können sich nicht mehr gegen den Borkenkäfer wehren. Aber auch Baumarten, die bisher als recht robust galten, haben massive Schäden davongetragen. Schon seit 2019 ist die Rotbuche das neue Sorgenkind der Forstwirtschaft. Abgestorbene Exemplare mit aufgeplatzter Rinde findet man überall. Sogar Eichen, Hainbuchen, Vogelkirschen sterben. Dazu kommt, dass Parasiten und Krankheitserreger mit den vorgeschädigten Bäumen ein leichtes Spiel haben: Der Schwammspinner befällt immer mehr Arten. Der Bergahorn stirbt am Rußrindenpilz, die Esche leidet am Triebsterben.

Wie sollen Waldbesitzer und Förster darauf reagieren? Die Klimaforscher erwarten, dass Hitze und Trockenheit im Sommer zukünftig wohl normal sein werden. Dann macht es wenig Sinn, die gleichen Baumarten wie bisher wieder zu pflanzen.

Manche Naturschützer fordern, die Wälder sich selbst zu überlassen. Die durch Absterben von Bäumen freigewordenen Flächen werden sich von allein wieder begrünen. Aus Samen der überlebenden Bäume und aus angeflogenen bzw. durch Tiere verbreiteten Samen wachsen neue Jungbäume, die die herrschenden Bedingungen entweder nicht vertragen und somit absterben oder die gut angepasst sind, aufwachsen und einen neuen Wald aus geeigneten Baumarten bilden. Das klingt sehr überzeugend; es könnte aber gut sein, dass der Klimawandel so schnell erfolgt, dass geeignete Baumarten gar nicht schnell genug „einwandern“ können, um unsere Wälder zu erhalten, was natürlich auch Auswirkungen auf die Landschaft und die Tierwelt hätte, von der Holzwirtschaft ganz zu schweigen.

Die Forstwirtschaft setzt darauf, den geschilderten Prozess zu beschleunigen, indem geeignete Baumarten gepflanzt werden, mit denen ein Umbau zu einem zukunftsfähigen Wald erfolgen kann. Das ist nicht ohne Risiko, denn man kennt weder die lokalen künftigen Klimabedingungen genau noch weiß man sicher, wie die Baumarten, die aus Regionen mit dem vermutlichen künftigen Klima kommen, mit den übrigen Standortfaktoren (Bodenbedingungen, Konkurrenz mit neuen Baumarten usw.) zurande kommen werden. Daher werden wissenschaftlich betreute und ausgewertete Versuchsanbauten durchgeführt: bei so langlebigen Organismen wie Bäumen kann es aber keine schnellen Ergebnisse geben.

So viel ist aber bereits klar: der Weg geht hin zu möglichst artenreichen Wäldern mit überwiegend Laubbäumen. Die Artenzusammensetzung wird sich von der heutigen unterscheiden. Empfohlen wird folgendes Vorgehen (Liebert, 2019):

- Besonders wärmeliebende Baumarten, wie die Elsbeere, die ihr augenblickliches Verbreitungsgebiet bei zunehmender Klimaveränderung auch von allein vergrößern würden, sollen an passenden Standorten angebaut werden (Fachbegriff: Assisted Migration).
- Um den Baumbestand möglichst vielfältig zu machen, sollen auch bisher im Forst selten verwendete einheimische Arten, wie z.B. Vogelkirsche und Speierling, verstärkt gepflanzt werden.
- Unsere heimischen Baumarten wachsen teilweise auch in wärmeren Regionen Europas (u.a. Balkan, Italien) und haben sich an Hitze und Trockenheit angepasst. Setzlinge aus solchen alternativen Herkunftsn sollen den Weg in unsere Wälder finden.
- Schließlich gibt es noch die Möglichkeit, geeignete nichtheimische Gehölze zu verwenden, die aus Regionen stammen, in denen heute schon unser vermutetes „Zukunfts-klima“ herrscht.

Die ökologischen Auswirkungen der Verwendung nichtheimischer Baumarten werden zwischen Forstwirtschaft und Naturschutz durchaus kontrovers diskutiert und sind Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen. (Schmidt, 2019)

Einige dieser fremden Gehölze, die im Forst oder auf Versuchsflächen bereits angebaut werden, sind auch im Würzburger Ringpark zu finden und sollen im Folgenden vorgestellt werden.

Die Baumhasel (*Corylus colurna*):



Baumhasel: Blätter, unreifer Fruchtstand, Borke

Dieser Baum ist im Ringpark häufig zu finden; es gibt dort mehr als 200 Exemplare. Einer davon ist Teil des Lehrpfads (Nr. 26), den das Städtische Gartenamt zur Landesgartenschau 2018 erstellt hat. Er ist beschildert und somit leicht zu finden.

Das ursprüngliche Verbreitungsgebiet der Baumhasel erstreckt sich vom Balkan über die Türkei bis in den Iran. Folglich ist sie an kontinentales Klima angepasst; sie verträgt Hitze und Trockenheit, aber auch Frost, also die für unsere Region prognostizierten künftigen Bedingungen.

Die Baumhasel ist nah mit unserer einheimischen Hasel verwandt und weist sehr viele Übereinstimmungen mit ihr auf. Die Blätter ähneln sich, beide sind einhäusig getrenntgeschlechtlich mit knospenförmigen weiblichen Blütenständen, aus denen nur die rote Narbe herausragt und langen, hängenden, kätzchen-förmigen männlichen Blütenständen. Beide Haseln blühen sehr früh im Jahr und schütten massenhaft Pollen aus, der vom Wind verbreitet wird. Die Früchte sind bei beiden schmackhafte, essbare Haselnüsse, in geschlitzte Hüllblätter verpackt.

Allerdings stehen bei der Baumhasel viele dieser Früchte büschelförmig beisammen, bei der einheimischen Hasel nur wenige und die Nüsse der Baumhasel sind deutlich kleiner. Das dürfte aber den Eichhörnchen, Mäusen, Eichelhähern, Wildschweinen und anderen Tieren, die gern Haselnüsse fressen, egal sein, zumal die Nüsse in sehr großer Anzahl gebildet werden. Bei so vielen Ähnlichkeiten mit unserer einheimischen Gewöhnlichen Hasel ist es recht unwahrscheinlich, dass die Baumhasel die Ökologie des Waldes stört.

Während unsere einheimische Hasel strauchförmig wächst, bildet die Baumhasel, wie der Name schon sagt, eine Baumform aus. Mit durchschnittlich 25 m Höhe gehört sie zu den eher kleineren Baumarten.

Für die Forstwirtschaft attraktiv ist die Baumhasel deshalb, weil sie sehr gerade Stämme mit einem ausgezeichneten Holz bildet, das als „türkische Hasel“ gehandelt wird und für vielerlei Zwecke eingesetzt werden kann. Es war vor dem letzten Türkenkrieg (1788) in Österreich eines der beliebtesten Möbelhölzer und wurde in großen Mengen importiert. (Finger, 2013).

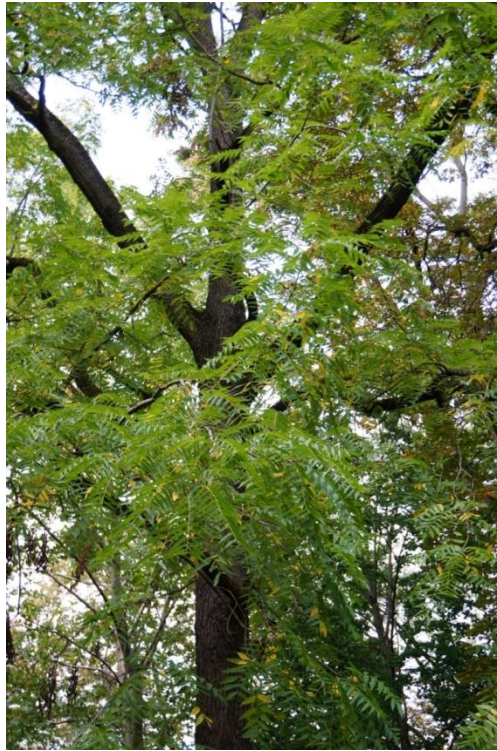
Was den Standort betrifft, ist die Baumhasel nicht anspruchsvoll: Sie wächst auf tiefgründigen, nährstoffreichen, gut mit Wasser versorgten Flächen ebenso wie auf trockenen, nährstoffarmen, skelettreichen Böden. (Ruhm, 2019)

Aus all diesen Gründen wird die Baumhasel zunehmend auch als Forstbaum gepflanzt, nachdem sie als Straßenbaum schon längst Karriere gemacht hat.

Die Schwarznuss (*Juglans nigra*):

Weil die Schwarznuss ein sehr wertvolles Holz liefert, wurden schon um 1900 herum Anbauversuche mit dieser nordamerikanischen Art gemacht. Schnell galt sie als besonders anspruchsvoll und ihre Verwendung im Forst wurde nicht weiter betrieben. Erst in den letzten

Jahren kam man wieder auf diese Art zurück und sie wird immer wieder in unseren hitzgeschädigten Wäldern angepflanzt.



Dunkler Stamm und gefiederte Blätter

Während die Eignung der Baumhasel als Klimabaum ganz klar erscheint, denn sie verträgt Hitze, Trockenheit und Frost, erscheint die Verwendung der Schwarznuss als Zukunftsbaum eher verwirrend.

Denn es ist völlig unbestritten, dass diese Baumart am besten auf tiefgründigen, nährstoffreichen, gut mit Wasser versorgten Böden gedeiht. In ihrer Heimat im östlichen Nordamerika kommt sie gern in Auwäldern vor.

Warum wird dann aber die Schwarznuss von Baumschulen als Klimabaum angeboten und warum hat die LWG (Landesanstalt für Wein- und Gartenbau in Veitshöchheim) die Schwarznuss in ihr

Forschungsprojekt „Stadtgrün 2021 – Neue Bäume braucht das Land“, mit dem „30 vielversprechende Baumarten auf ihre Eignung als stresstolerante, klimafeste Stadtbäume der Zukunft getestet“ werden, aufgenommen (LWG)?

Bei intensiver Suche findet man gelegentlich einen Hinweis darauf, dass die Schwarznuss, wenngleich langsamer, auch auf trockenen Standorten wachsen kann. (Colodonato, 1991). Und eine Firma, die ausdrücklich Klimawandelgehölze anbietet, schreibt auf Ihrer Webseite: „Allerdings haben sie (die Schwarznüsse, der Verf.) in den letzten Jahren ein Gesicht gezeigt, welches man bisher noch nicht von diesem Baum kannte. Denn er übersteht auch starke Hitze und zeitweilige Trockenheit. Während der letzten starken Wetterextreme des Klimawandels zeigte sich die Schwarznuss als wenig anfällig.“ (Kasper).

Die Erklärung könnte sein, dass die Schwarznuss eine große Toleranzbreite gegenüber dem Umweltfaktor Bodenfeuchtigkeit hat, also von nass bis trocken immer zurechtkommen kann, dass aber bei den mittleren Feuchtigkeitswerten die konkurrierenden Baumarten überlegen sind und sie unter natürlichen Verhältnissen verdrängen. Die Schwarznuss könnte demnach nur in den feuchten Auwaldgesellschaften mithalten und am anderen Extrem der trockenen Standorte. Wenn Förster eingreifen, sieht das natürlich anders aus.

Diese Standortvorlieben teilt sie mit unserer Esche, die durch das von einem Pilz verursachte Eschentriebsterben zunehmend gefährdet ist. Sie kommt außer als Wasseresche in Auwäldern auch als sogenannte Kalkesche auf trockenen, kalkreichen, flachgründigen Böden vor, ohne dass genetische Unterschiede vorhanden sind. „Offenbar ist die Standortsdifferenzierung unserer Esche keine genetisch fixierte, sondern Ausdruck ihrer großen ökologischen Flexibilität.“ (Aas, 2001).

Die Schwarznuss wird für den Forst als Baumart angeboten, die die durch das Triebsterben sehr gefährdete Esche ersetzen könnte. In ihrer nordamerikanischen Heimat ist aber inzwischen die Schwarznuss ihrerseits durch eine Pilzerkrankung namens „1000 Cancers Disease“

bedroht, die durch einen speziellen Borkenkäfer übertragen wird. Hoffen wir also, dass diese Krankheit keinen Weg zu uns findet!

Die Schwarznuss ist der nah verwandten Walnuss sehr ähnlich: Sie hat große gefiederte Blätter mit etwas kleineren, dafür zahlreicheren Fiedern. Sie ist getrenntgeschlechtlich einhäusig, also mit männlichen und weiblichen Blüten am gleichen Baum. Die männlichen Blüten befinden sich in großer Zahl an hängenden, 8 – 10 cm langen Kätzchen an vorjährigen Trieben, die weiblichen zu wenigen an der Spitze neuer Triebe. Beide Blütensorten sind sehr stark vereinfacht, wie das meistens bei windbestäubten Blüten der Fall ist.

Die Nüsse sind wie die der Walnuss von einer Außenhülle umgeben. Diese riecht stark nach Zitrone, ist zuerst grün, dann gelblich und schließlich braun. Sie färbt Hände und Stoffe genauso braun wie die der Walnuss. Die Samen in den Nüssen sind essbar und werden wie Walnüsse verwendet, aber die Samenschale ist dick und schwer zu knacken.

Den Namen hat die Schwarznuss nicht wegen ihrer Nüsse erhalten, sondern weil sie meist eine sehr dunkle, tief gefurchte Borke hat.

Im Ringpark gibt es 25 Schwarznussbäume, einige davon im Hauger Glacis.

Eichen (*Quercus*):

Eichen sind in rund 400 Arten über fast die ganze Welt verbreitet und an die unterschiedlichsten Bedingungen angepasst; unter diesen gibt es natürlich Arten, die zu unserem „Zukunfts-klima“ passen. Einige davon werden bereits in Versuchsanbauten getestet oder im Forst angebaut, wie die im Folgenden beschriebenen.

Das unverwechselbare, gemeinsame Merkmal aller Eichen ist die Nussfrucht, die Eichel, die in einem typischen Fruchtkbecher steckt. Sie steckt voller Nährstoffe und ist ein begehrtes Futter für viele Tierarten. Die Eicheln mancher Arten werden auch von Menschen gegessen. Im

Ringpark kommen, außer unseren einheimischen auch mehrere der zukunftssträchtigen, fremden Arten vor.

Die Rot-Eiche (*Quercus rubra*):

Bei ihr handelt es sich um eine nordamerikanische Art, die schon seit längerer Zeit gelegentlich auch in unseren Wäldern angebaut wird und die sich an manchen Orten selbständig weiterverbreitet hat.

Die meisten Menschen merken gar nicht, dass es sich um eine fremde Art handelt. Die Blätter haben die bekannte, gelappte Eichenform, die Blattlappen sind aber nicht abgerundet, sondern laufen in Spitzen aus.



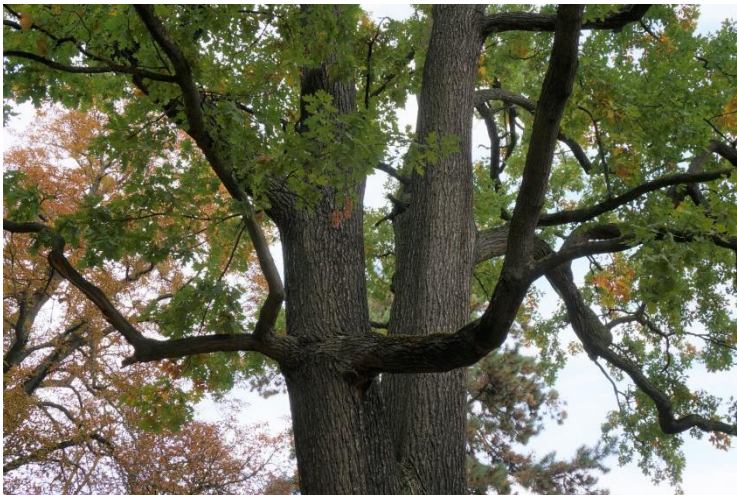
Die Blätter der Rot-Eiche

Im Herbst verfärben sie sich leuchtend orange bis rot. Die Rinde ist viel glatter als bei unseren einheimischen Arten. Der Fruchtbecher ist ziemlich flach.

Die Rot-Eiche wächst schneller als die einheimischen Arten, ihr Holz ist aber schlechter. Hitze kann sie gut vertragen; wenn aber gleichzeitig wenig Niederschlag fällt, wird sie auf Kalkböden anfällig für Wurzelfäule. (Klemmt, Neubert, & Falk, 2016). Daher ist sie für unsere Region eher nicht die passende Baumart, für andere Gegenden Deutschlands wird sie als eine gute Möglichkeit, mehr Baumarten in den Wald zu bringen, angesehen.

Eine sehr schöne Rot-Eiche steht im Hauger Glacis in Bahnhofsnähe angrenzend zum Parkplatz.

Die Ungarische Eiche (*Quercus frainetto*):



Blick ins Geäst der Ungarischen Eiche

Die Ungarische Eiche, die im Pleicher Glacis am Parallelweg zum Röntgenring steht, ist ein Champion-Tree, d.h. das größte bekannte Exemplar dieser Art in Bayern.

Natürlicherweise kommt sie in Süd- und Südosteuropa vor. Sie verträgt Hitze und Trockenheit, und ist frostresistent. Auf Versuchsflächen in Hessen wird sie auf ihre Eignung für den Waldbau bei uns getestet. (FVA , 2017)

Die Blätter der Ungarischen Eiche sind gelappt, aber die Lappen sind gewöhnlich ihrerseits wieder dreilappig und gezähnt, oberseits dunkelgrün und unterseits graugrün behaart. Die Frucht ist bis zur Hälfte vom Becher umgeben.

Die Zerr-Eiche (*Quercus cerris*):

Neben der Ungarischen Eiche im Pleicher Glacis steht eine Zerr-Eiche. Ihren Blättern ist anzusehen, dass es sich um eine trockenresistente Art handelt, denn ihre Oberseite wirkt ledrig fest (Verdunstungsschutz), die Unterseite ist filzig behaart. Sie sind unregelmäßig gelappt.

Die Eicheln sitzen in einem sehr stacheligen Becher, der sie fast ganz umhüllt. Auffällig sind die Knospen, die von bis zu 2 cm langen, fadenförmigen Nebenblättern umhüllt sind.



Der stachelige Fruchtbecher ist gut zu sehen.

Es wird vermutet, dass die Zerreiche aus dem angestammten submediterranen Raum bei anhaltenden Klimaveränderungen bis zum Ende des 21. Jahrhundert von selbst einwandern könnte. In Brandenburg im Prenzlauer Stadtwald wurde ein bereits 120 Jahre altes Vorkommen gefunden und genau untersucht (Ralf Kätzel, 2012).

Die Hopfenbuche (*Ostrya carpinifolia*):

Diese Baumart kommt in gemischten Laubwäldern in Süd- und Südosteuropa vor, auch am südlichen Rand der Alpen, weswegen sie nicht nur wärmeliebend ist und ein gewisses Maß an Trockenheit verträgt, sondern auch mit tiefen Temperaturen zurechtkommt. In diesen submediterranen Wäldern ist sie u.a. mit der Manna-Esche und der Flaum-Eiche vergesellschaftet, die ebenfalls als Zukunftsbäume gelten und versuchsweise angebaut werden.

Ihre Blätter ähneln stark denen der Hainbuche, mit der sie verwandt ist. Gut zu erkennen ist sie an ihren Fruchtständen, die wie die Blütenstände des Hopfens aussehen. Mit Hopfen hat sie jedoch gar nichts zu tun. Aber ihren deutschen Namen hat sie wegen dieser Ähnlichkeiten bekommen.

Die unscheinbaren Einzelblüten sind in männlichen und weiblichen Kätzchen angeordnet. Die männlichen Kätzchen sehen fast wie die der Birken oder auch Haseln aus – kein Wunder, denn sie gehören alle zur Familie der Birkengewächse.

Anders als bei der Hainbuche wird die Rinde im Alter rissig und löst sich in Platten ab.

Das schwere Holz lässt sich nicht leicht bearbeiten und reißt beim Trocknen oft ein, eignet sich aber gut zum Drechseln und wird vielseitig eingesetzt.



**Die Hopfenbuche im Pleicher Glacis
hat einen sehr ausladenden Wuchs**

Die als klimafest angesehene Baumart wurde in den letzten Jahren zunehmend häufig im Würzburger Stadtwald und in den Wäldern des Landkreises Würzburg gepflanzt. Sie wird auch als Straßenbaum verwendet.

Im Ringpark kann man ein schönes Exemplar im Pleicher Glacis in Bahnhofnähe bewundern.

Die Esskastanie (*Castanea sativa*):



Blätter und Früchte der Esskastanie

In Norditalien und in Südfrankreich gibt es ausgedehnte Esskastanienwälder, oft auf terrassierten Berghängen. Es handelt sich um die Überreste von einst zur Gewinnung der nahrhaften Früchte dieser Bäume angelegten Plantagen. Man findet dort noch die Ruinen der Hütten, in denen die Kastanien oder Maronen geröstet wurden, um sie von ihrer Stachelhülle zu befreien. In weiten Teilen Europas waren Esskastanien so wichtig wie Brotgetreide. Heute begreift man diese Wälder als Kulturgut und vermarktet Kastanienprodukte in vielerlei Form als regionale kulinarische Spezialitäten.

Mit der Rosskastanie ist die Esskastanie nicht verwandt. Die Kastanien der Rosskastanie sind besonders große Samen mit derber brauner Samenschale, die in einer stacheligen Fruchthülle stecken. Die Kastanien der Esskastanie sind Nussfrüchte, die wie die Bucheckern der verwandten Rotbuche in einem vierklappigen, stacheligen Fruchtbecher stecken. Rosskastanien sind nicht essbar, Esskastanien ein begehrtes Nahrungsmittel.

Es gibt mindestens 20 verschiedene Sorten, die zum Teil eine andere Sorte als Bestäuber brauchen, damit sie Früchte bilden können. Wenn also eine Esskastanie nur die stacheligen Fruchthüllen bildet, aber keine oder kümmerliche Kastanien darin sind, kann es daran liegen, dass ihr der Bestäuber fehlt.

„Die Edelkastanie zeichnet sich durch ihre schmackhaften und nahrhaften Früchte und ihr besonders dauerhaftes und optisch ansprechendes Holz aus. Ihr wird heute ein hohes Potential im Klimawandel zugesprochen.“ (Felix Brundke, 2018)

Man nimmt an, dass die wahrscheinlich aus Kleinasien stammende Esskastanie durch die Römer in Europa verbreitet wurde. In Deutschland kam sie bisher vor allem in den warmen Weinbauregionen vor. Außer den Früchten wurde auch ihr Holz genutzt, dünnere Triebe vor allem als Rebpfähle.

Da die Esskastanie auch Trockenheit verträgt, findet sie neuerdings auch den Weg in den Forst. Allerdings ist sie empfindlich für Spätfröste und zu viel Kalk mag sie auch nicht (Felix Brundke, 2018). Dennoch gilt sie als eine der Zukunftsbaumarten.

Ein schönes Exemplar findet man im Pleicher Glacis am Parallelweg zur Bismarckstraße.

Zedern:

Neuanpflanzungen mit Fichten und Kiefern gibt es wohl in Deutschland kaum noch, aber ganz auf Nadelhölzer verzichten möchten die Förster doch nicht. Neben der einheimischen Weißtanne und einigen südosteuropäischen Tannenarten werden Zedern getestet und auch schon verwendet, in Würzburg z.B. im Sieboldswäldchen.

Im Mittelmeerraum wachsen zwei Zedern-Arten, die sich so ähnlich sind, dass manche Forscher sie zu einer Art zusammenfassen möchten: die Atlaszeder (*Cedrus atlantica*) und die Libanonzeder (*Cedrus libani*). Letztere gilt als noch klimafester.

Im Ringpark gibt es drei Atlaszedern, allerdings als blaugrüne, gezüchtete Varianten, eine davon sogar in Säulenform. Die auffälligste Atlaszeder steht im Pleicherglaciis am Fontänenbrunnen. Nadelhölzer mit blaugrünen Nadeln gibt es in Kultur bei vielen Nadelhölzern: Sie unterscheiden sich von der jeweiligen Wildform dadurch, dass der Wachsüberzug auf den Nadelblättern dicker ist, wodurch die grüne Farbe bläulich wird.



Diese Zeder steht neben dem Fontänenbrunnen

Wie bei den Lärchen stehen die meisten Nadeln in dichten Büscheln beisammen. Blütezeit ist bei den Zedern erst im Herbst. Nach der reichlichen Pollenabgabe werden die männlichen Blütenstände abgeworfen und bedecken oft dicht den Boden. Aus den weiblichen wachsen große, tonnenförmige Zapfen heran, die nicht im Ganzen abgeworfen werden, sondern deren Schuppen wie bei den Tannen einzeln abfallen und dabei die Samen freisetzen.

Vor allem Libanonzedern aus Inneranatolien sind an heiße trockene Sommer, aber auch an kalte Winter und somit an unser prognostiziertes Zukunftsklima angepasst. Sie wachsen gut und liefern Qualitätsholz, dürften also für Förster und Waldbesitzer attraktiv sein. (Huber, 2018)

Fremde Arten im Wald:

Douglasie und Strobe, Erfolg und Misserfolg

Im Waldbau ist es nichts Neues, auch mal erfolgversprechend erscheinende nichtheimische Arten auszuprobieren. Letztlich hat auch der großflächige Anbau der Fichte an Standorten stattgefunden, auf denen dieser Baum nicht natürlicherweise vorkam.

Hier soll ganz kurz auf zwei nordamerikanische Nadelholz-Arten eingegangen werden, die schon vor langer Zeit mit großen Erwartungen in unsere Wälder gebracht wurden. Seit Beginn des 19. Jahrhunderts wurden sowohl die Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*) als auch die Strobe oder Weymouthskiefer (*Pinus strobus*) wegen ihrer besonderen Qualitäten bei uns angepflanzt.

Die Douglasie hat sich sehr bewährt; sie ist heute eine wichtige Baumart und wird ihre Bedeutung infolge des Fichtensterbens wohl noch ausweiten können.

Die Strobe hingegen wurde nach anfänglich sehr erfolgreichem Anbau von einem parasitischen Pilz befallen, einem Blasenrost, der einen Teil seiner Entwicklung in Arten der Gattung *Ribes* (Johannisbeere), den anderen Teil in fünfnadeligen Kieferarten durchläuft. Unsere einheimischen, zweinadeligen Kiefern gehören zu einer anderen Untergruppe der Kiefern und werden nicht befallen. Der ursprüngliche Wirt des Pilzes, der in Europa und Asien vorkam, waren Zirbelkiefern. Da diese aber relativ widerstandsfähig sind und außerdem in ihrem Verbreitungsgebiet Johannisbeerarten selten sind, gab es keine Probleme. In den Stroben fand der Pilz einen neuen und sehr empfänglichen Wirt, in dessen Nahbereich außerdem Johannisbeeren wuchsen, und so konnte er sich verheerend schnell ausbreiten und die Bestände der Weymouthskiefern zerstören. Noch schlimmer ist, dass der Blasenrost auch in die ursprüngliche nordamerikanische Heimat der Strobe eingeschleppt wurde und dort ebenfalls ungeheure Schäden verursachte (Kirisits, 2008).

Es gibt also durchaus Gründe, beim Anbau fremder Arten Vorsicht walten zu lassen.

Auch diese beiden Arten sollen im Ringpark zu finden sein. Eine noch sehr junge Douglasie steht im Eibendickicht hinter der Toilettenanlage in Klein-Nizza; die Weymouthskiefern konnte ich noch nicht finden.

Douglasien sehen ähnlich wie Tannen oder Fichten aus, haben aber weiche Nadeln, die, wenn man sie reibt, deutlich nach Zitronen riechen. Ihre reifen Zapfen sind leicht daran zu erkennen, dass zwischen den Samenschuppen die dreizipfeligen Deckschuppen herausragen.



Zapfen der Douglasie

Stroben sind sehr elegant wirkende Nadelbäume, bei denen jeweils fünf lange dünne weiche Nadeln in einem Bündel beisammen stehen. Die Zapfen sind 10 – 15 cm lang, schmal und oft stark verharzt.



Strobe: Zweig mit Zapfen

„Zukunftsbäume“ für die Stadt:

Nicht nur für den Forst werden geeignete „Zukunftsbäume“ gesucht, sondern auch für die Parks und vor allem die Straßen der Städte. Vor allem die Straßenbäume müssen noch weitaus härtere Bedingungen aushalten als die Bäume im Wald, dafür ist es egal, ob sie gutes Holz liefern, sich ökologisch in den Wald einfügen und der Konkurrenz der anderen Waldbäume standhalten können. Jedoch sollten sie unsere Augen erfreuen können und möglichst Insekten, Vögeln und anderen Tieren Nahrung und Wohnraum bieten.

Auch für potentielle oder bereits verwendete Straßenbäume gibt es viele Beispiele im Glacis.

Es soll aber nicht verschwiegen werden, dass es im Ringpark nicht nur klimafeste Bäume zu bewundern gibt. Leider kann man ebenso das Absterben empfindlicher Arten mitverfolgen, darunter Bäume, die mehr als hundert Jahre an ihrem Standort wachsen konnten.

Verwendete Literatur:

- Aas, G. (2001). *Die Gewöhnliche Esche (Fraxinus excelsior) - Dendrologische Anmerkungen in Beiträge zur Esche LWF wissen 34*. Abgerufen am 23.09 2020 von https://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/biodiversitaet/dateien/w34_die_gewoehnliche_esche-dendrologische_anmerkungen.pdf
- Colodonato, M. (1991). *Juglans nigra in: Fire Effects Information System*. Abgerufen am 21. 09 2020 von <https://www.fs.fed.us/database/feis/plants/tree/jugnig/all.html>
- Felix Brundke, R. H. (11. 06 2018). *Kurzportrait Edelkastanie (Castanea sativa)*. Abgerufen am 28. 08 2020 von https://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/waldbau/wuh_edelkastanie/index_DE
- Finger, M. (19. 08 2013). <http://www.holzwurm-page.de/holzarten/holzart/baumhasel.htm>. Abgerufen am 19. 09 2020
- FVA . (2017). *Quercus frainetto Ten. Ungarische Eiche aus: Baumartensteckbriefe der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg*. Abgerufen am 25. 09 2020 von https://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/waldbau/fva_artensteckbriefe/quercus_frainetto_baumartensteckbrief.pdf
- Huber, D. M. (01 2018). *Libanonzeder – Eine Alternativbaumart für trockene Standorte – LWF aktuell 116*. Abgerufen am 2. 10 2020 von <https://www.lwf.bayern.de/boden-klima/baumartenwahl/183351/index.php>
- Kasper, L. (kein Datum). *Schwarznuss (Juglans nigra) als Baum und Forstpflanze im Klimawandel*. Abgerufen am 20. 09 2020 von

- Kirisits, T. (01. 12 2008). *Der Stroben-Blasenrost – ein Lehrbuchbeispiel der Forstpathologie*. Abgerufen am 23. 01 2020 von https://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/pilze_nematoden/bfw_strobe_blasenrost/index_DE
- Klemmt, H.-J., Neubert, M., & Falk, W. (03. 03 2016). *Das Wachstum der Roteiche im Vergleich zu den einheimischen Eichen*. *LWF aktuell* 97, S. 28 – 31(2013). Abgerufen am 25. 09 2020 von https://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/waldbau/umbau/lwf_roteiche/index_DE
- Liebert, S. P. (4. Quartal 2019). Klimakrise erfordert neue Antworten! *LWF aktuell Ausgabe* 123, S. 11.
- LWG . (kein Datum). *Forschungs- und Innovationsprojekt: Stadtgrün2021-Neue Bäume braucht das Land*. Abgerufen am 21. 09 2020 von https://www.lwg.bayern.de/landespflege/urbanes_gruen/085113/index.php
- Ralf Kätzel, J. G. (12. 11 2012). *Untersuchungen zu Vitalität, Wuchsleistung und Holzqualität von Zerr-Eichen (Quercus cerris L.) im Klimawandel*. Abgerufen am 25. 09 2020 von https://www.waldwissen.net/wald/baeume_waldpflanzen/lfe_wald_zerreiche/index_DE
- Ruhm, W. (06. 09 2016). https://www.waldwissen.net/wald/baeume_waldpflanzen/laub/bfw_schwarznuess/index_DE. Abgerufen am 20. 09 2020
- Ruhm, W. (20. 09 2019). https://www.waldwissen.net/wald/baeume_waldpflanzen/laub/bfw_baumhasel/index_DE. Abgerufen am 19. 09 2020
- Schmidt, O. (4. Quartal 2019). Nichtheimische Baumarten zwischen Naturschutz und Forstwirtschaft. *LWF aktuell Ausgabe* 123.

Unser Wald in Not aber nicht ohne Hoffnung

UWE REIßENWEBER,
Leiter der Fürstlich Castell'schen Forstabteilung
FELIX POHL, Universität Würzburg

Der Dachverband der Waldeigentümer (AGDW) geht davon aus, dass 2018 und 2019 insgesamt 70 Millionen Festmeter sogenannten Schadholzes in Deutschland anfallen. Auch die Casteller Wälder wurden nicht verschont. Der Borkenkäfer und die klimatischen Bedingungen der letzten Jahre, ausgelöst durch den Klimawandel, haben großen Schaden angerichtet, auch finanziell. Ferdinand Fürst zu Castell-Castell und Otto Fürst zu Castell-Rüdenhausen sind sich ihrer Verantwortung gegenüber den nächsten Generationen bewusst. Sie entwickeln zusammen mit der Fürstlich Castell'schen Forstabteilung Strategien, die das Sterben ihres Waldes aufgrund der Klimaerwärmung aufhalten sollen.



Abb. 1 Auf dem Luftbild ist die Vielfalt der Baumarten im Casteller Revier gut zu erkennen. Foto: Uwe Reißenweber

Nach Angaben der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) liegt die globale Mitteltemperatur gegenwärtig um $+1,1^{\circ}$ Celsius über dem vorindustriellen Niveau. Es ist nicht ausgeschlossen, dass die bis heute erfolgten Emissionen in den nächsten zwei bis drei Jahrzehnten eine weitere Erwärmung von bis zu $+0,5^{\circ}$ C verursachen könnten. Je nach zukünftigem Emissionsszenario muss man mit einem Anstieg von $+2,4^{\circ}$ C (RCP4.5) bis $+4,8^{\circ}$ C (RCP8.5) gegenüber dem vorindustriellen Niveau rechnen (Moss et al. 2008).

Erläuterung zum Begriff RCP im Anhang

RCP4.5 z.B. geht davon aus, dass der Strahlungsantrieb anthropogen um $4,5\text{W/m}^2$ erhöht wird. Wegen der angenommenen frühzeitigen und intensiven Anstrengungen bei der CO_2 -Reduktion kommt es zu keinem "overshoot". RCP6.0 stabilisiert sich bei 6W/m^2 , im Verlauf des 21. Jahrhunderts tritt aber auch ein stärkerer Strahlungsantrieb auf. Die Erwärmung passiert global nicht gleichmäßig, sondern in den Regionen unterschiedlich. Laut Messungen des Fürstlich Castell'schen Domänenamts, die seit den 1960er Jahren aufgezeichnet werden, beträgt der Temperaturanstieg im Steigerwald bereits $+1,5^{\circ}$ C.

Die klimatischen Veränderungen führen zu einer Zunahme von extremen Wetterereignissen. Sie stellen den Forst vor neue Herausforderungen. Hitze, Trockenheit, Stürme, Nassschnee und Spätfröste, bei gleichzeitig früher beginnenden Vegetationsperioden, beeinflussen unsere waldbaulichen Überlegungen. Die Frage lautet: Wie können und müssen wir den Wald bewirtschaften, um ihn zu erhalten und um weiterhin wirtschaftlichen Nutzen aus ihm zu ziehen?

Warum wir den Wald brauchen...

Der Wald ist ein Meister für die Reinhaltung der Luft und dient als Wasserspeicher. Ein Hektar ($100\text{ m} \times 100\text{ m}$) Laubwald setzt pro Jahr 15 Tonnen Sauerstoff frei, filtert jährlich 50 Tonnen Ruß und Staub aus der Atmosphäre und bindet 10,6 Tonnen/Jahr CO_2 . (Quelle: Bayerische Staatsforsten). Der Wald, wie wir ihn heute kennen, ist

menschengemacht. Er ist Lebensraum und Holzlieferant, Erholungsort und Arbeitsplatz. Es rentiert sich also, sich um den Wald zu kümmern.

Standort und Baumarten sind die wichtigsten Eckpunkte der Überlegungen zur Zukunft der Casteller Wälder. Aus unserer Sicht spielen für den Walderhalt drei unterschiedliche Ansätze eine Rolle:

1. Die dauerhafte Naturverjüngung der standortheimischen Baumarten
2. Das Kennenlernen von Analogiegebieten und
3. Das Nachdenken über neue Baumarten.

Dem Vorgänger als Leiter der Fürstlich Castell'schen Forstabteilung, Ludwig Neeb († 2017), können wir nicht genug für seine vorausschauende und kühne Art danken. Innerhalb kürzester Zeit schaffte er es, unseren Wald umzubauen und damit einen Baustein für dessen Zukunft zu verankern. Durch konsequente Drückjagden wird der Wildbestand auf einem walddauglichen Niveau gehalten. Mit weniger Verbiss konnten wir in den letzten 15 Jahren unseren Wald gemäß seinem natürlichen Wachstum umbauen. Soll heißen, der Wald erneuert sich selbst.

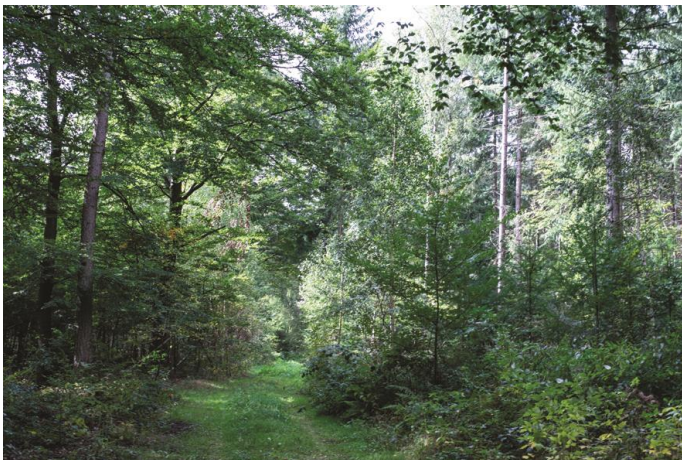


Abb. 2 Der Wald im Ausschnitt mit der Naturverjüngung durch eine Vielzahl unterschiedlicher Baumarten verschiedenen Alters
Foto: Pia Vogel

Wenn oben etwas stirbt, muss unten schon etwas nachwachsen.

Die Samen gehen auf, die zarten Pflänzchen werden von größeren Bäumen beschirmt, können sich gut entwickeln und bilden so eine neue Generation von Bäumen und das jedes Jahr aufs Neue. Mit der Naturverjüngung der heimischen Baumarten

– Eiche, Kirsche, Ahorn, Elsbeere, Buche – und deren konsequenten Pflege sind wir heute schon auf einem guten Weg zu einem gesunden und widerstandsfähigen Mischwald.

Aber die Naturverjüngung allein reicht nicht aus, es erfordert weitere Maßnahmen, um den Wald für die voranschreitende Klimaveränderung vorzubereiten.

Über den Tellerrand schauen...

Der 2. Faktor ist das Herausfinden, Kennenlernen und Beobachten von Wald in Analogiegebieten, sprich den Landstrichen, in denen bereits heute schon das Klima herrscht, welches für den Steigerwald in einigen Jahrzehnten prophezeit wird. Mit der Masterthesis von Felix Pohl hat Castell Kenntnis erhalten von den für sie relevanten Analogiegebieten: Colmar im Elsass und das Rhonetal (Abb. 3a u. 3b). Wir schauen uns an, welche Baumarten dort neben unseren heimischen wachsen und lernen Arten kennen, die vielleicht auch bei uns Wurzeln schlagen können wie z. B. die Esskastanie.

Als Grundlage der Masterarbeit von Felix Pohl dienten allein die Klimabedingungen. Im nächsten Jahr wird Ferdinand Fürst zu Castell-Castell eine Bachelorarbeit unterstützen, die in den Analogiegebieten die dort herrschenden Bodenbedingungen untersucht. „Damit erhoffen wir uns weitere wichtige Informationen für unseren zukünftigen Waldbau“, meint Fürst Ferdinand. Darüber hinaus werden wir den Versuch starten, Samen aus den in den Analogiegebieten ansässigen heimischen Bäumen, z.B. Buche und Eiche, mit vergleichbaren Standortbedingungen bei uns auszubringen. Wir glauben, dass die

Samen den dortigen Klimabedingungen genetisch angepasst sind und werden schauen, wie sich die heranwachsenden Bäume bei uns verhalten. Ein Ergebnis ist in 20 bis 30 Jahren abzulesen.

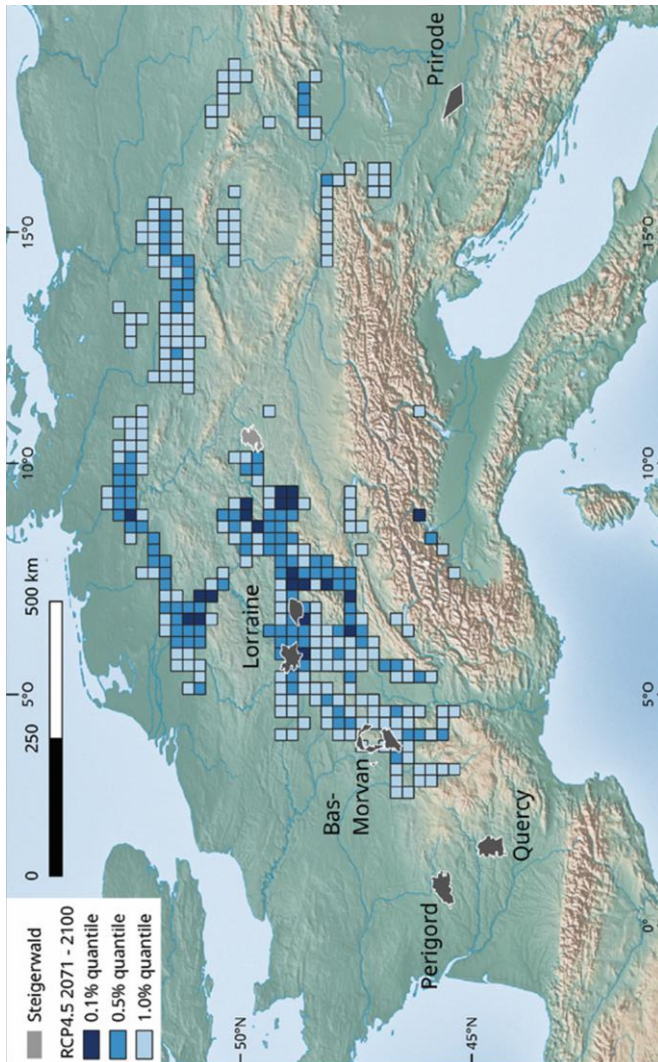


Abb. 3a Analogiegebiet RCP4.5 Erwärmung der Durchschnittstemperatur um 2,4°

Quantil: x% der betrachteten Daten sind nicht größer als das x% Quantil

Karte: Felix Pohl, Masterarbeit

In den beiden Karten spiegeln die Quadrate ein mögliches Analogiegebiet des Steigerwaldes wieder. Abb. 3a zeigt das Forschungsergebnis, wenn sich die globale Durchschnittstemperatur

gegenüber dem vorindustriellen Niveau um 2,4°C (RCP4.5) erwärmt –
Abb.: 3b bei einer Erwärmung von 4,8° C (RCP8.5).

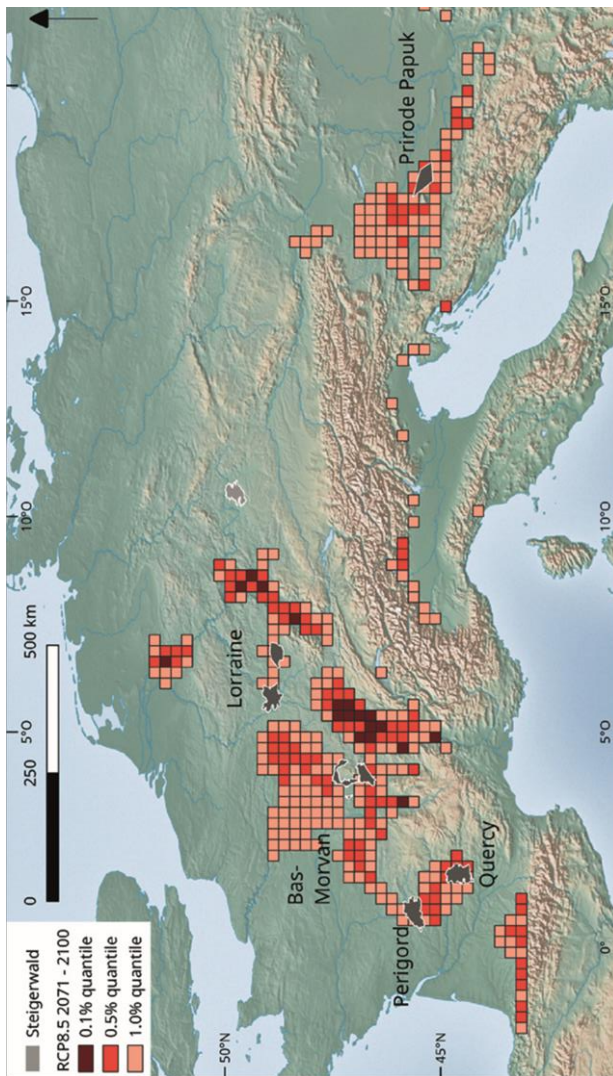


Abb. 3b Analogiegebiet RCP8.5
Globale Erwärmung der Durchschnittstemperatur um 4,8°C.
Karte: Felix Pohl Masterarbeit

... und über neue Baumarten nachdenken

Im Casteller Wald ist die Klimaveränderung deutlich zu spüren – zum Beispiel an der Buche. In ganz Mitteleuropa heimisch, bevorzugt sie Standorte mit feuchtem, warmem Klima, relativ milden Wintern und hohen Niederschlägen. Sie meidet Staunässe oder zu trockene Böden und ist vor allem in der Jugend gegen starke Winterfröste, Spätfröste, Hitze und Dürre empfindlich. Bestes Wachstum zeigt die Buche auf gut wasserversorgten und nährstoffreichen Böden. Die Hitze und Trockenheit der vergangenen Jahre schädigte sie in einem noch nie da gewesenen Ausmaß. So mussten mehrere hundert Festmeter Buche gefällt werden, um u. a. die Verkehrssicherheit zu gewährleisten und um den Wertverlust durch ein Absterben in 4 bis 5 Jahren zu verhindern.

Die Konsequenz daraus: Wir denken über neue Baumarten nach, die einer weiteren Klimaerwärmung standhalten wie etwa die Esskastanie oder verschiedene Nussarten. Auch eine Rückbesinnung auf heimische Obstsorten z. B. Wildapfel und Wildbirne, die sich mit dem Klimawandel wohl fühlen, führt zu wirtschaftlichem Wertholz. Trockenresistente Baumarten wie Eiche, Kirsche, Spitzahorn, Feldahorn, Elsbeere und das Wildobst werden durch gezielte Pflege gefördert. Der Fokus der Förster liegt in den nächsten Jahren darauf, klimataugliche heimische Baumarten in den Wäldern zu suchen, zu finden, zu fördern und dort einzubringen, wo sie fehlen, sowie versuchsweise Analogiebäume und neue Baumarten in die heimischen Wälder zu integrieren.

Jeder ist gefragt

Mit den genannten Maßnahmen und unter Berücksichtigung aller waldbaulichen Faktoren versucht die Fürstlich Castell'sche Forstabteilung auf die Klimaveränderung zu reagieren. Wir bemühen uns mit all unserer Kraft, unseren Wald zu erhalten, aber es ist nicht mehr nur unser Problem. Jeder ist gefragt, darüber nachzudenken, wie er seine persönliche CO₂-Bilanz reduzieren kann. Wald beeinflusst das

Klima und Wald wird von dem Klima beeinflusst. Lassen Sie uns alle nachhaltig daran mitwirken, dass unser Wald für uns und unsere Welt erhalten bleibt.

Übernahme dieses Artikels aus den „Casteller Nachrichten 49 / 2019“ mit Genehmigung der Fürstlich Castell'schen Kanzlei

Literaturstellen:

Felix Pohl Masterarbeit 2019 Lehrstuhl für Physische Geographie ,
Universität Würzburg

Moss,R.H. et al. IPPC expert report 2007

Moss, R.H. et al. Nature **463**, 747 -756 (2010)
The next generation of scenarios for climate change research and
assessment

IPCC, 2014: (Intergovernmental Panel on Climate Change)
Climate Change Synthesis Report
<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/>

Hausfather, Z., Peters,G.P. Nature. **577**, 618–620 (2020)
Emissions the „business as usual” story is misleading

Schwalm, C..R., et al. Proceedings of the National Academy of
Sciences. 3.August 2020,
RCP 8,5 tracs cumulative CO₂ emission

IPCC, 2020:
Sixth assessment report
<https://www.de.ipcc.de>

Anhang:

(Anmerkungen der Schriftleiterin)

RCP steht für Repräsentativer Konzentrationspfad, englisch: representative concentration pathway. Dieser Pfad beschreibt in verschiedenen Kurven den unterschiedlichen, möglichen Anstieg der Treibhausgaskonzentration bis zum Jahr 2100, abhängig vom Bemühen um den Klimaschutz.

Deutliche Anstrengungen: RCP2.6

Weiter so wie bisher: RCP8.5

Der **Strahlungsantrieb**, engl. **radiative forcing** ist ein Maß für die Änderung der Energiebilanz der Erde durch Änderung der Wirkung der Strahlung aus dem Weltraum und wird in W/m^2 gemessen. Der Begriff radiative forcing bzw. climate forcing wurde vom IPCC eingeführt, um im Rahmen der Klimastudien den Einfluss externer Faktoren auf die Strahlungsbilanz bzw. das Klimasystem der Erde zu beschreiben.

Die Reviervögel in bayerischen Prozessschutzgebieten des UNESCO-Biosphärenreservats Rhön

TOBIAS GERLACH

Regierung von Unterfranken; UNESCO-Biosphärenreservat Rhön;
Oberwaldbehringer Str. 4, 97656 Oberelsbach;
tobias.gerlach@reg-ufr.bayern.de

Zusammenfassung

Anhand von Revierkartierungen wurde in einer fünfjährigen Untersuchung die Vogelfauna in 20 unterfränkischen Prozessschutzgebieten des UNESCO-Biosphärenreservats Rhön erfasst. Hierbei konnten Reviere von insgesamt 71 verschiedenen Vogelarten nachgewiesen werden, wovon ein Drittel einen landesweiten Gefährdungsstatus hat bzw. auf der Vorwarnliste steht. Diese Arbeit stellt die Reviervögel und deren Stetigkeiten in den verschiedenen Waldlebensräumen vor, vergleicht Arten-Areal-Beziehungen der hier untersuchten Gebiete, diskutiert das Vorkommen einiger bemerkenswerter Arten und soll Grundlage für eine ornithologische Langzeitdokumentation in Wäldern mit natürlicher Entwicklung der Rhön darstellen.

Einleitung

Biosphärenreservate dienen als Modellregionen für ein beispielhaftes Zusammenleben zwischen Mensch und Umwelt. Den nationalen Kriterien für Anerkennung und Überprüfung von Biosphärenreservaten (MÖLLER 2018) folgend nehmen alle UNESCO-Biosphärenreservate mindestens 3% ihrer Gebietsfläche aus der Bewirtschaftung und stellen diese Gebiete als Referenzfläche für vom Menschen weitgehend unbeeinflusste Naturentwicklung bereit. Abseits von Küsten und Hochgebirgen stellen diese unbewirtschafteten Flächen meist Waldlebensräume dar, in denen der Prozessschutz, also das Zulassen von Alters- und Zerfallsprozessen der natürlichen Waldentwicklung, im Mittelpunkt steht. Als im Jahr 2014 der

bayerische Teil des länderübergreifenden UNESCO-Biosphärenreservats Rhön auf 1.295 km² vergrößert wurde und seitdem etwa die Hälfte des 2.433 km² großen Schutzgebiets darstellt, wurden diesen Kriterien folgend neue Prozessschutzgebiete ausgewiesen. Diese als Kernzonen bezeichneten Flächen sind als Naturschutzgebiet geschützt und decken aufgrund der vielfältigen Geologie der Rhön sowie deren unterschiedlicher Nutzungsgeschichte ein äußerst breites Spektrum an Waldlebensräumen ab. So umfassen die Kernzonen des Biosphärenreservats Rhön sowohl naturnahe, seit Jahrzehnten nutzungsfreie Schlucht- und Hangmischwälder niederschlagsreicher Basaltkuppen, Erlen-Eschen-Auwälder entlang von Flussbereichen im Buntsandstein, trockenwarme Kiefern-Eichenwälder auf Muschelkalk, aber auch großflächige Fichten-Aufforstungen der 1940er und 1970er Jahre.

Biodiversitätsforschung und ökologische Umweltbeobachtungen gelten als Voraussetzung für ein nachhaltiges Zusammenleben von Mensch und Umwelt und gehören somit zu den elementaren Aufgaben eines UNESCO-Biosphärenreservats (BfN 2008). Ökologische Daueruntersuchungen dieser Kernzonen dienen dazu, Folgen der Nutzungsaufgabe aufzuzeigen und Artveränderungen auch infolge des Klimawandels zu beobachten (MÖLLER 2011). Vögel eignen sich in besonderem Maße für ökologische Langzeituntersuchungen: als eine der artenreichsten Wirbeltierklassen sind Vögel in nahezu allen Lebensräumen vertreten, die Ökologie der Vögel ist vergleichsweise gut bekannt und die Artengruppe beinhaltet zahlreiche Habitatspezialisten, durch deren Vorkommen Rückschlüsse auf den Zustand des jeweiligen Lebensraums gezogen werden können. Zudem sind Vögel hochmobil und reagieren schnell auf Veränderungen von Waldlebensräumen und deren Bewirtschaftungsform (MÜLLER 2004; CZESZCZEWIK et al. 2015). Vögel unterstehen bundesweitem, teilweise europaweitem gesetzlichem Schutz und werden regelmäßig bei der Neuausweisung von Schutzgebieten erfasst (GREGORY et al. 2004; SÜDBECK & FISCHER 2005). Vogelerhebungen gehören daher oftmals zum Programm ökologischer Dauerbeobachtungsflächen und sind fester Bestandteil von Biodiversitätserhebungen in Großschutzgebieten (KOWATSCH et al. 2011).

Die vorliegende Studie beschreibt die Reviervogelfauna in 20 Prozessschutzgebieten im bayerischen Teil des UNESCO-Biosphärenreservats Rhön in den Jahren 2016 bis 2020. Die einzelnen Untersuchungsgebiete werden kurz aufgelistet, das Vorgehen der angewandten Revierkartierung erläutert und das Gesamtartenspektrum sowie die Stetigkeiten der revierbildenden Arten dargestellt. Die so gewonnenen Erfassungsdaten sollen als Ersterhebung eines dauerhaft angelegten Reviervogelmonitorings dienen, welches die natürliche Waldentwicklung und deren Auswirkung auf die Vogelfauna in den Kernzonen des Biosphärenreservats Rhön dokumentiert.

Methoden

Im Gegensatz zu vielen anderen Artengruppen kann bei der systematischen Erfassung von Vögeln auf etablierte Methodenstandards zurückgegriffen werden (SÜDBECK 2005). Bei der Methode der Revierkartierung wird jedes Untersuchungsgebiet an sechs bis zehn festgelegten Terminen meist frühmorgendlich flächendeckend begangen und jeder wahrgenommene Vogel sowie eventuell gezeigtes Revierverhalten kartografisch festgehalten; später wird die Summe dieser Aufnahmen zum Ableiten individueller Reviere herangezogen (FISCHER et al. 2005). Revierkartierungen basieren – im Gegensatz zu Punkt- oder Transekterfassungen – daher nicht auf Hochrechnungen, sondern ergeben absolute Revierzahlen und liefern auch Informationen über seltene oder schwer erfassbare Arten, die bei Methoden mit wenigen, stichprobenartigen Erhebungen bzw. Hochrechnungen systematisch unterschätzt werden (BIBBY et al. 1996; SÜDBECK & FISCHER 2005). Zu den methodischen Nachteilen der Revierkartierung gehört neben hohen Ansprüchen an die Kartierer vor allem der vergleichsweise große Zeitaufwand, aufgrund dessen Flächen von mehr als 100 ha kaum zu erfassen sind und in strukturreichen Wäldern zu Flächengrößen von ca. 30 ha geraten wird (FISCHER et al. 2005). Revierkartierungen finden Anwendung in naturschutzrechtlichen Eingriffsregelungen (TRAUTNER 2006), bei Monitoringvorhaben und Neuausweisungen von Schutzgebieten (DOROW et al. 1992; FISCHER et al. 2005).

In dieser Erfassung wurden die Revierkartierungen durch den Einsatz von Klangattrappen ergänzt, um auch heimliche, schwer zu beobachtende oder weitgehend stumme Arten wie z.B. den Kleinspecht (*Dryobates minor*) sowie die meisten Eulen verlässlich nachzuweisen. Zwar muss die Nutzung von Klangattrappen mit Vorsicht erfolgen, um Stressreaktionen der Reviervögel zu minimieren, jedoch werden Klangattrappen für die sichere Erfassung einiger Arten als unerlässlich erachtet (BOSCHERT et al. 2005).

Die hier dargestellte Revierkartierung erfolgte in 20 verschiedenen Waldgebieten, die jeweils einmal zwischen den Jahren 2016 und 2020 an acht Terminen erfasst wurden. Die Größe der einzelnen Waldflächen erstreckte sich dabei zwischen 15,5 ha und 65,2 ha mit einem Mittelwert von 31,9 ha und einer Gesamtfläche der Untersuchungskulisse von 637,9 ha. Tabelle 1 gibt einen Überblick der Untersuchungsgebiete, eine Beschreibung des jeweiligen Waldlebensraums, sowie die Größe und das Erfassungsjahr an. Abbildung 1 zeigt eine Karte der Untersuchungsgebiete. Die einzelnen Kartiertermine orientierten sich nach den methodischen Vorgaben von FISCHER et al. (2005) mit jeweils einem frühmorgendlichen Kartierdurchgang in den Monaten März, April, Mai und Juni, abendlichen Erfassungen in den Monaten März und Mai, einer Tagesbegehung im Februar für balzende Spechte und zur Verortung von Nisthöhlen und Großvogelhorsten, sowie einer Nachkontrolle im Juli für spät brütende Langstreckenzieher. Allerdings beschreibt FISCHER et al. (2005) auch die Abhängigkeit der jahreszeitlichen Kartiertermine von lokalklimatischen Gegebenheiten: während in den hier untersuchten Weinbauregionen bei Hammelburg bereits im März das Revierverhalten der Vögel in vollem Gange ist, kann es in den Hochlagen der Rhön auf über 800 m NHN noch Anfang April zu Schneefall und verzögertem Balzgeschehen kommen. Aus diesem Grund wurden einzelne Kartiertermine in höheren Untersuchungsgebieten teilweise später durchgeführt, wobei die Gesamtanzahl der Begehungen in allen Gebieten gleich blieb.

Die so gewonnenen Einzelnachweise wurden auf digitalen Tageskarten gesammelt und zum Ableiten individueller Reviere genutzt. Den Vorgaben von FISCHER et al. (2005) folgend, musste für eine Revierableitung an mindestens drei separaten Terminen Revierverhalten – meist Gesang – einer Art am selben

Ort festgestellt werden, wobei für spät ankommende Langstreckenzieher wie auch für nachtaktive Arten schon zweimalig festgestelltes Revierverhalten ausreichte. Sichere Brutnachweise wie der Fund von Gelegen, Futter eintragende Alttiere oder die Beobachtung nicht flügger Jungvögel führten direkt zu einer entsprechenden Revierableitung.

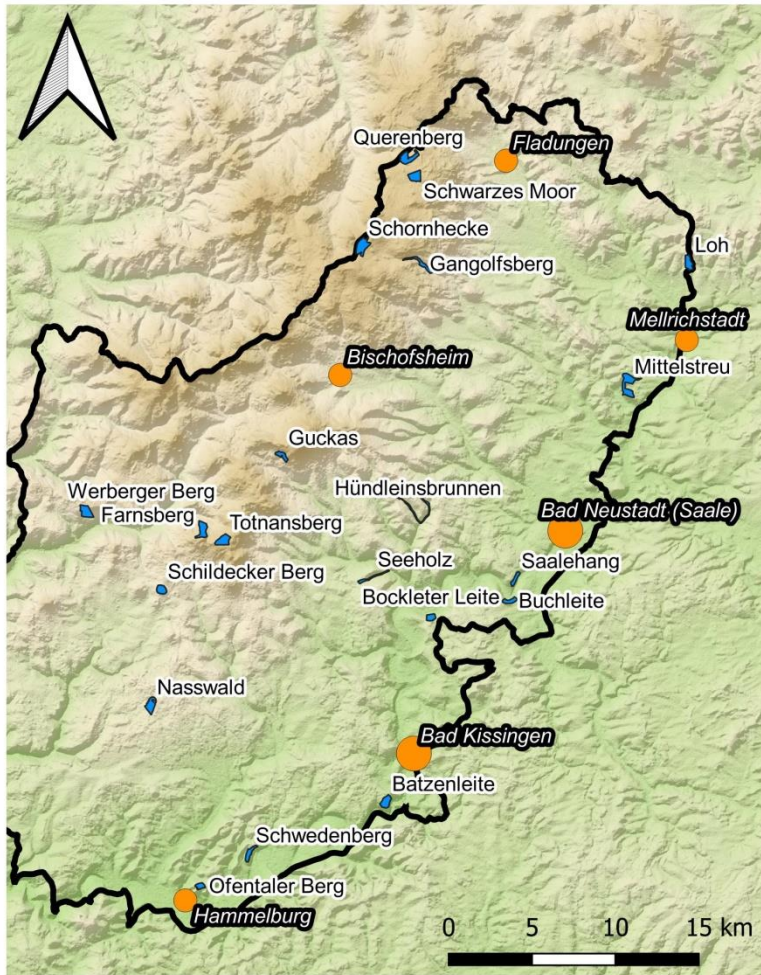
Tabelle 1: Übersicht der untersuchten Prozessschutzgebiete mit Ortsangabe, kurzer Gebietsbeschreibung samt Höhenlage, Größe der Untersuchungsfläche und Jahr der Erfassung.

Gebietsname, Ort	Gebietsbeschreibung und durchschnittliche Höhe (NHN)	Flächen- größe (ha)	Erfassungs-jahr
Batzenleite, Bad Kissingen	südostexponierter Hainsimsen-Buchenwald (LRT 9110) in Hanglage auf Buntsandstein, ca. 260m	33,0	2020
Bockleite, Bad Bocklet	nordexponierter Hainsimsen-Buchenwald (LRT 9110) auf steilem Buntsandstein-Prallhang der Fränkischen Saale, ca. 300m	18,4	2019
Buchleite, Burglauer	nordexponierter, älterer Hainsimsen-Buchenwald (LRT 9110) auf Buntsandstein, teilweise mit hohem Eichenanteil auf ca. 300m	19,5	2018
ehemaliger Standortübungsplatz Mittelstreu	ostexponierter, wärmebegünstigter, lichter Kiefernwald mit Buche und Eiche unterbaut, Muschelkalk, (teilweise LRT 9150), ca. 340m	65,2	2016

Farnsberg, Riedenberg	nordexponierter, alter, naturnaher Hangmischwald (LRT *9180), teilweise basaltüberrollt, auf ca. 700m	40,8	2017
Gangolfsberg, Oberelsbach	naturnahe, altholzreicher, frischer Buchenwald, südwestexponiert, großflächige Schluchtwaldbereiche (LRT *9180) auf Basalt, ca 650m	29,6	2018
Guckas, Wildflecken	südexponierter Zwiebelzahnwurz- und Waldmeister-Buchenwald (LRT 9130), kleinflächig Quellsümpfe mit Erlen- & Eschen (LRT *91E0), ca. 630m	20,1	2020
Hündleinsbrunnen, Hohenroth	ostexponierter Hainsimsen-Buchenwald im Bachtal auf Buntsandstein mit Erlen-Eschen-Aubereichen (LRT *910E), ca. 380m	28,0	2019
Loh, Mellrichstadt	südexponierter, durchgewachsener Mittelwald auf Muschelkalk, mit überwiegend Eiche und Hainbuche (LRT 9170), ca. 400m	30,2	2018
Nasswald, Schönderling	plan liegendes, fichtendominiertes Waldgebiet mit	37,2	2016

	anmoorigen Bereichen sowie einzelnen Eichen- & Buchen-Altbeständen auf ca. 450m		
Ofentaler Berg, Hammelburg	plan liegender, wärmebegünstigter Kiefernwald auf Muschelkalk mit geringem Oberboden, eingestreut Eiche, Feldahorn und Mehlbeere, ca. 300m	15,5	2019
Querenberg, Fladungen	nordexponierte Fichtendominanz mit Bergahorn-Buche Unterbau auf niederschlagsreichem Basaltplateau der Hochrhön, ca. 800m	45,6	2016
Saalehang, Niederlauer	südostexponierter Hainsimsen-Buchenwald (LRT 9110) mit Altbeständen aus Buche und Eiche auf steilem Buntsandsteinhang, ca. 250m	17,1	2018
Schildecker Berg, Schildeck	Edellaubholzreicher Schlucht- und Hangmischwald (LRT *9180) auf solitärem Basaltschlot, ca. 500m	25,1	2019
Schornhecke, Hochrhön	plan liegendes, fichtendominiertes Waldgebiet mit jungem Buchen-Bergahorn-Unterbau auf Basaltplateau,	53,5	2017

	Feuchtstandorte mit Erlensukzession, ca. 820m		
Schwarzes Moor, Fladungen	offenes Hochmoor (*7110), umgrenzt von Karpatenbirken-Moorwald (*91D0), angrenzender Fichtenforst, ca. 800m	36,7	2020
Schwedenberg, Elfershausen	südostexponierter, warmer Eichen-Hainbuchen-Kiefernwald, teilweise mit Feldahorn und Mehlbeere auf magerem Muschelkalkplateau, ca. 300m	24,2	2020
Seeholz, Premich	nordostexponierter Hainsimsen-Buchenwald auf Buntsandstein mit hohem Fichtenanteil, ca. 300m	18,7	2017
Totnansberg, Schwarze Berge	niederschlagsreiches Basaltplateau mit Fichtenaufforstungen der 1950er Jahre, ca. 820m	39,7	2017
Werberger Berg, Bad Brückenau	südexponierter Hainsimsen-Buchenwald auf Buntsandstein, kleinräumig Douglasienbestände	39,8	2016
	Gesamtfläche (ha)	637,9	



Gebietsübersicht Reviervogelkartierung

- Untersuchungsgebiete
- bayerischer Teil Biosphärenreservat Rhön

Kartenmaterial: © OpenStreetMap-Mitwirkende (www.openstreetmap.org/copyright)

Abbildung 1: Übersichtskarte der einzelnen Untersuchungsgebiete innerhalb des bayerischen Teils des Biosphärenreservats Rhön.

Ergebnisse

In den 20 hier untersuchten Waldgebieten wurden insgesamt 9.274 Einzelnachweise festgestellt, aus denen 2.115 Reviere von 71 Vogelarten abgeleitet werden konnten. Von diesen 71 Reviervogelarten haben 21 und somit ein Drittel der Arten einen landesweiten Gefährdungsstatus bzw. sind auf der Vorwarnliste geführt (RUDOLPH et al. 2016).

Tabelle 2 listet alle nachgewiesenen Reviervogelarten, deren Rote Liste-Status und die Gesamtzahl der hier ermittelten Reviere angeordnet nach Stetigkeit der Vorkommen in den 20 untersuchten Prozessschutzgebieten auf. Tabelle 3 gibt eine Übersicht der erhobenen Artenzahlen und Revierdichten der jeweiligen Waldgebiete.

Tabelle 2: Reviervogelarten aller hier erhobenen Waldlebensräume mit landesweisem und bundesweisem Rote-Liste Status (RUDOLPH et al. 2016), sortiert nach jeweiliger Stetigkeit (Anzahl der Untersuchungsgebiete, UG, mit Vorkommen der Art).

Art	RL BY	RL D	Gesamt- zahl Reviere	Stetigkeit / Anzahl UG
Amsel (<i>Turdus merula</i>)	*	*	92	20
Buchfink (<i>Fringilla coelebs</i>)	*	*	398	20
Mönchsgrasmücke (<i>Sylvia atricapilla</i>)	*	*	91	20
Rotkehlchen (<i>Erithacus rubecula</i>)	*	*	180	20
Kohlmeise (<i>Parus major</i>)	*	*	221	19
Zaunkönig (<i>Troglodytes troglodytes</i>)	*	*	175	19
Ringeltaube (<i>Columba palumbus</i>)	*	*	93	18
Zilpzalp (<i>Phylloscopus collybita</i>)	*	*	106	18
Buntspecht (<i>Dendrocopos major</i>)	*	*	42	17
Misteldrossel (<i>Turdus viscivorus</i>)	*	*	40	17

Kleiber (<i>Sitta europaea</i>)	*	*	43	16
Singdrossel (<i>Turdus philomelos</i>)	*	*	45	16
Waldbaumläufer (<i>Certhia familiaris</i>)	*	*	49	15
Blaumeise (<i>Parus caeruleus</i>)	*	*	32	14
Eichelhäher (<i>Garrulus glandarius</i>)	*	*	22	14
Sommergoldhähnchen (<i>Regulus ignicapilla</i>)	*	*	89	14
Waldkauz (<i>Strix aluco</i>)	*	*	12	12
Grünspecht (<i>Picus viridis</i>)	*	*	15	11
Kernbeißer (<i>Coccothraustes coccothraustes</i>)	*	*	20	11
Schwarzspecht (<i>Dryocopus martius</i>)	*	*	13	11
Tannenmeise (<i>Parus ater</i>)	*	*	22	11
Fitis (<i>Phylloscopus trochilus</i>)	*	*	45	10
Waldlaubsänger (<i>Phylloscopus sibilatrix</i>)	2	*	22	10
Wintergoldhähnchen (<i>Regulus regulus</i>)	*	*	28	10
Heckenbraunelle (<i>Prunella modularis</i>)	*	*	34	7
Hohltaube (<i>Columba oenas</i>)	*	*	12	7
Kuckuck (<i>Cuculus canorus</i>)	V	V	8	7
Rabenkrähe (<i>Corvus corone</i>)	*	*	8	7
Star (<i>Sturnus vulgaris</i>)	*	*	13	6
Baumpieper (<i>Anthus trivialis</i>)	2	V	20	5
Kolkrabe (<i>Corvus corax</i>)	*	*	5	5
Mittelspecht (<i>Dendrocopos medius</i>)	*	*	6	5
Trauerschnäpper (<i>Ficedula hypoleuca</i>)	V	*	13	5
Goldammer (<i>Emberiza citrinella</i>)	*	*	6	4
Haubenmeise (<i>Parus cristatus</i>)	*	*	7	4
Sumpfbeise (<i>Parus palustris</i>)	*	*	5	4
Dohle (<i>Coloeus monedula</i>)	V	*	4	3

Erlenzeisig (<i>Carduelis spinus</i>)	*	*	3	3
Gimpel (<i>Pyrrhula pyrrhula</i>)	*	*	8	3
Mäusebussard (<i>Buteo buteo</i>)	*	*	3	3
Pirol (<i>Oriolus oriolus</i>)	V	V	4	3
Dorngrasmücke (<i>Sylvia communis</i>)	V	*	2	2
Gartengrasmücke (<i>Sylvia borin</i>)	*	*	2	2
Grauschnäpper (<i>Muscicapa striata</i>)	*	*	2	2
Turteltaube (<i>Streptopelia turtur</i>)	2	3	9	2
Wacholderdrossel (<i>Turdus pilaris</i>)	*	*	3	2
Waldschnepfe (<i>Scolopax rusticola</i>)	*	V	3	2
Weidenmeise (<i>Parus montanus</i>)	*	*	2	2
Bachstelze (<i>Motacilla alba</i>)	*	*	1	1
Bekassine (<i>Gallinago gallinago</i>)	1	1	3	1
Birkhuhn (<i>Tetrao tetrix</i>)	1	2	1	1
Feldschwirl (<i>Locustella naevia</i>)	V	V	1	1
Fichtenkreuzschnabel (<i>Loxia curvirostra</i>)	*	*	2	1
Gartenrotschwanz (<i>Phoenicurus phoenicurus</i>)	3	*	6	1
Gebirgsstelze (<i>Motacilla cinerea</i>)	*	*	2	1
Heidelerche (<i>Lullula arborea</i>)	2	V	1	1
Karmingimpel (<i>Carpodacus erythrinus</i>)	1	*	1	1
Klappergrasmücke (<i>Sylvia curruca</i>)	3	*	2	1
Kleinspecht (<i>Dryobates minor</i>)	V	V	1	1
Neuntöter (<i>Lanius collurio</i>)	V	*	1	1
Rotmilan (<i>Milvus milvus</i>)	V	*	1	1
Schwanzmeise (<i>Aegithalos caudatus</i>)	*	*	1	1
Sperlingskauz (<i>Glaucidium passerinum</i>)	*	*	1	1
Stieglitz (<i>Carduelis carduelis</i>)	V	*	2	1
Stockente (<i>Anas platyrhynchos</i>)	*	*	1	1

Tannenhäher (<i>Nucifraga caryocatactes</i>)	*	*	1	1
Waldohreule (<i>Asio otus</i>)	*	*	1	1
Wasseramsel (<i>Cinclus cinclus</i>)	*	*	2	1
Wendehals (<i>Jynx torquilla</i>)	1	2	3	1
Wiesenpieper (<i>Anthus pratensis</i>)	1	V	2	1
Zitronenstelze (<i>Motacilla citreola</i>)	-	-	1	1

Tabelle 3: Artenzahlen, Revierzahlen und Revierdichten der untersuchten Prozessschutzgebiete

Gebietsname	Flächengröße (ha)	Anzahl Vogelreviere	Reviere pro 10 ha	Anzahl Arten
Batzenleite	33	77	23,3	26
Bockleter Leite	18,4	70	38,0	21
Buchleite	19,5	113	57,9	22
Farnsberg	40,8	102	25,0	27
Gangolfsberg	29,6	107	36,1	22
Guckas	20,1	37	18,4	14
Hündleinsbrunnen	28	115	41,1	22
Loh	30,2	96	31,8	26
Mittelstreu	65,2	148	22,7	36
Nasswald	37,2	51	13,7	20
Ofentaler Berg	15,5	142	91,6	26
Querenberg	45,6	178	39,0	27
Saalehang	17,1	71	41,5	24
Schildeck	25,1	117	46,6	23
Schornhecke	53,5	275	51,4	35
Schwarzes Moor	36,7	111	30,2	31
Schwedenberg	24,2	59	24,4	17
Seeholz	18,7	79	42,2	22

Totnansberg	39,7	112	28,2	18
Werberger Berg	39,8	55	13,8	21

Diskussion

Die hier nachgewiesenen 71 Reviervogelarten decken ein breites Spektrum der Vogelfauna mitteleuropäischer Waldlebensräume ab. Neben weit verbreiteten Generalisten wie Amsel (*Turdus merula*), Buchfink (*Fringilla coelebs*), Mönchsgrasmücke (*Sylvia atricapilla*), Rotkehlchen (*Erithacus rubecula*), Kohlmeise (*Parus major*) und Zaunkönig (*Troglodytes troglodytes*) konnten in dieser Erhebung typische waldbewohnende Vogelarten wie Kleiber (*Sitta europaea*), Waldbaumläufer (*Certhia familiaris*), Schwarzspecht (*Dryocopus martius*), Tannenmeise (*Parus ater*) und Singdrossel (*Turdus philomelos*) mit hoher Stetigkeit nachgewiesen werden (Tabelle 2).

In den einzelnen hier untersuchten Waldgebieten wurden Reviere von 14 – 36 Vogelarten festgestellt (Tabelle 3). Diese Artenzahlen sind durchaus vergleichbar mit Ergebnissen ähnlicher Revierkartierungen: REES (2020) beschreibt 24 Reviervogelarten für ein 78 ha großes, nadelholzdominiertes Prozessschutzgebiet im Höhenzug des Nationalparks Harz, ähnlich der hier in den Hochlagen der Rhön nachgewiesenen 27 Reviervogelarten im Waldgebiet Querenberg bzw. 35 Vogelarten der Schornhecke. LÖB et al. (2009) kartierten im Hainsimsen-Buchenwald des 31,3 ha großen Naturwaldreservats Goldbachs- und Ziebachsrück 23 Reviervogelarten. SCHATNER (2000) wies für das nahe Fulda gelegene, 73,7 ha große Naturwaldreservat Niddahänge östlich Rudingshain 35 Reviervogelarten mit einer Dichte von 57 Revieren pro 10 ha nach; ähnliche Revierdichten konnten in den hier untersuchten Buchenwaldgesellschaften Saalehang und Buchleite ermittelt werden (Tabelle 3).

Bei der Interpretation von Angaben zu Artenzahlen und Dichten muss beachtet werden, dass Artenvielfalt selten linear zunimmt, sondern vielmehr in kleinen Gebieten mit zunehmender Flächengröße deutlich ansteigt, in größeren Gebieten jedoch nur noch schwach wächst, um sich langsam an das je nach Lebensraum und geographischer Lage zu erwartende Artenmaximum anzunähern. Eine Möglichkeit, Artenzahlen in Abhängigkeit der Größe

einzelner Untersuchungsgebiete zu vergleichen, bieten Arten-Areal-Kurven. Diese Kurven basieren auf einer Vielzahl vorangegangener Untersuchungen und dienen als Referenz zur Beurteilung der relativen Artenvielfalt eines Gebiets. Für Brutvögel gibt es bereits seit den 1980er Jahren erste Arten-Areal-Kurven des Großraums Mitteleuropa (REICHHOLF 1980; BANSE & BEZZEL 1984), die von STRAUB et al. (2011) anhand zahlreicher Vogelerfassungen für verschiedene Lebensräume Südwestdeutschlands präzisiert wurden. Ein Vergleich der hier festgestellten Reviervogelarten in Bezug zur Größe der jeweiligen Untersuchungsflächen mit den von STRAUB et al. (2011) zusammengestellten Arten-Areal-Kurven zeigt eine grobe Übereinstimmung mit der errechneten Kurve für Südwestdeutschland (Abbildung 2). Die beiden Waldgebiete Mittelstreu und Schornhecke zeigen die höchsten Artenzahlen dieser Untersuchung (Tabelle 3). Beide Gebiete sind von extensiven Mähwiesen und Weiden umgeben und liegen sehr nah an der von STRAUB et al. (2011) ermittelten Kurve für Wald/Offenland-Komplexe (Abbildung 2). Allerdings liegen die Artenzahlen der Rhöner Prozessschutzgebiete alle unter der berechneten Arealcurve für Waldlebensräume Südwestdeutschlands. Dies könnte durch das kühlere Klima der Rhön im Vergleich zu den eher wärmeren Großlandschaften Baden-Württembergs begründet sein, in denen der Großteil der von STRAUB et al. (2011) ausgewerteten Untersuchungsgebiete liegen. BLASCHKE & HANUSCH (2016) haben nach Waldtypen aufgegliederte Arten-Areal-Kurven für Vögel in bayerischen Naturwaldreservaten erstellt. Auch hier liegen die ermittelten Kurven für Wälder der Mittelgebirge und Hochlagen unter denen der Eichen- und Buchenwaldgesellschaften tieferer Regionen. Allerdings weicht die dort angewandte Gittererfassung aller beobachteten Vogelarten methodisch deutlich von der hier durchgeführten flächendeckenden Kartierung der Reviervögel ab, was einen direkten Vergleich der Daten verhindert.

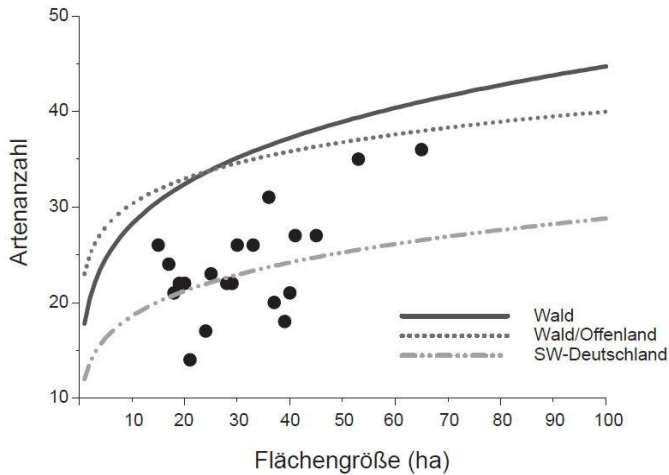


Abbildung 2: Artenzahlen der erfassten Reviervögel in Relation zur Flächengröße der einzelnen Untersuchungsgebiete (vgl. Tabelle 3) kombiniert mit Arten-Areal-Kurven Südwestdeutschlands nach STRAUB et al. (2011).

Die Gesamtzahl von 71 Reviervogelarten in allen hier untersuchten Prozessschutzgebieten verdeutlicht die Vielfalt der Vogelfauna in den Kernzonen des Biosphärenreservats Rhön. Neben der hier dargestellten Artenliste kommen in den Prozessschutzgebieten der Rhön aber noch weitere Reviervögel vor: so wurden Waldbereiche mit Revieren störungsempfindlicher Großvögel, wie Schwarzstorch (*Ciconia nigra*), Uhu (*Bubo bubo*) oder Habicht (*Accipiter gentilis*) absichtlich nicht kartiert, um mögliche Beeinträchtigungen durch wiederholtes Begehen der Revierzentren auszuschließen. Für zahlreiche weitere Arten wie Wespenbussard (*Pernis apivorus*), Baumfalke (*Falco subbuteo*), Kranich (*Grus grus*), Nachtigall (*Luscinia megarhynchos*) und Mauersegler (*Apus apus*) gelangen zwar wiederholte Nachweise in verschiedenen hier untersuchten Kernzonen, jedoch keine Revierableitungen. Der in den Hochlagen der Rhön brütende Raubwürger (*Lanius excubitor*), RL BY 1, bevorzugt halboffene Landschaften oder Waldrandzonen und wurde in

dieser Untersuchung zwar wiederholt, jedoch ebenfalls ohne Revierableitung festgestellt.



Abbildung 3: Balzende Turteltaube (*Streptopelia turtur*) im lichten Eichen-Kiefernwald des ehemaligen Standortübungsplatzes nahe Mittelstreu.

Bemerkenswerte Reviernachweise

Gartenrotschwanz (*Phoenicurus phoenicurus*) und Klappergrasmücke (*Sylvia curruca*), beide RL BY 3, sowie der im landesweiten Bestand stark rückläufige Wendehals (*Jynx torquilla*), RL BY 1, bewohnen neben mit Einzelbäumen bestandenen Offenlandschaften nur sehr lichte Waldlebensräume. Sie wurden in dieser Erhebung ausschließlich im Waldgebiet des ehemaligen Standortübungsplatzes Mittelstreu nachgewiesen.

Auch die Heidelerche (*Lullula arborea*), RL BY 2, konnte in dieser Untersuchung nur im Waldgebiet Mittelstreu erfasst werden, wo sie sicherlich von den ausgedehnten angrenzenden Magerwiesen des Standortübungsplatzes profitiert.

Der Baumpieper (*Anthus trivialis*), RL BY 2, weist in Bayern drastische Rückgänge auf. Die Art bewohnt neben halboffenen Landschaften Waldränder, Lichtwaldbereiche und Sukzessionsstadien von Mooren und konnte in dieser Erfassung in den wärmebegünstigten Kernzonen Loh, Mittelstreu, Ofentaler

Berg, sowie in den kühlen Hochlagen der Rhön in den Waldbereichen Querenberg und Schwarzes Moor als Reviervogel nachgewiesen werden.

Die Turteltaube (*Streptopelia turtur*, Abbildung 3), RL BY 2, zeigt landesweit einen starken Bestandsrückgang und wurde hier im sommertrockenen Waldgebiet Mittelstreus, aber auch in dem von Kiefern geprägten Waldmoor Nasswald mit mehreren Revieren erfasst.

Auch der Waldlaubsänger (*Phylloscopus sibilatrix*, Abbildung 4), RL BY 2, zeigt in Bayern einen starken Bestandsrückgang. Als Bodenbrüter benötigt die Art naturnahe, ältere Hochwälder mit nur geringer Krautschicht. Mit Reviernachweisen in zehn der 20 hier untersuchten Prozessschutzgebiete kann der Waldlaubsänger in den Kernzonen des Biosphärenreservats als vergleichsweise verbreitet gelten.



Abbildung 4: Der stark gefährdete Waldlaubsänger (*Phylloscopus sibilatrix*), hier ein singendes Männchen, ist landesweit deutlich im Rückgang. Die Art konnte in der Hälfte der hier untersuchten Prozessschutzgebiete als Reviervogel nachgewiesen werden.

Die landesweit vom Aussterben bedrohten (RL BY 1) Arten Bekassine (*Gallinago gallinago*) und Wiesenpieper (*Anthus pratensis*) bewohnen Feuchtwiesen und sind keine typischen Vertreter von Waldlebensräumen. Reviere beider Arten wurden hier nur in der Kernzone Schwarzes Moor als Reviervögel erfasst.

Für die in dieser Erfassung ebenfalls ausschließlich im Schwarzen Moor nachgewiesenen Arten Birkhuhn (*Tetrao tetrix*) und Karmingimpel (*Carpodacus erythrinus*), beide RL BY 1, sowie der Reviernachweis einer in der landesweiten Roten Liste nicht bewerteten Zitronenstelze (*Motacilla citreola*) ist in den nächsten Jahren mit Veränderungen zu rechnen: Während der Bestand des Birkhuhns in der Rhön aktuell nur noch auf wiederholten Auswilderungen aus Schweden beruht und auf Dauer wohl nicht zu halten ist, breitet sich der Karmingimpel von seinem zentralasiatischen Verbreitungsschwerpunkt deutlich nach Westen und somit auch in Bayern aus (WEIXLER 2006) und wird als Bewohner feuchter Saumgesellschaften in der Rhön vermutlich zunehmen. Auch die in Zentralasien und Osteuropa beheimatete Zitronenstelze breitet ihr Vorkommen nach Westen aus. Die Art wurde als Ausnahmeerscheinung erstmals durch KELLNER (1987) in Bayern beobachtet, später folgten Brutnachweise in der Schweiz (GLUTZ VON BLOTZHEIM 1997) und Norddeutschland (KRÜGER & FRYE 2014). Eine erfolgreiche Brut in Bayern wurde bisher noch nicht dokumentiert. Die Zitronenstelze bewohnt in Zentralasien feuchte Lebensräume mit vegetationsarmen Bereichen; in dieser Erhebung wurde im Schwarzen Moor ein einzelnes, Revierverhalten zeigendes Männchen über einen Zeitraum von sechs Wochen beobachtet.

Der Tannenhäher (*Nucifraga caryocatactes*) gilt aufgrund stabiler Vorkommen im Alpenraum und in den ostbayerischen Mittelgebirgen als landesweit nicht gefährdet (RL BY *). Allerdings zeigen Berechnungen der Populationsentwicklung, dass der in kühlen, nadelholzdominierten Hochlagen brütende Tannenhäher zu den am stärksten vom Klimawandel bedrohten europäischen Vogelarten gehört (GREGORY et al. 2009). Während der Tannenhäher in den 1980er Jahren in der Hochrhön noch mit ca. 20 Brutpaaren, darunter mehreren Revieren in den hier untersuchten Waldgebieten Querenberg und Schwarzes Moor dokumentiert wurde

(BANDORF & PFRIEM 1986), gelang in der vorliegenden Erfassung nur ein einziger Reviernachweis im Untersuchungsgebiet Schornhecke.

Ausblick

Diese Studie stellt eine Bestandsaufnahme der Reviervogelarten, Revierzahlen und -dichten in den verschiedenen Prozessschutzgebieten des UNESCO-Biosphärenreservats Rhön dar. Die Arbeit beschreibt den aktuellen Zustand der Avifauna und soll als mögliche Referenz für Folgeuntersuchungen dienen. Durch die 2013 erfolgte Ausweisung der hier untersuchten Wälder als Kernzonen ohne wirtschaftliche Nutzung werden sich diese Waldlebensräume in den nächsten Jahrzehnten deutlich verändern – so ist mit einer Zunahme von Alt- und Totholz mit Auswirkungen auf Höhlenbrüter und Naturnähezeiger zu rechnen. Womöglich noch schneller als die Auswirkungen dieser Nutzungsaufgabe werden die Folgen des Klimawandels die hier erfassten Waldökosysteme beeinflussen. Die Fichte (*Picea abies*) gehört nicht zur natürlichen Vegetation der Rhön; die teilweise großflächigen Reinbestände gehen hier auf Pflanzungen des letzten Jahrhunderts zurück. Für die auf gute Wasserversorgung angewiesene Fichte stellen zunehmende Trockenphasen ein schwerwiegendes Problem dar und so zeigt die Fichte in der Rhön wie anderenorts auch großflächige Schäden, die von Borkenkäfergradationen weiter verstärkt werden. Aber auch die standortheimische Buche (*Fagus sylvatica*) hat in den eigentlich niederschlagsreichen Hochlagen der Rhön durch die Trockenheit der Jahre 2018 und 2019 starken Schaden genommen. Wie diese Veränderungen durch Nutzungsaufgabe und Klimawandel die Vogelfauna der Prozessschutzgebiete beeinflussen wird, müssen zukünftige Untersuchungen zeigen.

Dank

Herzlicher Dank gilt Michael Geier und Petra Birkwald für die kritische Durchsicht dieses Artikels.

Referenzen

- BANDORF, H. & PFRIEM, U. (1986): Die Vögel des Naturschutzgebietes „Lange Rhön“. In: KNEITZ, G.; FÜCHTBAUER, W. & TRAPP, W. (Hrsg.) Erhebung botanischer und faunistischer Daten im Naturschutzgebiet Lange Rhön, Band 3. Naturwissenschaftlicher Verein Würzburg e.V. Würzburg, S.:2-44.
- BANSE, G.; BEZZEL, E. (1984): Artenzahl und Flächengröße am Beispiel der Brutvögel Mitteleuropas. *Journal für Ornithologie* 125 (3): S.291–305.
- BLASCHKE, M.; HANUSCH, S. (2016): Naturwaldreservate als Basis für ökologische Waldvogelforschungen. *Ornithologischer Anzeiger* (55): S.23–41.
- BIBBY, C., J.; BURGESS, N., D.; HILL, D., A. & MUSTOE, S. H. (1996): Bird census techniques. Academic Press, Oxford. 302 Seiten
- BOSCHERT, M.; SCHWARZ, J. & SÜDBECK, P. (2005): Einsatz von Klangattrappen. In: SÜDBECK, P.: Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands. Radolfzell: S.80-87.
- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (BfN) 2008: Forschung und Monitoring in den deutschen Biosphärenreservaten. Bonn, 31 Seiten.
- CZESZCZEWIK, D.; ZUB, K.; STANSKI, T.; MUSTAPHA, S.; KAPUSTA, A. & WALANKIEWICZ, W. (2015): Effects of forest management on bird assemblages in the Bialowieza Forest, Poland. *iForest - Biogeosciences and Forestry* 8: S.377-385 doi: 10.3832/ifor1212-007(3)
- DOROW, W. H.; FLECHTNER, G. & KOPELKE, J.-P. (1992). Zoologische Untersuchungen: Konzept. Naturwaldreservate in Hessen. Senckenberg. Frankfurt am Main, Wiesbaden: Hessische Landesforstverwaltung. 3: 163 Seiten.
- FISCHER, S.; FLADE, M. & SCHWARZ, J. (2005): Revierkartierung. In: SÜDBECK, P. (Hrsg.) Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands. S.47-53. Radolfzell

GLUTZ VON BLOTZHEIM, U. (1997): Erste Brut der Zitronenstelze *Motacilla citreola* in der Schweiz und aktueller Stand der Arealexpansion. Der Ornithologische Beobachter 94: S.347–352.

GREGORY, R. D.; GIBBONS, D. W. & DONALD, P. F. (2004): Bird census and survey techniques. Bird ecology and conservation: S.17-56.

GREGORY, R. D.; WILLIS, S. G.; JIGUET, F.; VORÍSEK, P.; KLVANOVÁ, A.; VAN STRIEN, A.; HUNTLEY, B.; COLLINGHAM, Y.; COUVET, D. & GREEN, R. (2009): An indicator of the impact of climatic change on European bird populations. In: PloS one 4 (3), e4678. DOI: 10.1371/journal.pone.0004678.

KELLNER, R. (1987): Erstnachweis der Zitronenstelze, *Motacilla citreola* (Pallas 1776), in Bayern. Anzeiger der ornithologischen Gesellschaft Bayern 26: S.173-180.

KOWATSCH, A.; HAMPICKE, U.; KRUSE-GRAUMANN, L. & PLACHTER, H. (2011): Indikatoren für ein integratives Monitoring in deutschen Großschutzgebieten. BfN-Skripten 302, Bonn-Bad Godesberg. 149 Seiten.

KRÜGER, T. & FRYE, L. (2014): Brut der Zitronenstelze *Motacilla citreola* im nördlichen Niedersachsen 2013. Vogelkundliche Berichte Niedersachsens 44: S.23-30.

LÖB, B.; KIEFER, S. & HOFFMAN, M. (2009): Siedlungsdichte der Vögel im Naturwaldreservat Goldbachs- und Ziebachsrück (Hessen). Untersuchungszeitraum 1995. In: DOROW, W.; BLICK, T. & KOPELKE, J.-P.: Naturwaldreservate in Hessen. Band 11/2.1. Goldbachs- und Ziebachsrück. Zoologische Untersuchungen 1994-1996, Teil 1. Mitteilungen der Hessischen Landesforstverwaltung 45: S.283-323.

MÖLLER, L. (2011): For life, for the future. Biosphere reserves and climate change. A collection of good practice case studies. Deutsche UNESCO-Kommission, Bonn

MÖLLER, L. (2018): Der Mensch und die Biosphäre (MAB) – Umsetzung des UNESCO-Programms in Deutschland. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, Bonn. 116 Seiten.

MÜLLER, J. (2004): Vögel als Inspektionsbeamte in Eichenwäldern. LWF Wissen 46: S.22-28.

REES, U. (2020): Die tagaktiven Brutvögel der Waldforschungsfläche Bruchberg im Nationalpark Harz - Ergebnisse der Revierkartierung 2018. In: Nationalparkverwaltung Harz (Hrsg.) (2020): Vögel des Nationalparks Harz. Schriftenreihe aus dem Nationalpark Harz, Band 18. 148 Seiten.

REICHHOLF, J. (1980): Die Arten-Areal-Kurve bei Vögeln in Mitteleuropa. Ornithologischer Anzeiger 19: S.13–26.

SCHARTNER, S. (2000): 3.11 Aves (Vögel). In: FLECHTNER, G.; DOROW, W. & KOPELKE, J.-P.: Naturwaldreservate in Hessen 5/2.2 Niddahänge östlich Rudingshain. Zoologische Untersuchungen 1990-1992. Mitteilungen der Hessischen Landesforstverwaltung 32: S.351-428

STRAUB, F.; MAYER, J.; TRAUTNER, J. (2011): Arten-Areal-Kurven für Brutvögel in Hauptlebensraumtypen Südwestdeutschlands. Naturschutz und Landschaftsplanung 43 (11): S.325–333.

SÜDBECK, P. (2005): Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands. Max-Planck-Institut für Ornithologie, Radolfzell. 789 Seiten

SÜDBECK, P. & FISCHER, S. (2005): Welche Methode zu welchem Zweck? In: SÜDBECK, P. (Hrsg): Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands. Dachverband Deutscher Avifaunisten, Radolfzell, S.40-46.

TRAUTNER, J. (2006): Geschützte Arten in Planungs- und Zulassungsverfahren. Filderstadt, Books on Demand, 236 Seiten.

WEIXLER, K. (2006): Auftreten und Ausbreitungshistorie des Karmingimpels *Carpodacus erythrinus* in Bayern. Avifaunistik in Bayern 3 (1): S.56–72.

Der Star (*Sturnus vulgaris*)

GEORG KROHNE, NWV

Den Namen des Stares kennen die meisten Leute aber viele wissen wenig über diesen Vogel. Deshalb sollen in diesem Beitrag das sich ändernde Aussehen des Stares im Verlaufe des Jahres und Beobachtungen aus seinem Leben beschrieben werden.

Im **Prachtkleid** (Abb. 1 - 3) haben Männchen und Weibchen im Frühjahr und Frühsommer ein Gefieder mit grün-violetttem Metallglanz und einen gelben Schnabel. Die Federspitzen auf dem Rücken sind gelblich gefärbt und ein variabler Anteil der Federn auf der Körperunterseite hat weiße Spitzen. Die Geschlechter lassen



Abb. 1: Star Männchen (hinten) und Weibchen (vorne) im Prachtkleid (23.04.2016, Helgoland)

sich in dieser Jahreszeit an der Färbung der Schnabelwurzel des Unterschnabels unterscheiden. Beim Männchen ist sie weiß-bläulich gefärbt (Abb. 1, 2) und beim Weibchen weißlich-rosa (Abb. 1, 3). Ein ganzjähriges Unterscheidungsmerkmal ist die

Irisfärbung. Männchen haben eine einfarbige dunkelbraune Iris (Abb. 2) und Weibchen eine dunkelbraune Iris mit äußerem hellen Irisring (Abb. 3). Auch bei Jungstaren lassen sich die Geschlechter an der Irisfärbung unterscheiden (siehe Abb. 8 – 10; Literatur: 1, 2).



Abb.

2: Männchen mit einfarbiger dunkelbrauner Iris (23.03.2019, Würzburg)



Abb. 3: Weibchen mit dunkelbrauner Iris und äußerem hellen Irisring (22.03.2019, Würzburg)

Im **Schlichtkleid** (Abb. 4, 5) haben beide Geschlechter im Herbst und Winter einen dunklen Schnabel und ein dunkles Gefieder mit gelblichen Flecken auf dem Rücken und weißen Flecken auf dem Bauch. Die Fleckung des Gefieders entsteht durch die gelbliche und weiße Färbung der Federspitzen. Der weiß gefärbte Bereich der Federspitzen des Bauchgefieders kann die Form eines Tropfens haben (Abb. 4) oder v-förmig sein (Abb. 5). Im Schlichtkleid besitzen die Flügelfedern breite hellbraune Säume (Armdecken, Armschwingen) bzw. schmale braungraue Ränder (Handschwingen). Durch die Abnutzung der Federspitzen und der Federränder der Flügelfedern bis zum Frühjahr entsteht das Prachtkleid. Besonders stark nutzen sich die Federspitzen am Kopf, der Kehle und am Bauch ab.



Abb. 4: Star im Schlichtkleid. Das Weiß der Federspitzen ist tropfenförmig. (27.10.2019, Würzburg)



Abb. 5: Star im Schlichtkleid. Das Weiß der Federspitzen ist v-förmig.
(24.11.2016, Helgoland)



Abb.6: Star im
Jugendkleid
(13.06.2016,
Helgoland)

Stare im **Jugendkleid** haben eine helle Kehle, eine braun-weißlich gestreifte Unterseite (Abb. 6), ein matt-braunes Kopf- und Rückengefieder (Abb. 7) und einen braunen Schnabel.



Abb. 7: Star im Jugendkleid (12.06.2017, Helgoland)

Mauser. Im Juli beginnen Jung- und Altstare mit der Mauser ins Schlichtkleid, die spätestens im Oktober abgeschlossen ist. Der Verlauf der Mauser kann bei Jungstaren gut verfolgt werden, da sich das gefleckte und dunklere Gefieder des Schlichtkleides deutlich vom braunen Jugendgefieder unterscheidet (Abb. 8). Die Mauser beginnt im Juli mit den Handschwingen (HS). Gleichzeitig beginnt die Mauser des Kleingefieders am Bauch und etwas später am Rücken. Während der Mauser der Handschwingen beginnt auch die der Armschwingen (AS) und der Schwanzfedern. Zuletzt wird das Kopfgefieder gemausert. Gemauserte Federn sind in Abb. 8 und 10 markiert. Bei einem Jungstar (Abb. 8) wuchs eine Feder der Armschwinge und eine Schwanzfeder. Mehrere Federn

der Handschwinge waren bereits vermausert. Die zwei längsten Federn der Handschwinge stammen noch aus dem Jugendkleid. Das Kleingefieder am Bauch des Weibchens (Abb. 9) war teilweise gemausert. Bei einem zweiten Jungstar (Abb. 10) war die



Abb. 8: Mausernder Jungstar (Weibchen: heller äußerer Irisring). AD, Armdecken; AS, Armschwingen; HS, Handschwingen. Der weiße Pfeil markiert eine wachsende Schwanzfeder. (Abb. 8 + 9: 29.07.2016, Helgoland)

Mauser etwas weiter fortgeschritten. Eine Feder der Armschwinge war deutlich länger als beim Jungstar von Abb. 8 und mindestens zwei ausgewachsene Schwanzfedern des Schlichtkleides waren zu sehen (Abb. 10). Teile des Kleingefieders am Rücken waren ebenfalls gemausert und es war nur noch die längste Feder der

Handschwinge aus dem Jugendkleid vorhanden (Abb. 10). Die Mauser des Kleingefieders des Bauches war bei beiden Jungstaren ähnlich weit fortgeschritten (siehe auch Literatur: 4).



Abb. 9: Mausernder Jungstar (Weibchen).
Derselbe Vogel wie auf Abb. 8.
Der äußere helle Irisring ist besonders gut zu sehen.



Abb. 10: Mausernder Jungstar (Männchen, dunkelbraune Iris).
AD, Armdecken; AS, Armschwingen; HS, Handschwingen;
S, Schwanzfedern. (07.08.2014, Helgoland)

Jungstare in der Endphase der Mauser sind auf Abb. 11 zu sehen. Drei der vier Vögel tragen nur noch im Kopf- und Halsbereich Reste des braunen Gefieders des Jugendkleides.

Ende Juli haben auch die adulten Stare einen Teil des Flügelgefieders gemausert. Der auf Abb. 12 gezeigte Vogel besaß bereits mehrere Flügelfedern des Schlichtkleides und die

Umfärbung des Schnabels war weitgehend abgeschlossen. Nur die Schnabelspitze war noch leicht gelblich gefärbt.



Abb. 11: Jungstare, Endphase der Mauser. Im Kopf- und Halsbereich sind noch Federn des Jugendkleides vorhanden. (24.09.2015, Neuwerk)



Abb. 12: Adulter Star in der Mauser ins Schlichtkleid. Bereits vermauerte Flügel Federn sind beschriftet (im Einschub oben rechts). AD, Armdecken; AS, Armschwingen; HS, Handschwingen. Die Schnabelspitze

ist noch leicht gelblich gefärbt. Die Handschwinge besitzt noch die drei längsten Schwungfedern aus dem Prachtkleid. (27.07.2020, Dagebüll)

Die Schnabelumfärbung ins Prachtkleid und ins Schlichtkleid beginnt an der Schnabelbasis und schreitet zur Schnabelspitze fort. Die Umfärbung des Schnabels im Frühjahr hängt von der Witterung ab und wurde schon Ende Dezember bei einem Star beobachtet, der in Würzburg überwinterte (Abb. 13). Sie beginnt mit der Aufhellung des Schnabels an der Schnabelbasis, die zur Schnabelspitze fortschreitet. Dann bekommt der Schnabel etwas entfernt von der Schnabelbasis seine leuchtend gelbe Färbung (Abb. 14), und am Ende der Umfärbung ist die Schnabelspitze gelb gefärbt (siehe Abb. 1, 2). Die Endphase der Schnabelumfärbung ins Schlichtkleid ist auf Abb. 14 zu sehen.



Abb. 13: Männchen. Die Schnabelbasis ist aufgehellt.
(28.12.2019, Würzburg)



Abb. 14: Weibchen. Der Schnabel beginnt sich leuchtend gelb zu färben. Die Schnabelwurzel des Unterschnabels ist bereits weißlich-rosa. (23.03.2019, Würzburg)

Beim **Balzgesang**

vor und zu Beginn der ersten und der zweiten Brut saßen die Männchen exponiert auf einem Ast in der Nähe der von ihnen favorisierten Nisthöhle und sangen mit erhobenem Kopf und hochgestrecktem Schnabel (Abb. 15, 16). Manchmal sangen mehrere Männchen gleichzeitig vor einer Nisthöhle (Abb. 15). Bei intensiverem Balzgesang öffneten sie die Flügel oder flatterten mit ihnen und sträubten das Kehlfieder. Bei den meisten Männchen waren vor Beginn der ersten Brut Anfang April noch Reste der weißen Federspitzen im Bauch- und Halsbereich vorhanden (Abb. 16A). Die Gefiederabnutzung war bei vielen Männchen ab Mitte Mai so weit fortgeschritten, dass sie ein schwarzblaues Bauchgefieder ohne weiße Farbtupfer besaßen (Abb. 16B). Bei manchen Männchen war vor Beginn der ersten Brut die Schnabelspitze noch nicht leuchtend gelb gefärbt (siehe Abb. 16A).



Abb. 15: Drei Männchen singen vor einer Nisthöhle (02.05.2020, Würzburg)



Abb. 16: Balzgesang eines Staren Männchens Anfang April vor der ersten Brut (A) und eines anderen Ende Mai vor Beginn der zweiten Brut. Die weißen Federspitzen des Bauchgefieders hatten sich bei dem Männchen bis Ende Mai vollständig abgenutzt (B). (A: 05.04.2020, B: 25.05.2020; Würzburg)

Werbung für die Nisthöhle.

Männchen versuchten Weibchen auf eine Nisthöhle aufmerksam zu machen, indem sie nicht nur vor der Nisthöhle sangen, sondern auch am Nisthöhleneingang (Abb. 17A). Ein Männchen warb mit einem Blatt im Schnabel für seine Nisthöhle (Abb. 17B). Als weitere Strategie trugen Männchen frische Blätter in die Nisthöhle, die sie anschließend wieder entfernten (Abb. 17C) oder sie entfernten altes Nistmaterial (Abb. 17D).

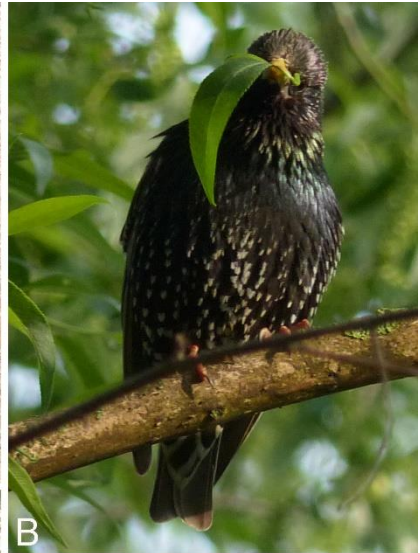


Abb. 17: Werbung für die Nisthöhle. Ein Männchen singt am Eingang der Nisthöhle (A), ein anderes wirbt mit einem Blatt im Schnabel (B). Frische Blätter, die in die Nisthöhle getragen wurden, werden wieder entfernt (C). Ein Männchen entfernt altes Nistmaterial aus der Nisthöhle (D). (A: 04.04.2020, B: 02.05.2020, C: 26.05.2020, D: 04.04.2020; Würzburg)

Entwicklung der Jungen.

Im Alter von 21 Tagen werden Stare meistens flügge. Da bei den beobachteten Nisthöhlen das Datum des Ausfliegens bekannt war, konnte das Alter von jüngeren Staren abgeschätzt werden. Stare (Abb. 18) im Alter von 14 (A), 17 (B) und 20 Tagen (C) schauten aus einer Nisthöhle, die sich auf der Unterseite des Seitenastes einer Silberweide befand. Die 14 Tage alten Jungen hatten breite gelbe Schnabelränder, die sich bis zum Verlassen der Nisthöhle zurückbildeten. Dunen auf dem Kopf waren noch bei 17 Tage alten Jungen zu sehen. Mit zunehmendem Alter hielten sich die Jungen immer öfter am Flugloch auf, beobachteten die Umgebung und hielten nach den Eltern Ausschau (siehe auch Literatur: 4).



Abb. 18: Stare im Alter von 14 (A), 17 (B) und 20 Tagen (C) schauen aus dem Flugloch. An nächsten Tag verließen die Jungen die Nisthöhle. (A: 10.05.2020, B: 13.05.2020, C: 16.05.2020; Würzburg)



Abb. 19: Stare im Alter von 18 (A, B) und 21 Tagen (C, D) schauen aus dem Flugloch. Das Weibchen (A) hatte gerade die Jungen gefüttert. Es ist dieselbe Nisthöhle, die auf Abb.15 gezeigt ist. (A + B: 23.06.2020, C + D: 26.06.2020; Würzburg)

Die auf Abb. 19 gezeigte Nisthöhle befand sich auf der Unterseite des schräg wachsenden Stammes einer Silberweide. Die Nisthöhle besaß ein sehr großes Flugloch, so dass bis zu drei

Junge gleichzeitig hinausschauen konnten (C). Das Weibchen saß nach dem Füttern der 18 Tage alten Jungen noch einen Augenblick vor der Nisthöhle (A). Die Jungen hatten im Alter von 18 Tagen noch lange Dunen auf dem Kopf (A, B) und eines der Jungen auch noch am Tag, als es die Nisthöhle verließ (D, rufendes Junges). Im Alter von 21 Tagen (C, D) wurden die Jungen flügge und verließen vormittags vor 11 Uhr die Nisthöhle. Mindestens zwei Junge schauten in der Zeit vor dem Ausfliegen gleichzeitig aus dem Flugloch (D) und bettelten laut rufend mit weit vorgestrecktem Kopf das in der Nähe sitzende Weibchen an (D).



Abb. 20: Stare im Alter von 14 (A) und 20 Tagen (B) schauen aus dem Flugloch. (A: 10.05.2020, B: 16.05.2020; Würzburg)

In einer Nisthöhle, die sich in ca. drei Meter Höhe im Stamm einer Silberweide befand (Abb. 20), begannen die Jungen im Alter von 14 Tagen, Kot selbstständig am Flugloch nach außen abzugeben (A, weiße Kotpur am unteren Rand des Fluglochs). Die Kotablagerungen im und unterhalb des Fluglochs nahmen in den folgenden Tagen zu (B). Das 14 Tage alte Junge hatte breite gelbe Schnabelränder (A). Es hielt sich mit seinen Zehen am Flugloch fest (A), schaute hinaus und wurde auch am Flugloch gefüttert.

Die 20 Tage alten Stare (B) verließen am nächsten Tag die Nisthöhle.

Versorgung der Jungen.

Wenn die Nestlinge jünger als 14 Tage waren, dann flogen die fütternden Altvögel meistens direkt an das Flugloch, krochen sofort in die Nisthöhle und kamen wenig später mit Kotballen im Schnabel wieder heraus. Deshalb war meistens nicht zu erkennen was verfüttert wurde. Das Futter in den Schnäbeln von Altvögeln, die am Flugloch fütterten oder erst auf einem Zweig vor der Nisthöhle landeten, war öfter zu sehen. Es wurden Insekten (Abb. 21A,), Regenwürmer (Abb. 21B) und Ende Juni auch Johannisbeeren (Abb. 21C) verfüttert.



Abb. 21: An die Nestlinge wurden Insekten (A), Regenwürmer (B) und bei der zweiten Brut auch Johannisseeren (C) verfüttert. Das Alter der gefütterten Jungen war 11 (A), 20 (B) und 17 Tage (C). (A: 07.05.2020, B: 16.05.2020, C: 23.06.2020; Würzburg)

Entsorgung des Kots. Veränderungen bei dem Wegtragen von Kotballen im Laufe der Entwicklung der Jungen konnten an einer Nisthöhle beobachtet werden. Bei den 12 Tage alten Staren (Abb. 22A) krochen die Altvögel in die Nisthöhle hinein, um Kotballen entgegenzunehmen. Bei älteren Jungen (Abb. 22B + C; Alter der Jungen: 18 Tage) warteten die Altvögel nach dem Füttern am Flugloch (B). Sobald ein Junges seinen Kot in das Flugloch abgegeben hatte, wurde er vom Altvogel eingesammelt (C).



Abb. 22: Kotentsorgung an einer Nisthöhle. Der Altvogel kroch in die Nisthöhle und nahm dort den Kotballen entgegen (A; Junge 12 Tage alt). Ältere Jungvögel gaben die Kotballen in das Flugloch ab (B, C; Junge 18 Tage alt). Der Altvogel wartete nach dem Füttern am Flugloch (B) auf die Kotabgabe des Jungen und nahm dann den Kotballen auf (C). (A: 18.06.2020, B + C: 24.06.2020; Würzburg)



Flügge noch nicht selbstständige Jungstare. In der dritten Maiwoche 2020 wurden viele Junge der ersten Brut flügge. Ihre Bettel- und Kontaktrufe waren in Büschen und Bäumen mit reifenden Kirschen von Weitem zu hören. Die in den Kirschbäumen sitzenden Jungen bewegten sich wenig (Abb. 23) und warteten darauf, dass die Altvögel sie mit Kirschen fütterten. Ein Jungvogel hatte noch wenige Dunen im Kopfgefieder (Abb. 23, oberes Bild). Er war wahrscheinlich höchstens seit einem Tag flügge.



Abb. 23: Flügge, noch nicht selbstständige Jungstare in einem Kirschbaum (19.05. 2020, Würzburg)



Besuch von fremden Staren: Ein bis zwei Tage, bevor die Jungen der ersten Brut flügge wurden, interessierten sich fremde Männchen für die bald frei werdenden Nisthöhlen (Junge dieser Nisthöhle: siehe Abb. 18). Sie sangen neben der Nisthöhle und versuchten auch in die noch besetzte Nisthöhle zu kriechen. Der aus der Nisthöhle schauende Jungvogel (Abb. 24) reagierte nicht (betteln, rufen) auf das fremde, rechts neben der Nisthöhle sitzende und rufende Männchen. Die Jungen dieser Nisthöhle waren 20 Tage alt und verließen einen Tag später die Nisthöhle. Bereits einen Tag, nach dem die Jungen flügge geworden waren, trug ein Männchen Nistmaterial in diese Nisthöhle hinein und wieder heraus, um Weibchen auf die Nisthöhle aufmerksam zu machen (siehe Abb. 17C). Dieses Verhalten von fremden adulten und jungen Staren wurde beschrieben (Literatur: 3).



Abb. 24: Ein fremdes Staren Männchen interessiert sich für eine noch besetzte Nisthöhle und singt neben der Nisthöhle. Der aus dem Flugloch schauende Jungvogel bettelt den Star nicht an und ruft auch nicht. (16.05.2020, Würzburg)

Auch ein **fremder, bereits flügger Jungstar** besuchte eine noch besetzte Nisthöhle (Abb. 25) wenige Stunden, bevor die Jungen die Nisthöhle verließen (siehe Abb. 19). Er landete am Flugloch (A) und kroch dreimal in die Nisthöhle (B, C) an den noch nicht flüggen Jungen vorbei (C). Auf einem Bild ist noch die Schwanzspitze des fremden Jungstars über dem Kopf eines Nestlings zu sehen (C). Der flügge Jungstar (D, vorderer Vogel) hatte einen größeren Schnabel als die Nestlinge (C, D).



Abb. 25: Eine noch besetzte Nisthöhle wird von einem fremden flüggen Jungstar für drei Minuten besucht. (26.06.2020, Würzburg)

Zirkeln: Stare haben eine besondere Art des Nahrungserwerbs, das Zirkeln, um nach im Boden versteckten Tieren zu suchen. Sie stechen den Schnabel in den weichen Untergrund und öffnen ihn (Abb. 26, 27). In die entstandene Lücke können sie mit ihren direkt an der Schnabelbasis liegenden Augen schauen und die Beute dann mit dem spitzen Schnabel greifen. Das Zirkeln wenden Stare u.a. an, um in angeschwemmten Braunalgen (Abb. 26) und im Pferdedung (Abb. 27) nach tierischer Nahrung zu suchen.



Abb. 26: Mausernder Jungstar zirkelt (14.08.2015, Helgoland)



Stare und Weidetiere. Stare halten sich gerne in der Nähe von Weidetieren auf, fressen dort die durch die Schafe und Rinder aufgescheuchten Insekten und suchen im Boden und im Kot der Tiere (siehe Abb. 27) nach Nahrung. Öfter nutzen sie den Rücken der Tiere als Aussichtsplattform.



Abb. 27: Schafe und Stare in der Marsch in Nordfriesland. Auf dem linken Schaf sitzt ein Star. Andere Stare suchen in der Nähe der Schafe nach Nahrung. (13.10.2019, Dagebüll).

Staren Schlafplatz im Schilf. Auf Neuwerk hatten Stare im April 2018 und 2019 den Schilfgürtel eines Teiches als Schlafplatz ausgewählt. Der Teich befand sich auf der Nordseite der Insel und war zur Meerseite hin vom Deich umgeben. Der Flug der Stare zum Schlafplatz konnte gut beobachtet werden, wenn man aus westlicher Richtung auf den Teich schaute. Die Ostbake (ein Seefahrtszeichen) war nach Sonnenuntergang ein guter Referenzpunkt.

Nach Sonnenuntergang konnten die Stare im Schilf von der Deichkrone aus beobachtet werden (Abb. 28). Trotz der Dunkelheit war der gelbe Schnabel von einem Star zu erkennen (Abb. 28, Einschub) Mindestens 50 Stare saßen an der fotografierten Stelle im Schilf.



Abb. 28: Stare am Schlafplatz im Schilf. Der Einschub zeigt zwei Stare am Schlafplatz auf Schilfhalmern sitzend. Vom oberen Star ist der gelbe Schnabel zu erkennen. (15.04.2019, Neuwerk)



Abb. 29: Stare auf dem Flug zum Schlafplatz im Schilfgürtel eines Teiches. Rechts im Bild ist die Ostbake von Neuwerk zu sehen.

Am 17.04.2019 wurde der Flug von Staren zum Schlafplatz beobachtet (Abb. 29). Um 20:37 Uhr, 15 Minuten nach Sonnenuntergang, kam ein Schwarm von ca. 30 Staren aus südlicher Richtung in ca. 10-20 Meter Höhe angeflogen (A1). Als die Vögel den Teich erreicht hatten, flogen sie sofort nach unten in das Schilf (A2 – A4).

Starenschwärme. Bereits Ende Juli konnte ich größere Starenschwärme in Gegenden beobachten, in denen das Nahrungsangebot gut war, z.B. an der Nordseeküste in Schleswig-Holstein. Im September und Oktober waren größere Starenschwärme auch in Würzburg anzutreffen (Literatur: 4). Die Form eines Staren Schwarms kann sich in Sekunden verändern (Abb. 30A, B).



Abb. 30: Ein Starenschwarm hatte zuerst eine kugelige Form (A) und Sekunden später war er lang gestreckt (B). Dieser Schwarm bestand aus mehr als 2750 Vögeln (2756 Vögel gezählt auf B). (05.10.2016, Linum)



B



A



B

Abb. 31: Staren Schwärme rasten gerne auf Stromleitungen (A, B). Der Schwarm (A) bestand aus mindestens 373 Vögeln. Die Vögel hielten immer einen Minimalabstand zum Nachbarn ein (B). (A: 07.10.2015, Linum; B: 08.10.2016, Linum)

Literatur:

(1) Urs. N. Glutz von Blotzheim, Kurt M Bauer, Einhard Bezzel (1993). Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Band 13-III. *Sturnus vulgaris* - Star, S. 2026 – 2114.

(2) Wolfgang Schneider (1972). Der Star. Neue Brehmbücherei. S. 1 – 127.

(3) Friedrich W. Merkel (1991). Fremdbesucher bei nestjungen Staren. *Luscinia* 47: S. 89 – 90.

(4) Georg Krohne (2020). Beobachtungen an Staren. <http://www.cewe-fotobuch.de/view/49dbf90e1440f7dea9587d36ed7f87c7>

Fotos: Georg Krohne

Das Trommeln des Buntspechtes *Dendrocopos major* - eine Analyse mit Anleihen aus der Schwingungstheorie

HELMUTH MEIDHOF, Großostheim

Bestimmt hat schon jeder die Trommelrufe der Buntspechte im Frühjahr wahrgenommen. Der Eine oder Andere mag sich die Frage gestellt haben, ob es nicht eine Möglichkeit gibt, die dahinterstehenden Gesetzmäßigkeiten aufzudecken. Wie gelingt es dem Buntspecht die Lautstärke hervorbringen? Welche Voraussetzungen müssen erfüllt sein, damit der Trommelruf gelingt? Wer sich auf etwas technische Physik in Kombination mit der Hilfswissenschaft Mathematik einlässt, wird mit Erkenntnissen belohnt!

In der Arbeit werden als Resonanzkörper des Buntspechtes Äste ausgewählt, die durch die Trommelwirbel zu erzwungenen Schwingungen angeregt werden. Es wird gezeigt, dass die Äste nicht in ihrer Eigenfrequenz, sondern in der Spechttrommelfrequenz schwingen. Nur so bleiben akustisch die, übrigens für jede Spechtart, charakteristischen Trommelwirbel erhalten. Es wird auch ermittelt, wie weit die Trommelfrequenz von der Ast-Eigenfrequenz abweichen darf, um noch hörbare Schallschwingungen zu erzeugen. Die Eigenfrequenz der Äste in Abhängigkeit der Durchmesser werden in Diagrammform vorgestellt.

Einleitung

Im Frühjahr kann der aufmerksame Waldbesucher die lauten und markanten Trommelwirbel der Buntspechte hören, die etwa eine dreiviertel Sekunde andauern. Das Weibchen trommelt meist etwas kürzer als das Männchen. Durch die hohe Intensität können sie auf weite Entfernungen wahrgenommen werden. Das Trommeln dient als Ersatz für den Gesang und ist ein Kommunikationsinstrument. Weiterhin grenzt er damit sein Revier ab, oder er sucht einen Partner. Zur Nahrungssuche wird es nicht benötigt. Aus wissenschaftlichem Interesse sollen mit Hilfe der

Mathematik und der technischen Physik die hinter dem Trommeln stehenden Gesetzmäßigkeiten entschlüsselt werden. Vielleicht lassen sich der Natur noch ein paar Geheimnisse entlocken.



Abb. 1: Buntspechtmännchen trommelt am Ende eines Astes. 8.4.2020 Großostheim



Abb. 2: Buntspecht auf Nahrungssuche.
16.12.2020 Großostheim

Material und Methode, Grundlagen der Balkenschwingung und der erzwungenen gedämpften Schwingung

Wie schafft dieser etwa amselgroße ca. 23 cm lange und ca. 80 Gramm schwere Vogel diese Energieleistung. Das Geheimnis sind die verwendeten Resonanzkörper, die er als Schallquelle nutzt. Resonanzkörper können sehr unterschiedlich ausfallen, wie Dachrinnen, Hohlstellen an Bäumen und sogar ganze Wände. Sehr geeignet und im Wald häufig vorkommend sind ganz einfach Äste. Die Trommelfrequenz regt den Ast zu einer Antwortfrequenz an und der Ast fängt an zu schwingen. Sind die Schwingungen stark genug, übertragen sie sich auf die Umgebungsluft und erreichen als Luftschall unser Ohr. Durch einen einzigen Schlag alleine würde der Ast nicht in dem Maße zum Schwingen angeregt werden können, wie durch viele Trommelschläge. Physikalisch gesehen bewirken sie eine „erzwungene Schwingung“ durch periodische Krafteinwirkung. Eine große Schwingweite und dadurch erhöhte Schallabstrahlung erzielt der Specht, wenn die Schlagfrequenz mit der Eigenfrequenz des Astes übereinstimmt. Je weiter sich die Schlagfrequenz von der Eigenfrequenz des Astes unterscheidet, desto geringer wird die Schwingweite. Jeder Ast besitzt eine eingeprägte innere Dämpfung und eine äußere Dämpfung bedingt durch die umgebende Luft. Ansonsten könnten sich die Schwingweiten immer weiter aufschaukeln.

Um das System des Astes einer Berechnung zugänglich zu machen und möglichst einfach zu halten, wird als Ersatz ein einseitig eingespannter homogener Balken mit konstantem Querschnitt eingeführt und die Biegeschwingungstheorie von Balken aus der technischen Mechanik angewendet. Auf die Herleitungen der Gleichungen wird verzichtet. Mit dieser Methode kann die jedem Ast innewohnende Eigenfrequenz bestimmt werden. Da die Spechttrommelfrequenz nicht mit der Asteigenfrequenz übereinstimmt, muss untersucht werden, ob der Ast noch akustisch hörbare Schwingungen erzeugen kann. Hier hilft die Methode der erzwungenen Schwingung von Balken weiter.

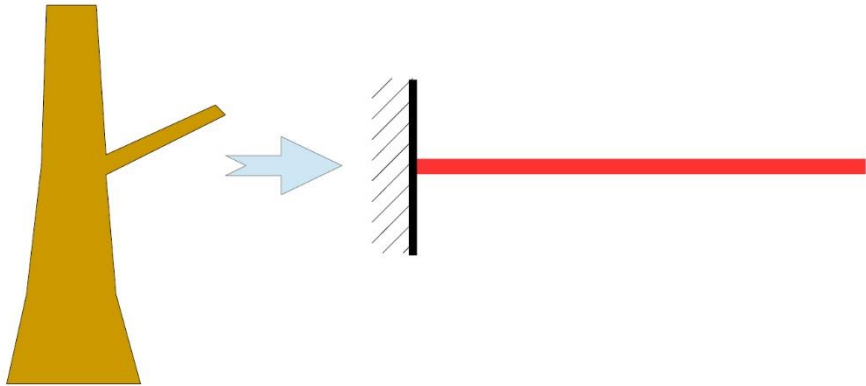


Abb. 3: Balken als Ersatzsystem für einen Ast am Baum

Der einseitig eingespannte Balken kann laut Schwingungstheorie nur definierte Eigenschwingungsformen annehmen mit den dazugehörigen Eigenfrequenzen. In unserem Fall des Spechtes sind es Biegeschwingungen, da er quer zur Astrichtung klopft. Äste mit Seitenast könnten theoretisch auch zu Torsionsschwingungen angeregt werden, wenn der Specht am Seitenast quer zum Hauptast klopfen würde (kommt wahrscheinlich nicht vor). Vom Specht angeregte Longitudinalschwingungen eines Astes sind ebenfalls ausgeschlossen. Er müsste dafür in Achsrichtung klopfen.

Die Eigenschwingungsform mit der niedrigsten Frequenz ist die Grundschiwingung (Abb. 4). Schwingungsformen höherer Ordnung sind Oberschwingungen. Abb. 5 zeigt die 1. Oberschwingung. Höhere Ordnungen als die 1. Oberschwingung werden hier nicht behandelt. Der Balken schwingt bei Anregung zwischen der durchgezogenen und gestrichelten Linie hin und her. Die Amplituden in den Abbildungen sind überhöht dargestellt. Die Grundschiwingung stellt sich eher an kürzeren Ästen ein. Bei weiter steigender Astlänge sinken die Eigenfrequenzen immer weiter und die Oberschwingungen bekommen die Oberhand. Es ist nicht ausgeschlossen, dass Grund- und Oberschwingungen simultan vorkommen.

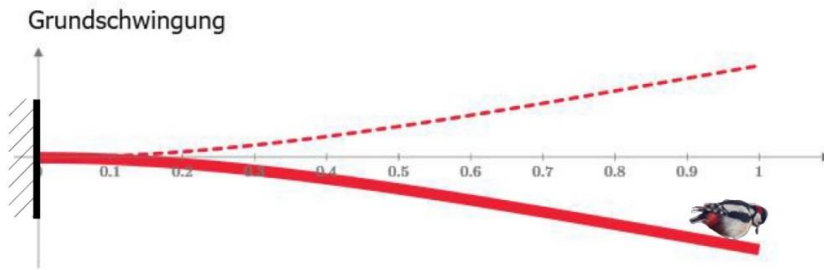


Abb. 4: Grundswingungsform mit der günstigen Trommelstelle des Buntspechtes

Die 1. Oberschwingung nach Abb. 4 besitzt einen sogenannten Knoten bei 0,78-facher Stablänge. An Knoten existieren keine Amplituden.

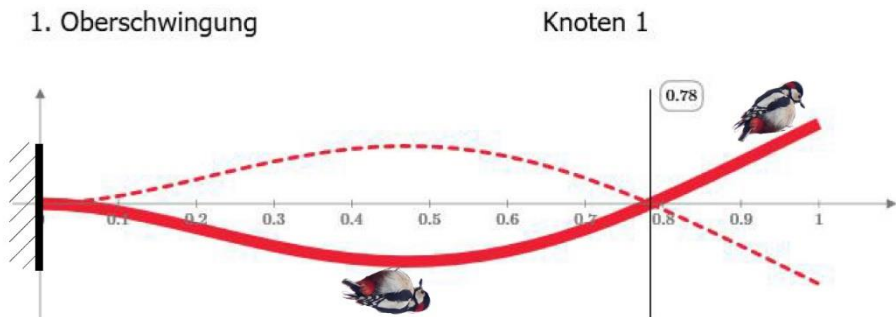


Abb. 5: Oberschwingungsform mit den zwei günstigen Trommelstellen des Buntspechtes

Die größte Wirkung hinsichtlich Lautstärke beim Trommeln erzielt der Specht an Stellen großer Schwingungsamplituden. Pech hätte er an Knoten und in der Nähe der Einspannstelle, da an diesen Stellen keine Schwingungsanregung möglich ist. Günstige und effiziente Stellen sind in der Grundswingung und der 1. Oberschwingung dargestellt. An diesen Stellen sollte der Specht während des Trommelns zu beobachten sein.

Erklärungen zur Physik des Trommelsns

Die Frequenzen der Grund- und Oberschwingungen sind nicht harmonisch gestaffelt, also nicht äquidistant. Auch wenn die Gleichungen nicht für jeden verständlich sind, ist dies sofort aus der Darstellung des Graphen der sogenannten „charakteristischen Gleichung“ (Diagramm 1 Rechteck um Gleichung) ersichtlich (für den einseitig eingespannten Balken). Die Schnittpunkte der beiden abgebildeten Teilfunktionen sind die Lösungspunkte zur Berechnung der Frequenzen und der Eigenschwingungsformen. Die $\cos(\lambda)$ -Funktion (blauer Graph) schneidet die Abszisse (x-Achse) in gleichen Abständen. Aber nicht die Schnittpunkte der $\cos(\lambda)$ -Funktion und der $-1/\cosh(\lambda)$ -Funktion. Sie liegen versetzt daneben.

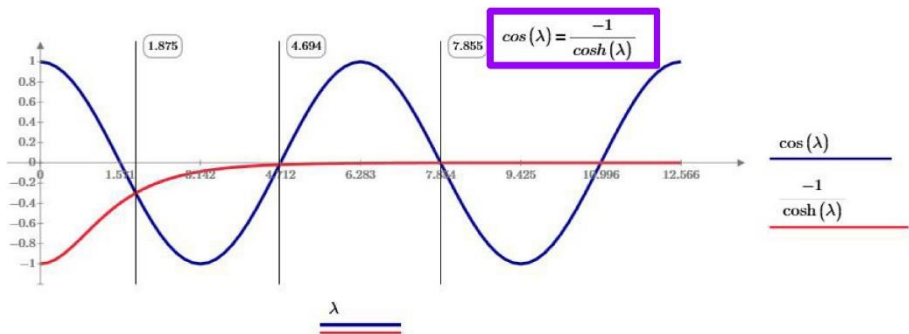


Diagramm 1: Charakteristische Gleichung

Die Gleichung zur Berechnung der Eigenfrequenzen (Gleichung 1) von einseitig eingespannten Balken mit konstantem kreisförmigen Querschnitt lautet:

$$f = \frac{\lambda_i^2 \cdot d}{L^2 \cdot 8 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad \text{mit} \quad \begin{aligned} \lambda_1 &= 1.875 \\ \lambda_2 &= 4.694 \\ \lambda_3 &= 7.855 \end{aligned}$$

Gleichung 1: Eigenfrequenzen eines einseitig eingespannten Balkens

Die λ -Werte entsprechen den Schnittpunkten der Graphen von Diagramm 1 und gehen quadratisch in die Gleichung ein. λ_1 steht für die Grundschiwingung (Abb. 4) und λ_2 , λ_3 für die Oberschiwingungen (Abb.5).

f - Balkeneigenfrequenz [Hz]

d - Balkendurchmesser [mm]

L - Balkenlänge [mm]

E - Biege-Elastizitätsmodul kurz E-Modul
(Materialkennwert) [N/mm^2]

ρ - Holzdichte [kg/m^3]

λ - Kennwert für die Grund- und Oberschiwingungen

$i = 1,2,3...$ Natürliche Zahlen

Der Einfluss der Parameter in der Frequenzgleichung wird nun näher beschrieben.

Die Frequenz nimmt linear mit dem Balkendurchmesser d zu. Doppelte Durchmesser bedeutet doppelte Frequenz.

Die Länge L geht quadratisch in die Gleichung ein und steht im Nenner. Doppelte Länge verringert die Frequenz auf ein Viertel.

Der E-Modul steht unter der Quadratwurzel und die Frequenz nimmt bei 4-fachem Wert auf das Doppelte zu.

Die Holzdichte steht im Nenner unter der Quadratwurzel. Die Frequenz halbiert sich bei 4-fach höherer Dichte.

Das Elastizitätsmodul (E-Modul) ist ein Materialkennwert, der die elastische Dehnung eines Körpers unter Belastung beschreibt. Je größer die Belastung umso größer ist die Dehnung und bezüglich des E-Moduls streng linear. Für den Balken bedeutet das, dass er sich z. B. bei Zugbeanspruchung verlängert und bei Querbeanspruchung biegt. Den Betrag des Elastizitätsmoduls kann man sich als die virtuelle Kraft [N] vorstellen, die man aufbringen muss, um einen Balken mit einem Quadratmillimeter Querschnitt auf das Doppelte der Ursprungslänge zu dehnen. Die üblichen Dehnungswerte sind meist klein. Bei Entlastung nimmt

der Körper wieder die Ursprungslänge ein (Elastizität). Gäbe es keine Dehnung, würde jeder Körper bei Belastung spröde brechen. Für die Biegeschwingung ist der Biege-E-Modul maßgebend. Bei Holz existieren sogar in jeder Raumrichtung unterschiedliche E-Module bedingt durch die Wachstumsstruktur des Holzes.

Zur Berechnung der Eigenfrequenzen werden die Kennwerte für verschiedene Holzarten, Feuchtegrade und Temperaturen ermittelt. Die Holzdichte ρ (Internet-Recherche) streut in einem weiten Bereich. Theoretisch sind sogar Feuchtegrade von über 100% möglich z. B. wenn der Baum frisch im Saft steht. Eine Auswahl ist aufgeführt in Tabelle 1.

Holzart	Rohdichte	
	Nass 60%	Raumklima 12%
	[kg/m ³]	[kg/m ³]
Fichte	600	450
Tanne	600	450
Kiefer	660	530
Buche	900	760
Eiche	900	705

Tabelle 1: Auswahl Rohdichte von Holz

Werte für das Biege-E-Modul von Holz sind schwieriger zu ermitteln. Sie sind hauptsächlich abhängig von der Holzart, Holzfeuchte und Temperatur. Im Internet findet man eine große Spannweite an Werten, sogar selbst innerhalb einer Holzart. Das E-Modul ist niedrig bei feuchtem/nassen Holz und wird höher bei trockenem Holz. Bei hohen Temperaturen ist er niedrig und steigt bei kalten bis eiskalten Temperaturen an. Um rechnen zu können, wurden Werte festgesetzt (Tabelle 2).

Holzart	Biege-E-Modul	
	Raumtemperatur	sehr kalt
	[N/mm ²]	[N/mm ²]
Fichte	11000	13000
Tanne	12500	14700
Kiefer	11000	13000
Buche	14000	16000
Eiche	13000	15000

Tabelle 2: Auswahl Biege-E-Modul aus der Literatur

Werte für feuchtes Holz sind nicht zu finden. Sie müssen in einem Versuch bestimmt werden. Für kreisförmige Probestäbe mit homogener Dichte wird das E-Modul berechnet nach Gleichung 2. Mit Hilfe der Anleitung zum Versuchsaufbau in Abb. 6 kann die Durchbiegung der Probenstäbe ermittelt werden bei angehängtem Gewicht. Der Abstand des Gewichtes von der Einspannstelle, sowie der Probendurchmesser wird bestimmt und das E-Modul nach der Gleichung 2 berechnet.

$$E = \frac{m \cdot g \cdot L^3}{3 \cdot w \cdot d^4} \cdot \frac{\pi}{64}$$

Gleichung 2: Ermittlung des E-Moduls

- E Elastizitätsmodul (kurz: E-Modul)
- m Masse des angehängten Körpers
- g Erdbeschleunigung (9,81 m/s²)
- L Länge Probestab/Ast
- d Stabdurchmesser
- w Gemessene Durchbiegung durch das Gewicht

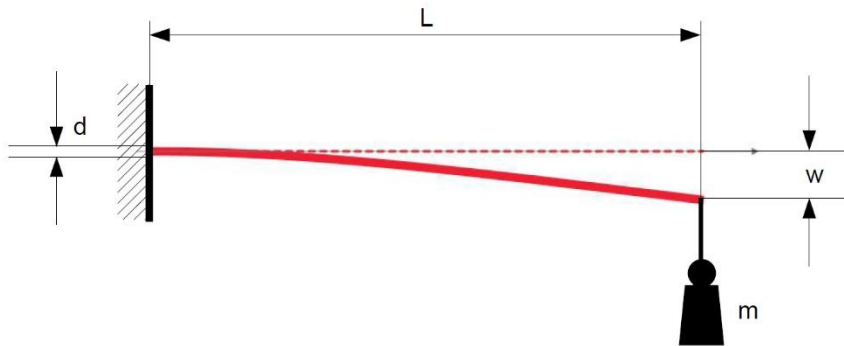


Abb. 6: Versuchsaufbau zur Ermittlung des E-Moduls

Mit Ästen aus dem Wald und einem Probestab aus dem Baumarkt mit einem genauen Durchmesser, wurden Näherungswerte ermittelt. Die Schwierigkeit von Ästen ist, dass sie keinen exakt runden Querschnitt haben, Verdickungen und Augen besitzen, gekrümmt sind und Risse enthalten können. Alle diese „Fehlstellen“ erniedrigen den E-Modul. Die ermittelten Werte sind daher nur Näherungswerte. Nasses Holz hat in etwa nur die Hälfte des E-Modul-Wertes von trockenem Holz. Der Wert des trockenen Probestabes stimmt gut mit den Literatur Werten von Tabelle 2 überein.

Es folgen grundsätzliche Überlegungen zu Ästen, die erfüllt sein müssen, um die Schwingfähigkeit zu ermöglichen. Wenn der Specht an einem Ast trommelt, ist das physikalisch gesehen eine periodisch erregte erzwungene Schwingung. Der Ast antwortet mit einer bestimmten Frequenz und Schwingweite.

Probestab	Holzart	Abhänglänge der Masse L [mm]	Durchmes- ser d [mm]	Angehängte Masse m [kg]	Durchbie- gung w [mm]	E-Modul errechnet E [N/mm ²]
Trockener Ast ge- spalten	Buche	544	29	2,35	8	4453
Trockener Ast	Buche	475	20	1,25	6	9293
Frischer Ast	Buche	585	13	0,24	24,5	4573
Frischer Ast	Buche	595	20	1,25	27	4059
Rundmaterial tro- cken Baumarkt	?	515	14,4	1,25	22	12020

Tabelle 3: E-Modul an Probestäben durch Versuch bestimmt

Theoretisch könnte der Specht auch nur einen einzelnen Schlag setzen, anstatt zu trommeln. Durch das Trommeln wird aber mehr Schwingungsenergie eingebracht, was zu einer größeren Lautstärke führt. Und der Specht möchte ja gehört werden.

Äste mit vielen und langen Seitenästen, die insbesondere mit Knospen oder schon mit Blattwerk versehen sind, muss der Specht meiden, da dieses Beiwerk eine erhebliche Luftdämpfung hervorrufen würde und die Astbewegung verpuffen würde. Frische Äste haben einen hohen Feuchtegrad und damit eine hohe Masse, welche mit einem höheren Energieaufwand beim Trommeln verbunden wäre, da mehr Masse bewegt werden muss. Die Dämpfungseigenschaften von frischem und trockenem Holz unterscheiden sich. Dürre Äste haben eine geringere Dämpfung als frische Äste. Eine geringere Dämpfung führt zu größeren Schwingungsamplituden und damit Lautstärke. Es bleibt dem Specht nichts anderes übrig, als gezielt Äste zu wählen, die am Ende abgebrochen sind und nicht zu viele Seitenäste besitzen. Diese Aststummel sind ausgetrocknet oder werden es zwangsläufig.

Die Trommelwirbel des Buntspechtes werden im Folgenden näher auf die auftretenden Trommelfrequenzen hin untersucht und es wird der Frage nachgegangen, ob die Äste auch dann noch schwingfähig sind, obwohl die Spechtfrequenz von der Eigenfrequenz der Äste abweicht.

In der Literatur wird die Trommelfrequenz des Buntspechtes meist mit 19 Hz angegeben bei etwa 0,7 Sekunden Dauer. In der Praxis taucht natürlich die Frage auf, wie wahrscheinlich es ist, dass ein Buntspecht Äste findet, die genau bei dieser Anregungsfrequenz schwingen. Das ist quasi unmöglich. Und trotzdem funktioniert das Trommeln. Es ist davon auszugehen, dass der Specht auch dann Äste zum Schwingen bringen kann, wenn die Eigenfrequenz der Äste von der Anregungsfrequenz des Spechtes abweicht. Wird ein 20%-Zuschlag zu Grunde gelegt, würden auch noch Äste mit Eigenfrequenzen im Bereich von $19 \text{ Hz} \pm 20\%$ (ca. 16 Hz bis 23 Hz) zum Schwingen gebracht werden können. Dieser Wert aus der Maschinenindustrie wird angewendet bei Maschinen mit kritischen Drehzahlen. Ein Bereich von bis zu $\pm 20\%$ im Umkreis der kritischen Drehzahl wird gemieden, um die Maschine nicht zu gefährden. Der Specht möchte im Gegensatz dazu exakt diesen Bereich nutzen.

Zur genaueren Analyse der Buntspechttrommelfrequenz wurde ein Sonogramm aus der App „Die Stimmen der Vögel Europas“ entnommen (Abb. 7). Die Schlagfrequenz nimmt vom Anfang bis zum Ende des Trommelns hin immer mehr zu. Um die Anfangs- und Endfrequenz ermitteln zu können, wird mit Hilfsmaßen gearbeitet. Der eingetragene Wert 95,5 mm/s bezieht sich auf die 1-Sekunde-Markierung im Sonogramm. Die Darstellung ist leider etwas windschief, so müssen noch die Werte 121,5 mm und 120,0 mm zur Umrechnung genutzt werden. Die 16 Trommelschläge dauern umgerechnet 0,79s. Die 16 Schläge oder 15 Intervalle ergeben eine durchschnittliche Frequenz von 19,0 Hz. Die Anfangsfrequenz (6 mm) ergeben 15,7 Hz und die Endfrequenz (4 mm) 23,6 Hz. Das ist der Frequenzumfang, den der Buntspecht laut Sonogramm erreicht. Der Buntspecht hämmert also nicht mit konstanter Frequenz. Somit hat er eine gewisse Bandbreite an Anregungsfrequenzen „eingebaut“ und erhöht die Wahrscheinlichkeit Äste zu finden, die er zum Schwingen anregen kann. Der obige Schätzungsschlagswert von $\pm 20\%$ auf den erweiterten Frequenz-Bereich angewendet, erhöht den möglichen Eigenfrequenzumfang der Äste auf mindestens 13 bis 28 Hz.

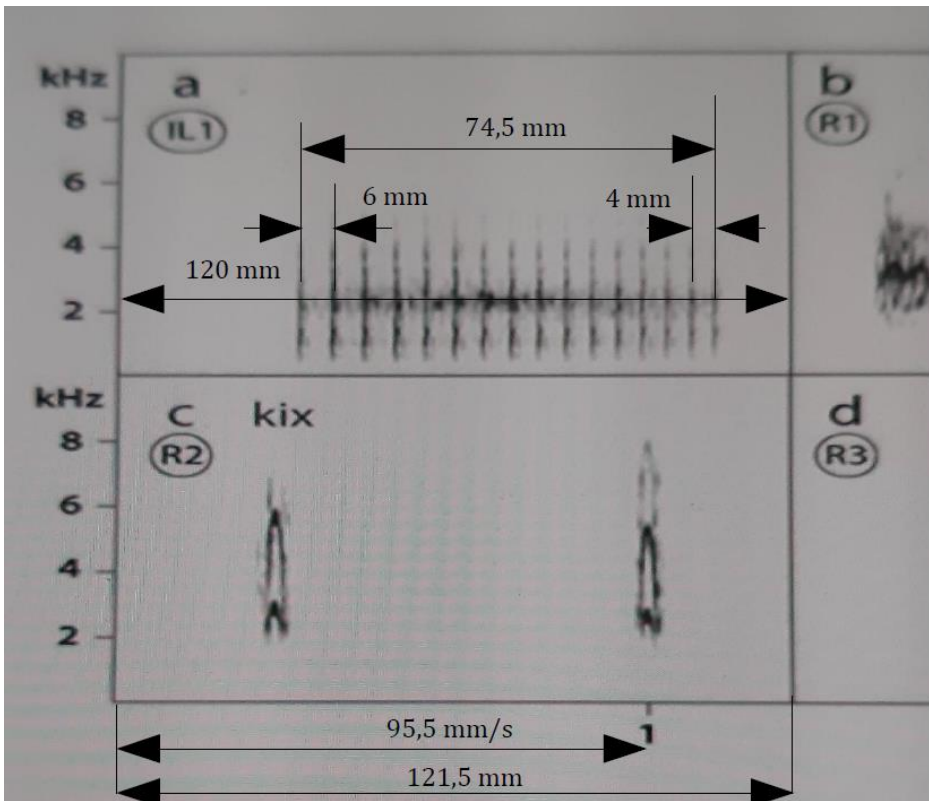


Abb. 7: Sonogramm mit Trommelfrequenzbereich des Buntspechtes

Eine bessere Beurteilung, was die Anregungsfrequenzen des Spechtes auf die Antwortfrequenzen und ~amplituden des Astes bewirken, erlaubt die sogenannte Vergrößerungsfunktion aus der Theorie der erzwungenen gedämpften Schwingungen (Diagramm 2). Die Theorie geht von einer harmonischen (sinusförmigen) Erregung aus. Die Trommelschläge des Spechtes sind nicht harmonisch, aber in grober Näherung wird die Theorie hier trotzdem angewendet.

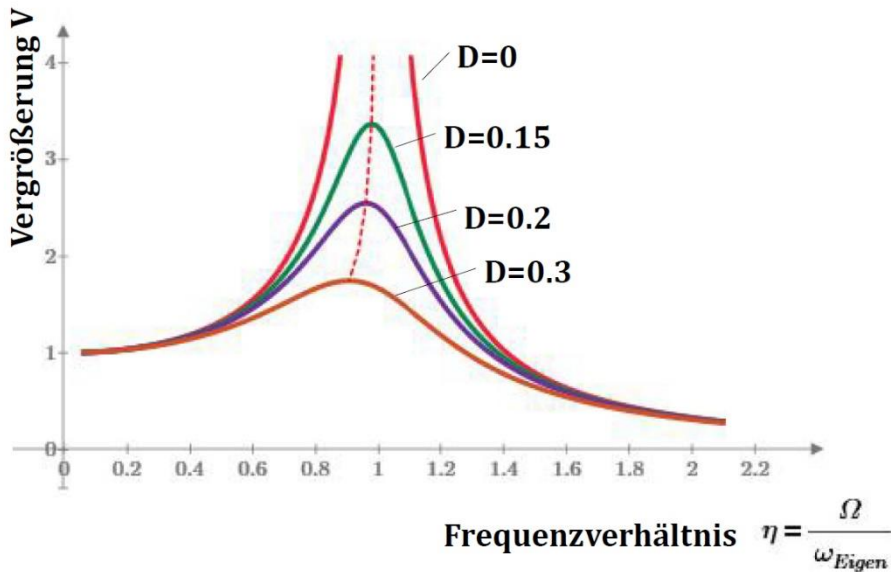


Diagramm 2: Darstellung der sogenannten „Vergrößerungsfunktion“

Auf der Abszisse (X-Achse) sind die Frequenzverhältnisse η aufgetragen (Anregungsfrequenz Ω des Spechtes zur Asteigenfrequenz ω_{Eigen}). Der Wert $\eta=1$ bedeutet, die Spechtfrequenz ist gleich der Asteigenfrequenz und wird gleichzeitig als kritische Frequenz bezeichnet. Kritisch deswegen, da bei kleiner Dämpfung große und damit zerstörerische Schwingweiten auftreten können. Der Wert 0,5 z. B. bedeutet, die Spechtfrequenz ist halb so groß wie die Asteigenfrequenz usw. Die Ordinate (Y-Achse) ist die sogenannte Vergrößerungsfunktion in Abhängigkeit der Dämpfung D . Die Dämpfung bestimmt die Schwingweite. Ist keine Dämpfung vorhanden ($D=0$) und die Anregungsfrequenz des Spechtes stimmt mit der Eigenfrequenz des Astes überein ($\eta=1$), schwingt der Ast theoretisch bis ins Unendliche. Die Vergrößerung erreicht große Werte. Je höher die Dämpfungswerte ausfallen, desto kleiner sind die Schwingungsamplituden. Ist η kleiner 1 liegen unterkritische Verhältnisse vor

und V strebt für sehr kleine η -Werte gegen 1. Werte über 1 ergeben überkritische Verhältnisse und V strebt für große η -Werte gegen 0. Sehr kleine η -Werte bedeuten sehr langsame Schlagfolge und Frequenz gegenüber der Asteigenfrequenz. Der Ast bewegt sich im Takt der Schlagfolge und besitzt genau die Amplitude V der Schnabelspitze des Spechtes. Der Vergrößerungswert ist daher 1. Bei Erhöhung der Schlagfrequenz z.B. $\eta=0,8$ kann der V -Wert auf z.B. 2 steigen, das hieße die doppelte Amplitude der Schnabelspitze. Sind die η -Werte sehr viel größer als 1, trommelt der Specht sehr viel schneller als die Eigenfrequenz des Astes und die Ast-Amplituden tendieren gegen Null. (In Analogie einer Wäschetrommel, die auch bei immer höheren Drehzahlen selbstzentrierend wirkt und kaum noch taumelt). Bei z.B. $\eta=1,8$ kann V etwa 0,5 sein, was die Hälfte der Schnabelspitzenamplitude bedeuten würde. Im unterkritischen Bereich werden die Frequenzen kleiner, aber die Schwingweiten bleiben hoch. Im überkritischen Bereich sind die Frequenzen hoch, aber die Schwingweiten werden immer kleiner.

Nach der Theorie ist es bedeutsam, dass der Ast beim Trommeln grundsätzlich immer in der Schlagfrequenz des Spechtes schwingt und nicht in seiner Eigenfrequenz! Egal, ob die Anregungsfrequenzen des Spechtes im über- oder unterkritischen Bereich gegenüber der Asteigenfrequenz liegen, der Frequenzumfang des Spechtes bildet sich stets ab. Dieser Zusammenhang ist wichtig, da jede trommelnde Spechtart ihre charakteristischen Trommelmerkmale klingen lassen kann. Im unterkritischen Fall sind die Schwingweiten aber größer und mit mehr Lautstärke verbunden. Ein einziger Schlag dagegen führt dazu, dass der Ast in seiner Eigenfrequenz schwingt, so als würde eine Stimmgabel angeschlagen werden. Auch wenn die Dämpfungswerte des Astes nicht genau bekannt sind, können doch wesentliche Zusammenhänge erklärt werden.

Die nächsten Bilder sollen einen Überblick geben, welche Auswirkungen der Frequenzumfang des Spechtes (15,7 bis 23,6 Hz) auf Äste mit dem oben definierten Eigenfrequenzumfang der Äste von 13 bis 28 Hz hat. Das Diagramm 3 zeigt die Situation eines Astes bei 19 Hz Eigenfrequenz. Die Abszisse (X-Achse) stellt nicht das Frequenzverhältnis η dar, sondern ist mit den Anregungsfrequenzen skaliert, um die Abbildung lesbarer zu machen. Der Frequenzumfang des Spechtes ist schraffiert dargestellt. Es sind zwei unterschiedliche Dämpfungskurven eingezeichnet. Es ergeben sich ordentliche Vergrößerungswerte, wie zu erwarten ist. Dies wäre die optimale Situation für den Specht, um möglichst laut zu tönen.

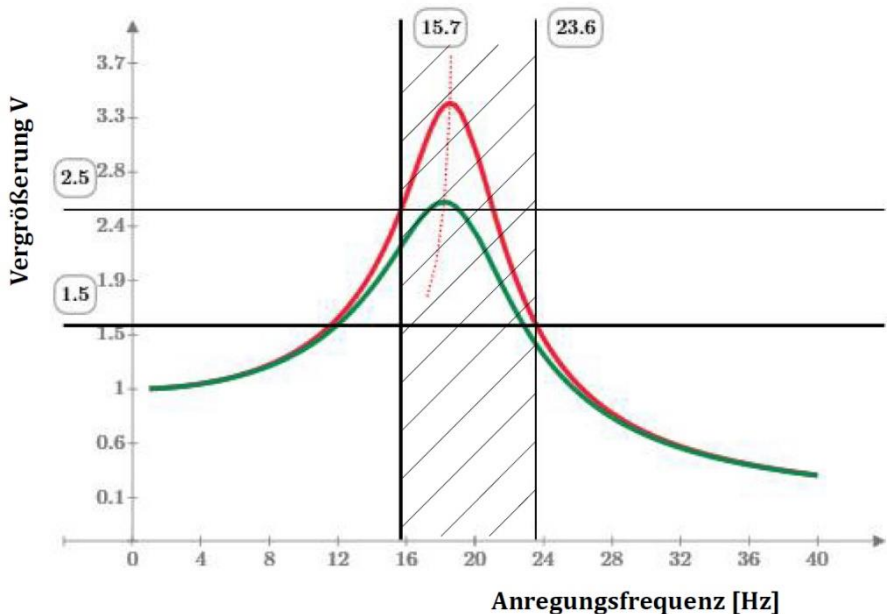


Diagramm 3: Vergrößerungsfunktion bei 19 Hz Asteigenfrequenz und Schwingungsanregung im Frequenzbereich des Spechtes von 15,7 bis 23,6 Hz bei 2 Dämpfungswerten

Bei der Asteigenfrequenz von ca. 13 Hz (Diagramm 4) liegt der Frequenzumfang des Spechtes im überkritischen Bereich. Es ergeben sich ebenfalls noch hohe Vergrößerungswerte. Man erkennt auch den Vorteil, den der Buntspecht durch seinen Frequenzbereich besitzt, denn die 15,7 Hz liegen näher an der Eigenfrequenz des Astes von 13,1 Hz, als konstant 19 Hz. Die Schwingungsamplituden werden dadurch größer.

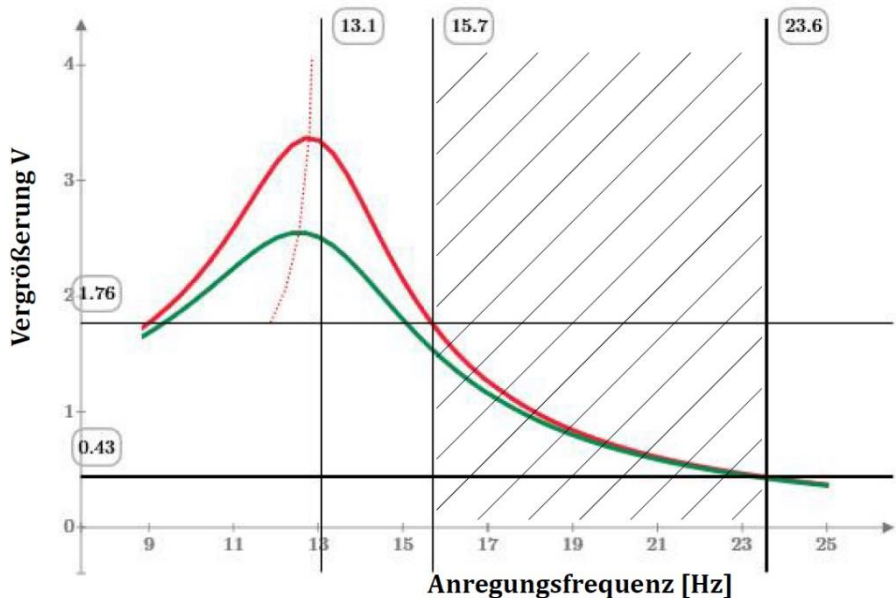


Diagramm 4: Vergrößerungsfunktion bei 13,1 Hz Asteigenfrequenz und Schwingungsanregung im Frequenzbereich des Spechtes von 15,7 bis 23,6 Hz

Bei der oberen Asteigenfrequenz von 28,3 Hz befindet sich der Specht-Frequenzbereich im unterkritischen Teil (Diagramm 5). Die Vergrößerungswerte sind ebenfalls noch optimal. In diesem Fall sind die 23,6 Hz näher an der Eigenfrequenz des Astes von 28,3 Hz als konstant 19 Hz.

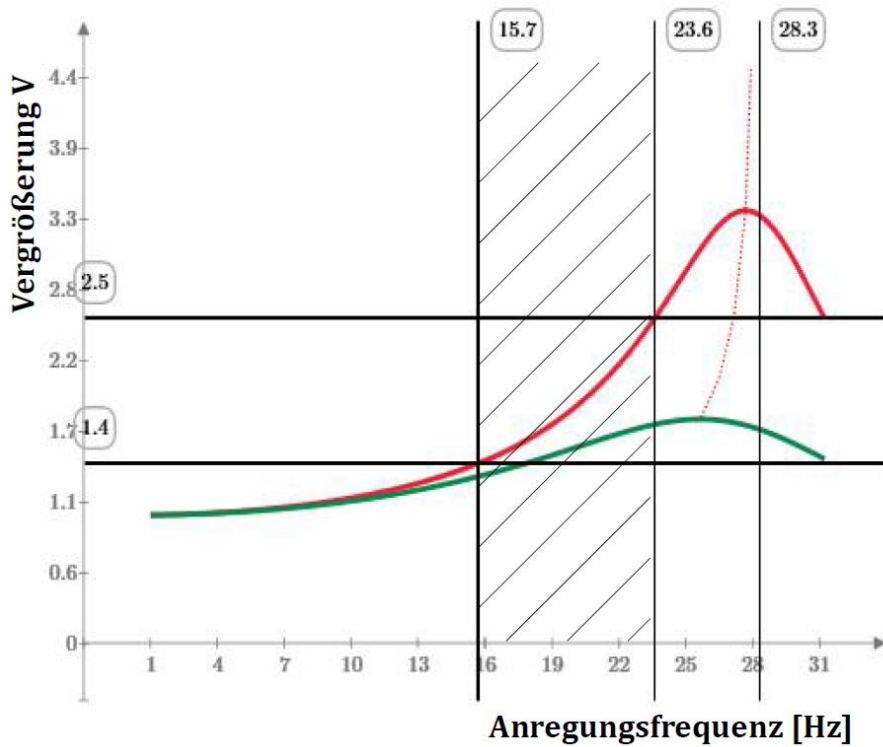


Diagramm 5: Vergrößerungsfunktion bei 28,3 Hz Asteigenfrequenz und Schwingungsanregung im Frequenzbereich des Spechtes von 15,7 bis 23,6 Hz

Es folgen Beispielrechnungen die mit Hilfe der Gleichung 1 erstellt wurden, um die Abhängigkeiten der Eigenfrequenz zu den Astdurchmessern und Längen darzustellen.

Beispiel 1: Asteigenfrequenz in Abhängigkeit der Astlänge für Ast-Ø 40 mm bei trockenem und nassem Fichten- und Eichenholz in der Grundschwungung (Diagramm 6)

Es wird der Einfluss von Holz mit geringer Dichte (Fichte) und hoher Dichte (Eiche) im nassen und trockenen Zustand im definierten Frequenzbereich von 13 bis 28 Hz dargestellt. Der willkürlich gewählte Astdurchmesser beträgt 40 mm. Nasses Holz hat eine höhere Dichte und gleichzeitig einen geringeren E-Modul. Dadurch kommen die großen Unterschiede zu Stande. Holz höherer Dichte hat bei gleicher Astlänge eine niedrigere Eigenfrequenz oder bei gleicher Frequenz eine kleinere Astlänge.

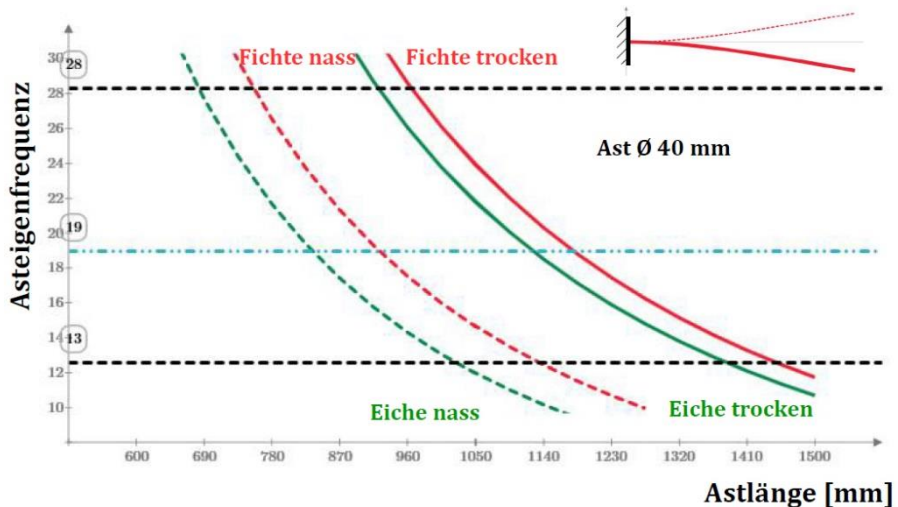


Diagramm 6: Asteigenfrequenz bei Fichte und Eiche im nassen und trockenen Zustand bei $d=40$ mm in Grundschwungsform in Abhängigkeit der Astlänge.

Beispiel 2: Asteigenfrequenz in Abhängigkeit der Astlänge für Ø 40 mm bei trockenen und nassen Fichten- und Eichenholz in der 1. Oberschwingung (Diagramm 7)

In der 1. Oberschwingung ähneln sich die Bilder, aber die Astlängen sind größer.

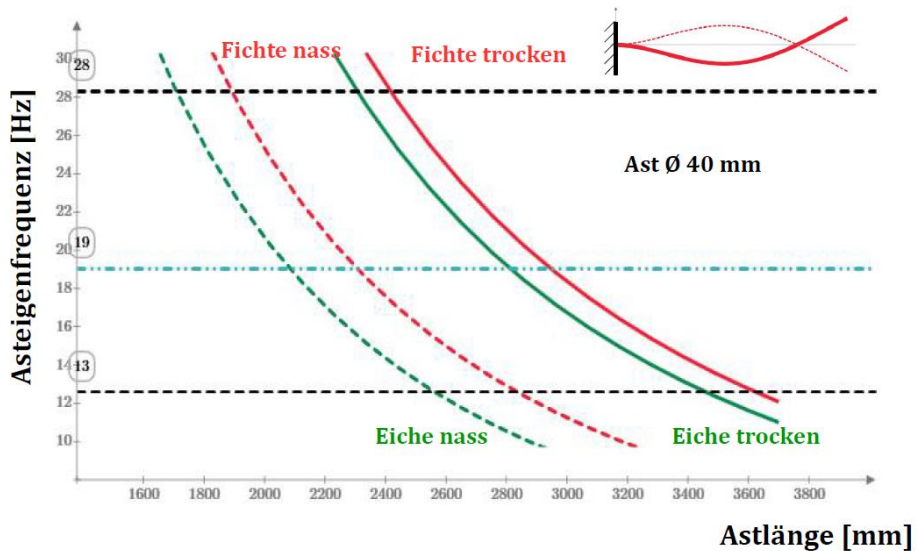


Diagramm 7: Asteigenfrequenz bei Fichte und Eiche im nassen und trockenen Zustand bei $d=40$ mm in der 1. Oberschwingungsform in Abhängigkeit der Astlänge.

Beispiel 3: Asteigenfrequenz in Abhängigkeit der Astlänge für Ast Ø 40 mm bei trockenem Fichten- und Eichenholz in der Grund- und 1. Oberschwingung (Diagramm 8)

Da der Specht wahrscheinlich nasses Holz meidet, wird trockenes Fichten- und Eichenholz benutzt, aber bei gleichzeitiger Darstellung der Grund- und ersten Oberschwingung. Wird der angenommene Frequenzumfang 13 bis 28 Hz betrachtet, klafft zwischen beiden Schwingungsformen eine Lücke in der Astlänge, die nicht abgedeckt ist, also zwischen den Astlängen 1420 mm bis 2430 mm für die Fichte. Würde der Frequenzumfang auf ca. 7 bis 40 Hz vergrößert, könnte der Specht einen riesigen Bereich an Astlängen betrommeln mit einem kontinuierlichen Übergang zu beiden Schwingungsformen und alles wäre schwingfähig. Das funktionierte für Weich- wie Hartholz.

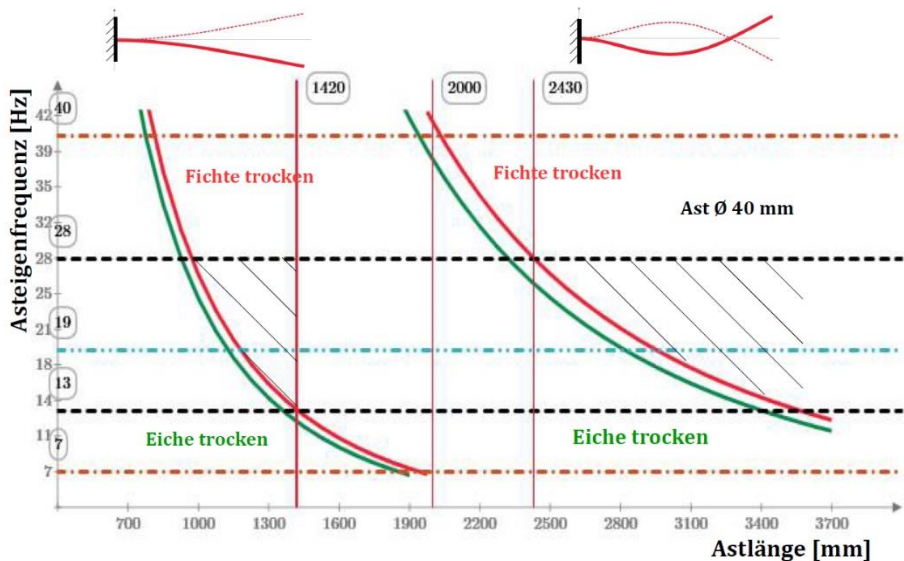


Diagramm 8: Asteigenfrequenz bei Fichte und Eiche im trockenen Zustand bei d=40 mm in der Grund- und 1. Oberschwingungsform

Zur Überprüfung des neuen Bereiches 7 bis 40 Hz werden zusätzlich die entsprechenden Vergrößerungsfunktionen dargestellt. Diagramm 9 zeigt die 7 Hz Asteigenfrequenz Situation. Die Vergrößerungswerte sind zwar relativ klein, aber sie schwingen noch im spürbaren Bereich besonders durch die Nähe der 15,7 Hz Anregungsfrequenz des Spechtes zur 7 Hz Eigenfrequenz des Astes.

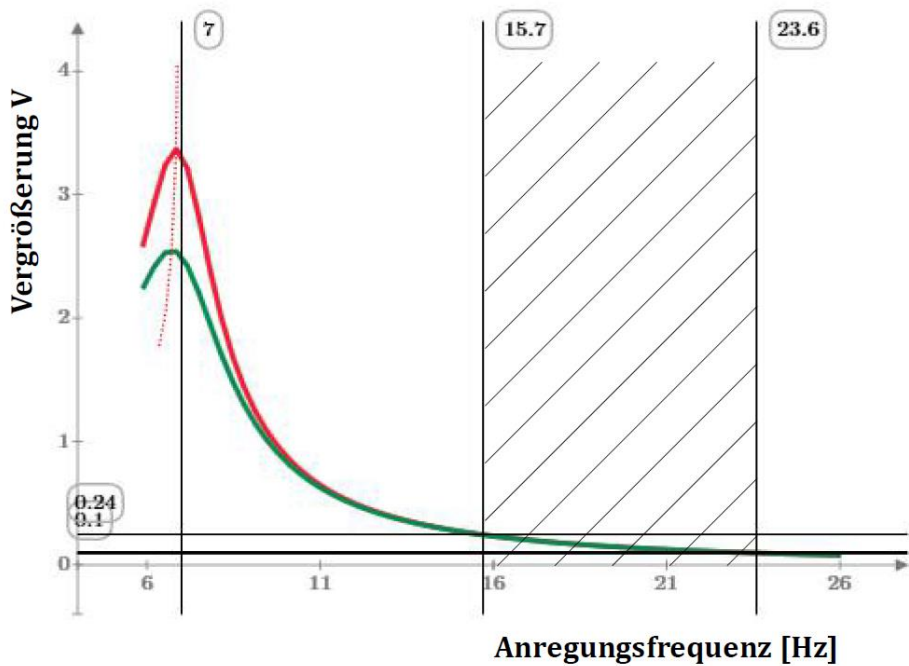


Diagramm 9: Vergrößerungsfunktion bei 7 Hz Asteigenfrequenz und Schwingungsanregung im Specht Frequenzbereich 15,7 Hz/ 23,6 Hz

Diagramm 10 zeigt die 40 Hz Ast Eigenfrequenz. Auch dies scheint möglich zu sein. Somit hat der Specht mit seinem Trommelfrequenzumfang eine ganze Palette an Astlängen zur Verfügung. Es wird noch einmal darauf hingewiesen, dass die Äste nicht in ihrer Eigenfrequenz schwingen, sondern mit der Trommelfrequenz des Spechtes.

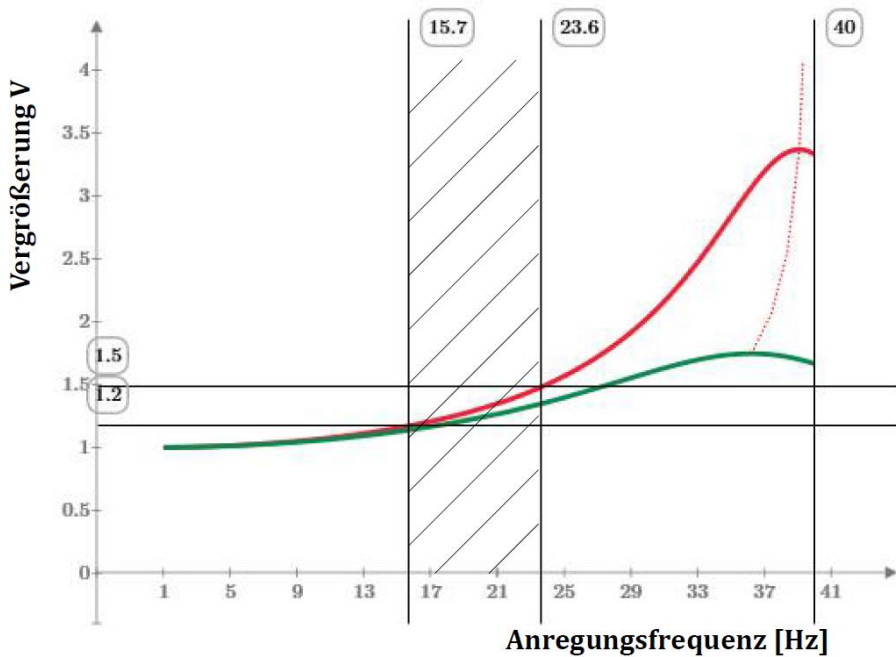


Diagramm 10: Vergrößerungsfunktion bei 40 Hz Asteigenfrequenz und Schwingungsanregung im Specht Frequenzbereich 15,7 Hz/ 23,6 Hz

Beispiel 4: Asteigenfrequenz in Abhängigkeit von der Astlänge für verschiedene Ast Ø mm bei trockenem Fichtenholz in der Grund- und 1. Oberschwingung. (Diagramm 11)

Die Übergänge zwischen Grund- und 1. Oberschwingung schließen sich selbst in dem dargestellten Astdurchmesserbereich von 20 bis 80 mm bei dem erweiterten Frequenzbereich 7 bis 40 Hz.

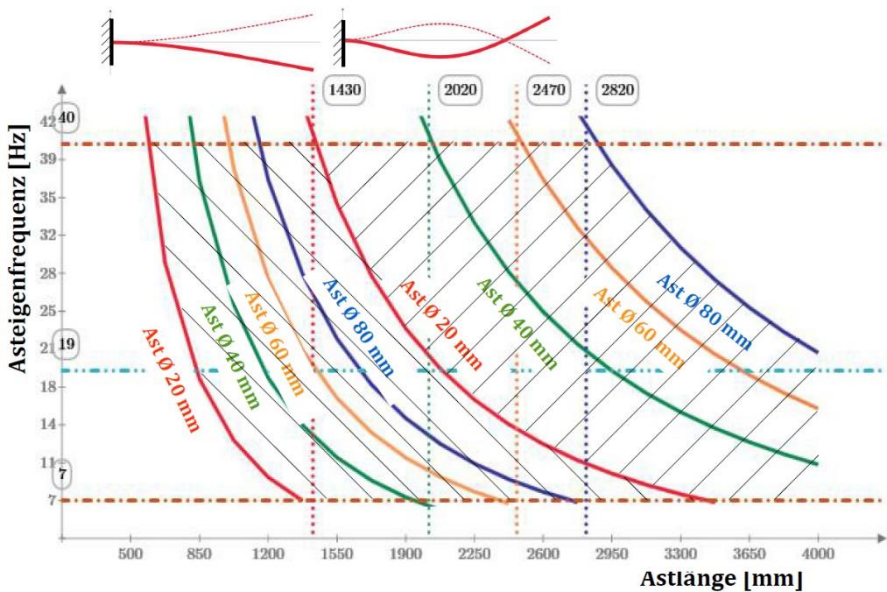
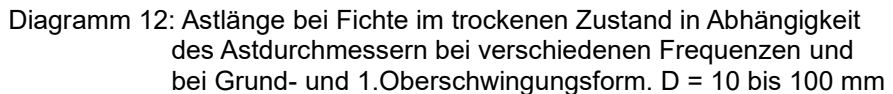


Diagramm 11: Optimale Astlänge bei Fichte im trockenen Zustand bei Astdurchmessern 20,40,60 und 80 mm bei Grund- und 1. Oberschwingungsform

Diese alternative Darstellung zeigt ebenfalls den nahtlosen Übergang der Grund- zur 1. Oberschwingung.



Beispiel 6: Die Astlänge trockener Fichte in Abhängigkeit des Astdurchmessers bei Grund- und 1. Oberschwingung (Diagramm 13) mit Eigenfrequenz der Äste als Parameter. Astdurchmesser 100 bis 250 mm.

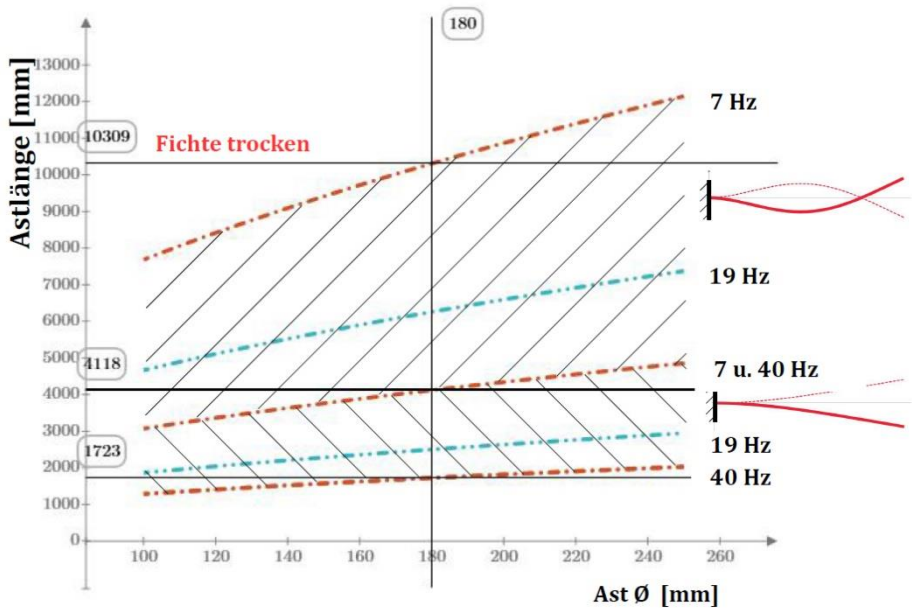


Diagramm 13: Astlänge bei Fichte im trockenen Zustand in Abhängigkeit des Astdurchmessers bei verschiedenen Frequenzen und bei Grund- und 1. Oberschwingungsform. D = 100 bis 250 mm

Beispiel 7: Asteigenfrequenz trockener Fichte in Abhängigkeit der Astlänge bei Grund- und 1. Oberschwingung (Diagramm 14) bei gegebenem L/D-Verhältnis des Astes.

Eine interessante Frage ist, ob die Asteigenfrequenz gleich bleibt bei konstantem Länge/Durchmesser-Verhältnis von Ästen. In erster Näherung sollte der Frequenzwert gleich bleiben. Aber Diagramm 14 zeigt, dass dem nicht so ist. Es besteht eine starke Abhängigkeit.

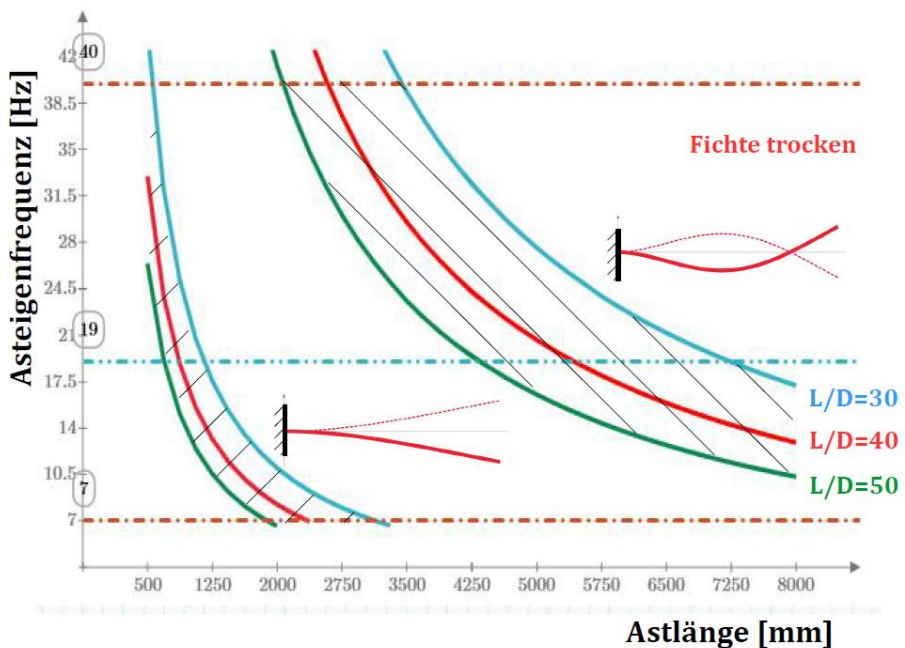


Diagramm 14: Asteigenfrequenz in Abhängigkeit der Astlänge bei gegebenem L/D Verhältnis bei Grund- und 1. Oberschwingungsform

Spechtbeobachtungen aus der Praxis siehe Abb. 8 und 9. Der trommelnde Buntspecht (Abb. 8) konnte im Großostheimer Wald beobachtet werden, wie er an der Spitze eines Aststummels saß. Bei einer angenommenen Körperlänge von 23 cm beträgt die Astlänge ca. 1,2 m und der Durchmesser ca. 80 mm. Aus Diagramm 12 kann mit diesen Werten auf die Grundswingungsform geschlossen werden (schwarze horizontale und senkrechte Linien). Die Asteigenfrequenz liegt bei etwa 12 Hz. Der Specht sitzt an der idealen Stelle.



Abb. 8: Buntspecht trommelt am Ende eines Astes
(vermutlich Grundswingung). 21.2.2021 Großostheim

Auf Abbildung 9 sitzt der Specht mittig auf einem dünnen Ast im Großostheimer Wald. Die Astlänge wird auf ca. 4 m geschätzt und der mittlere Durchmesser auf 95 mm. Mit diesen Werten kann aus Diagramm 12 die 1. Oberschwingungsform abgelesen werden bei etwa 24 Hz Eigenfrequenz (bräunliche horizontale und senkrechte Linien). Auch hier sitzt der Specht ideal.



Abb. 9: Buntspecht trommelt mittig an einem längeren Ast (vermutlich 1.Oberschwingung). 28.2.2021 Großostheim.

Zusammenfassung

Ziel der Arbeit war es Gesetzmäßigkeiten aufzuzeigen, die hinter den Trommelrufen des Buntspechtes verborgen sind. Hierfür wurden die physikalischen Eigenschaften von einseitig eingespannten Balken, die als Ersatzkörper für die Äste dienen, mit Hilfe von Formeln bestimmt. Die Lautstärke, die sein Trommeln hervorruft, hängt an den besonderen Eigenschaften der Äste als Resonanzkörper. Wenn sie trocken sind und wenig oder keine Zweige und kein Blattwerk besitzen, sind sie geeignet. Weiter muss der Specht ganz bestimmte Positionen auf dem Ast einnehmen, um Schwingungen und damit Körperschall erzeugen zu können, der sich über die Luft an unser Ohr überträgt. Die Äste können in der Grundschwingungsform und in Oberschwingungsformen schwingen.

Es konnte gezeigt werden, dass die Trommelwirbel die Äste zu erzwungenen Schwingungen anregen. Die Äste schwingen dabei nicht in ihrer Eigenfrequenz, sondern in der Specht-trommelfrequenz. Nur so bleiben akustisch die für jede Spechtart charakteristischen Trommelwirbel erhalten. Es wurde auch ermittelt, wie weit die Trommelfrequenz von der Ast-Eigenfrequenz abweichen darf, um noch hörbaren Körperschall zu erzeugen. Als Hilfsmittel diente die sogenannte Vergrößerungsfunktion aus der Theorie der erzwungenen gedämpften Schwingung.

Der Trommelruf des Buntspechtes wurde analysiert und es wurde festgestellt, dass die Trommelfrequenz vom Anfang bis zum Ende hin zunimmt. Die variable Frequenz ermöglicht dem Buntspecht die Äste zu größeren Schwingweiten anzuregen und damit Lautstärke hervorzurufen und er kann eine größere Anzahl an Ästen mit einem größeren Eigenfrequenzumfang zum Trommeln benutzen.

In den Diagrammen sind die Abhängigkeiten der Astlängen, Durchmesser und Frequenzen voneinander dargestellt.

An zwei Bildern aus der praktischen Feldbeobachtung kann die Grundschwingungsform (Abb. 4) und 1. Oberschwingungsform

(Abb 5) mittels des Diagramms 12 abgelesen werden und angenähert auch die Eigenfrequenz der Äste. Der Specht sitzt dabei an der optimalen Position auf dem Ast, gemäß der Theorie.

Exkurs

Spechte können auch andere Schallquellen zum Trommeln benutzen als nur Äste wie z.B. Dachrinnen, Hohlstellen u.A. Ein etwas ausgefallenes Beispiel zeigt als Schallquelle einen Isolator einer elektrischen Leitung in Kanada, an dem ein Haarspecht trommelt.



Photonachweis

Helmuth Meidhof Abb. 1-9

Hubert Schaller Abb. 10

Rechentool

Berechnung und Erzeugung der Grafiken mit PTC Mathcad express Prime 6.0.0.0. (Kostenloses Rechentool für Jedermann mit mathematischen Vorkenntnissen)

Literatur

Technische Mechanik Gross, Hauger, Schnell, Wriggers.

Band 3 Kinetik ISBN 3-540-56323-7

Band 4 Hydromechanik, Elemente der Höheren Mathematik, Numerische Methoden ISBN 3-540-59418-3

Sonogramm

Sonogramm aus der App „Die Stimmen der Vögel Europas“.

Erstnachweis einer Mückenfledermaus (*Pipistrellus pygmaeus*, LEACH 1825) auf Würzburger Stadtgebiet

KLAUS WENGER, NWV

Nur noch selten passiert es, dass in Europa eine neue „einheimische“ Säugetierart entdeckt wird, also keine zugewanderte oder eingeführte.

Bei den Fledermäusen ist dies im Jahr 2000 geschehen. Es war jedoch nicht so, dass die neu entdeckte Fledermausart sich so gut versteckt hätte, dass man sie jahrhundertlang übersehen hat. Nein: Zwei unterschiedliche Arten sehen sich so ähnlich, dass man sie bisher für eine Art gehalten hat. Weil beide sehr klein sind, nannte man sie im Deutschen „Zwergfledermaus“. Ihr wissenschaftlicher Name war „*Pipistrellus pipistrellus*“, was übersetzt „die fledermausige Fledermaus“ bedeutet. Diesen Namen hat sie übrigens von einem Erlangerer Professor namens Johann Christian Daniel von Schreber im Jahr 1774 bekommen (allerdings nannte sie Schreber noch *Vespertilio pipistrellus*. Den Artnamen *Pipistrellus pipistrellus* bekam sie erst bei einer Revision 1829.)¹

1981 stellten Forscher in Skandinavien fest, dass es „Zwergfledermäuse“ gibt, deren Ortungsrufe höher sind als „üblich“. Ruft die Zwergfledermaus gewöhnlich um 45 kHz, so riefen einige Populationen deutlich über 50 kHz. 1987 kam wieder Erlangen ins Spiel: Der Erlangerer Biologieprofessor Otto van Helversen entdeckte denselben Sachverhalt in Griechenland. Bald darauf wurden die beiden „Ruftypen“ in ganz Europa festgestellt. Verdächtig war: In den Wochenstuben fand sich immer nur ein „Ruftyp“. Erst mit molekulargenetischen Untersuchungen gelang 1997 der Nachweis, dass es sich wirklich um zwei verschiedene Arten handelt. (Auch hier waren Erlangerer Biologen beteiligt.) Da die bis dahin unbeschriebene Art des „hohen Ruftyps“ noch etwas kleiner als die Zwergfledermaus war und sich von kleinen Mücken ernährt, nannte man sie im Deutschen „Mückenfledermaus“. Im englischen Sprachraum nennt man sie „soprano pipistrelle“, ein Hinweis auf ihre hohe Stimme.²

1 Fledermäuse in Bayern, S. 14f

2 Fledermäuse in Bayern, S. 276, Handbuch der Säugetiere Band II S. 815



Mückenfledermaus *Pipistrellus pygmaeus* LEACH 1825
Bildquelle: CD-Rom: Arbeitshilfe Fledermausschutz
Koordinationsstelle für Fledermausschutz Südbayern
2005

Beim wissenschaftlichen Namen gilt: Wer die Art zuerst beschreibt, legt den Namen fest. Das ist in diesem Fall etwas schwierig. Von Schrebers *Pipistrellus* gibt es kein Belegexemplar mehr, sondern nur noch Abbildungen, die auf *Pipistrellus pipistrellus* hinweisen. 1825 beschrieb William Elford Leach eine kleinere Art in Südwest-England als *Vespertilio pygmaeus*, wohl eine Anspielung auf die geringe Größe. Auch von dieser Erstbeschreibung gibt es kein Belegexemplar mehr. 1874 wurde Leachs damals noch vorhandenes Belegexemplar bei einer Nachuntersuchung allerdings als juvenile *Vespertilio pipistrellus* klassifiziert. Dennoch gab die zuständige Kommission 2003 dem

revidierten Namen *Pipistrellus pygmaeus* für die hochrufende Art den Vorzug, u.a. auch weil das erste eindeutige Belegexemplar einer Mückenfledermaus unter dem Namen *Pipistrellus pipistrellus mediterraneus* (Cabrera 1904) fälschlicherweise einen mediterranen Verbreitungsschwerpunkt suggeriert. Und: Leachs irrtümliche Beschreibung einer kleineren Art von *Pipistrellus* ist älter.³

Nachdem man mit Hilfe der Genetik und der Bioakustik jedes Tier sicher zuordnen konnte, suchte man nach äußeren Unterschieden zwischen den beiden Arten. Mittlerweile gibt es Unterscheidungsmerkmale, aber so einfach ist es immer noch nicht, die Zwillinge auseinander zu halten. Vor allem muss man das Tier in die Hand nehmen, um es sicher bestimmen zu können. Zu Forschungszwecken dürfen die selten gewordenen Tiere in feinen Netzen gefangen werden. Nachdem aber fast alle Fledermausarten auf der „Roten Liste“ stehen, müssen solche Beeinträchtigungen und Beunruhigungen der Tiere auf ein Minimum beschränkt bleiben. Aus diesem Grund ist auch eine genaue Untersuchung winterschlafender Tiere nicht möglich. Lediglich bei Kastenkontrollen außerhalb der Wochenstubenzeit und beim Fund verletzter, geschwächter oder toter Tiere kommt außerhalb von Forschungsarbeiten eine genaue Begutachtung und Vermessung der Tiere in Frage. Und das ist nicht oft der Fall, vor allem, weil die Zwergfledermaus (bzw. ihr Zwilling Mückenfledermaus) in Würzburg zu den seltenen Arten gehört. Da man in der Vergangenheit die äußeren Unterschiede nicht kannte, könnten in Würzburg als „Zwergfledermäuse“ bestimmte Tiere also auch Mückenfledermäuse gewesen sein.

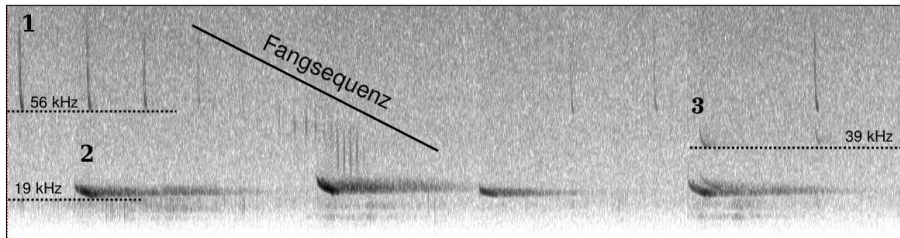
Seit einigen Jahren steht der Fledermausgruppe des NWV Würzburg e.V. ein technisches Hilfsmittel zu Verfügung, das es erlaubt vorbeifliegende Fledermäuse zu bestimmen. Jede Fledermaus stößt im Flug mehrmals pro Sekunde Ortungsrufe aus, deren Echo ihr die

Orientierung ermöglichen. Diese Rufe können mit Hilfe eines hochwertigen Bat-Detektors aufgezeichnet werden. Am Computer kann man die Rufe in ein Sonagramm verwandeln, und so die verwendeten Ruffrequenzen bestimmen. Auch die Ruflänge und die Abstände zwischen den Rufen werden vermessen. In vielen Fällen erlaubt dieses Verfahren die Bestimmung der Fledermausart.

Bisher wurden in Würzburg lediglich Rufe der eigentlichen Zwergfledermaus aufgezeichnet. Der Erstnachweis der Mückenfledermaus gelang erst 2007. Fündig wurde der Autor mit dem Detektor am 11.4.2007 nahe der südlichen Stadtgrenze am Graf-Luckner-Weiher in der Feggrube (Würzburg, Sanderau). Die Rufe einer vorbeifliegenden Fledermaus kamen ihm verdächtig hoch vor, so dass er sie aufzeichnete. Erst später bei der Auswertung der Aufnahmen am PC kam es zur Entdeckung: Ortungsrufe mit einer Endfrequenz von 56 kHz, das konnte keine Zwergfledermaus mehr sein! Ein einmaliger Nachweis könnte aber auch von einem durchziehenden oder verfrachteten Tier stammen. In den folgenden Jahren musste die Fledermausbeobachtung aus beruflichen Gründen stark reduziert werden und Folgekontrollen unterblieben. Dass die Mückenfledermaus im Würzburger Gebiet tatsächlich heimisch ist, zeigten erst weitere Aufnahmen im Jahr 2011: Am 24.6.2011 gelangen dem Autor wiederum am Graf-Luckner-Weiher mehrere Aufnahmen der Mückenfledermaus, und Stephan Hielscher (Fabion GbR) zeichnete noch am 2.10.2011 Mückenfledermäuse auf, allerdings knapp vor der Würzburger Stadtgrenze auf Höchberger Gebiet (Münchner Straße). Bei Kist wurden schon vor 2007 Mückenfledermäuse aufgenommen (mündliche Mitteilung Volker Runkel, Erlangen).

Abbildungen der Sonagramme:

Aufnahme 1: Graf-Luckner-Weiher, 11.4.2007 (Länge: 0,7 sec; 0 kHz bis 100 kHz)

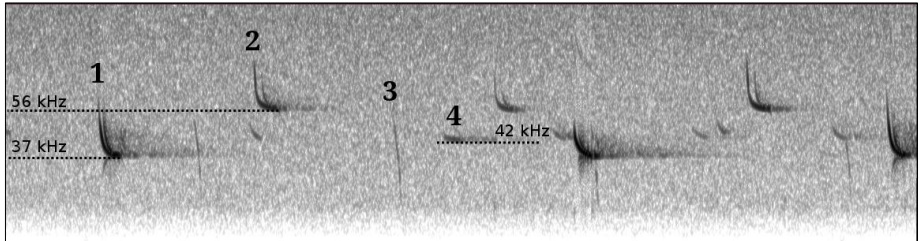


Der **Ruf 1** mit der Endfrequenz von 56 kHz stammt von der Mückenfledermaus (*Pipistrellus pygmaeus*). Nach dem dritten Ruf fliegt das Tier eine Beute an. Dabei wird die Ruf-Frequenz abgesenkt und der Rufrythmus erhöht. Nach der „Schluckpause“ erkennt man rechts drei weitere Rufe dieses Tieres.

Der **Ruf 2** mit einer Endfrequenz von 19 kHz stammt von einem Großen Abendsegler (*Nyctalus noctula*), der nicht jagt, sondern lediglich vorbeifliegt. (Beim Jagen moduliert er stärker, um die Auflösung zu erhöhen, und der Ruf sähe im Sonagramm häckchenförmig aus.)

Am Ende der Abbildung sind noch zwei Rufe der Rauhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) zu erkennen (**Ruf 3**, Endfrequenz 39 kHz)

Aufnahme 2: Graf-Luckner-Weiher, 24.6.2011(Länge: 0,3 sec; 0 kHz bis 100 kHz)



Der **Ruf 1** mit einer Endfrequenz von 37 kHz stammt von einer Rauhaufledermaus (*Pipistrellus nathusii*) (Im Ganzen: Drei Rufe dieser Art)

Der **Ruf 2** mit einer Endfrequenz von 56 kHz stammt von einer Mückenfledermaus (*Pipistrellus pygmaeus*) (Im Ganzen: Drei Rufe dieser Art)

Der **Ruf 3**, ein fast senkrechter Strich, stammt von einer Fransenfledermaus (*Myotis nattereri*) (Im Ganzen: Vier Rufe dieser Art)

Der leise **Ruf 4** (und weitere vier Rufe) mit einer Endfrequenz von 42 kHz befindet sich im Übergangsbereich zwischen Rauhaut- und Zwergfledermaus. Im weiteren Verlauf der Aufnahme (nicht abgebildet) steigt die Endfrequenz auf 45 kHz, so dass diese Rufsequenz sicher der Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) zugeordnet werden kann. Das Tier (eventuell sogar zwei, siehe die beiden Rufe kurz vor dem letzten Mückenfledermausruf) befand sich weiter entfernt.

Verwendete Literatur:

Angelika Meschede und Bernd-Ulrich Rudolph (Bearbeiter) :
„Fledermäuse in Bayern“,
Hrsg: Bayerisches Landesamt für Umweltschutz,
Landesbund für Vogelschutz in Bayern e.V.,
Bund Naturschutz in Bayern e.V.
Stuttgart, 2004

H. Vierheilig und F. Krapp:
„*Pipistrellus mediterraneus* (Cabrera 1904) oder *P. pygmaeus* (Leach 1825) - Mückenfledermaus“
in: Franz Krapp (Hrsg): Handbuch der Säugetiere Europas, Band 4/II
Wiebelsheim 2001 ¹

Trittstein-Konzept für Blumenwiesen

HUBERT SCHALLER, NWV

Einleitung

Der seltenste Biotop in unserem Arbeitsgebiet ist eine Blumenwiese mit einheimischen Pflanzen. Es dauerte Jahrzehnte, bis aus einem Acker eine Schmetterlingswiese wurde mit Futter- und Saugpflanzen, die standortgerecht sind. Ein Glücksfall: Das Friedrich-Koenig-Gymnasium in Würzburg bekam Anfang der 80er Jahre des letzten Jahrhunderts einen ehemaligen Maisacker als Schulbiotop zur Verfügung gestellt. In rund 20 Jahren entstand dort eine Quellpopulation von Insekten und Blumen. 2020 übernahm die Ortsgruppe Dürrbachtal im Bund Naturschutz die Fürsorge für den Schulbiotop im Rahmen eines größeren Konzepts, nämlich die Verbindung mehrerer Trittsteine zu einem Biotopverbund. Voraussetzung für dieses Konzept ist eine Quellpopulation von Insekten und Pflanzen. Nur wenn dort auch eine Überschuss-Population entsteht, können die anderen Trittsteine besiedelt werden. Eine weitere Voraussetzung ist, dass die Habitat-Strukturen der Trittsteine ähnlich sind.

Schulbiotop erzeugt Quellpopulationen

Der ehemalige Schulbiotop wurde mit dieser Zielsetzung aufgebaut.

Historie

Anfang der 1980er Jahre wurde vom Würzburger OB Dr. Klaus Zeitler dem damaligen Schulleiter des Friedrich-Koenig-Gymnasium Würzburg Dr. Walter Bauer für die AG Naturschutz eine geeignete Fläche zur Verfügung gestellt. Das mit dem Umweltamt abgesprochene Pflegekonzept sah vor, den ehemaligen Maisacker zu einem **Genpool** für Insekten und Wiesenblumen umzugestalten. Daher wurden einheimische Wiesenpflanzen eingesät, z. B. Schlüsselblumen, Wiesenglockenblume, Brennnesselblättrige Glockenblume, Rundblättrige Glockenblume, Pfirsichblättrige Glockenblume, Gelber Fingerhut,

Herbstzeitlose, Esparsette, Bunte Kronwicke, Dost u. v. a mehr. Manche Samen flogen auch ein wie der vom Gefransten Herbstenzian.



Abb. 1:
Wiesenglocken
blume
Campanula
patula

Da 40 Jahre lang der Boden abgemagert wurde, nie gedüngt oder gespritzt wurde, zeigte sich 2018 auch ein Helmknabenkraut. Grundlage für das Konzept war, dass erst ab Mitte September gemäht wurde und das Mahdgut entfernt wurde bzw. auf einen Komposthaufen geworfen wurde, wo bald Brennnesseln als Futterpflanzen für den Kleinen Fuchs wuchsen. Habitat-Strukturen wurden eingebracht: Die Schüler/innen bauten Steinmauern für die Eidechsen - die Flurbereinigungsbehörde lieferte Steine, die bei der Weinbergsbereinigung anfielen. Eine Eidechsen-Eiablage wurde eingerichtet, der Tümpel mit einem Zulauf versehen und im Bachlauf Sohlschwelen eingebaut. Unterstützt wurde das Projekt auch vom Wasserwirtschaftsamt und von der Stiftung Allianz. Ab 2004 wurde die AG Naturschutz des Gymnasiums aufgelöst, weil der betreuende Lehrer in Pension ging. Ohne Pflege wurde die Wiese von der invasiven Kanadischen Goldrute überflutet. 2007 veranlasste daher das Gartenamt eine zweimalige scharfe Mahd in der Vegetationsphase. Dann wurde die Fläche verpachtet. Die frühe und mehrfache Wirtschaftsmahd zerstörte erstaunlich wenig. Viele Blumen und Insekten überstanden die

Bewirtschaftung, nicht aber z. B. eine ehemals starke Population von Schachbrettfaltern (*Melanargia galathea*). Als der Genpool bedenklich verarmte, wandte sich der ehemalige Betreuer 2019 und 2020 an den OB Christian Schuchardt mit der Bitte den unersetzlichen Genpool zu retten, was dann auch vom Umweltamt 2020 organisiert wurde. Betreuung und Wiederaufbau des Genpools übernahm 2021 die Ortsgruppe des BN.



Abb. 2:
Schachbrettfalter
*Melanargia
galathea*
überlebte die
Mahd nicht, sein
Bestand kann
sich durch
Einwanderung
aus anderen
Biotopen
erholen.

Bestandsaufnahme 2020

2020 wurde der Genpool kartiert, um das Potential und die Verluste durch Mahd und Verbuschung festzustellen. Die Ergebnisse wurden auch photographisch festgehalten und veröffentlicht in naturgucker.de/Würzburg Schulwiese Genpool Flurnummer 1328. Es stellte sich heraus, dass diese Schulwiese 38 Wiesenblumen-Arten beherbergt und 28 Schmetterlingsarten. Ferner fanden sich weitere 21 Insektenarten, z. B. 4 Käferarten wie der Große Tatzekäfer (*Timarchia tenebricosa*). Auch ein Feld-Sandlaufkäfer (*Cicindela campestris*) schlüpfte termingerecht am 19. 10. aus der Erde. Im zeitigen Frühjahr balzten die Feldgrillen. 5 Heuhüpfer-Arten wurden beobachtet, z. B. die aus dem Süden eingewanderte Vierpunktige Sichelschrecke (*Phaneroptera nana*), ferner Wespenspinne (*Argiope bruennichi*) und Veränderliche

Krabbenspinne (*Misumena vatia*). Auch eine Vierfleck-Kreuzspinne (*Araneus quadratus*) lauerte unter ihrem Baldachin.



Abb. 3: Feldsandlaufkäfer



Abb. 4: Binsenschmuckzikade.



Abb. 5: Vierfleck-Kreuzspinne.



Abb. 6: Raubfliege mit Beute.

Abb. 7: Wander-Perlmutterfalter.



Abb. 8: Großer Perlmutterfalter.

Diversität bei den Pflanzen sorgte für Diversität bei Insekten.

Das vielfältige Angebot von Futter- und Saugpflanzen sorgte auch für eine Vielfalt von Schmetterlingen. Als Nahrungsgast beflog zum Beispiel der Kaisermantel (*Argynnis paphia*) die Blütenpracht und auf der Wiese vermehrten sich zwei durch das Bundesartenschutz-Gesetz geschützte Bläulingsarten: der früh fliegende Silberfleckbläuling (*Plebejus argus*) und der später fliegende Hauhechelbläuling (*Polyommatus icarus*).



Abb. 9: ♀



und Abb.10: ♂ auf Esparsette

Silberfleckbläulinge *Plebejus argus*



Abb. 11:
Blutweiderich-
Langhornbiene
Tetralonia
salicariae.

Von den verschiedenen
Bienenarten ist die
Blutweiderich-Langhornbiene
(*Tetralonia salicariae*)
hervorzuheben.

Potentielle Trittsteine im Dürrbachtal:



Legende zu Abb. 12

1: Unwirtschaftliche Hangwiese

2: Ehemalige Schulwiese

3: Schneise für Gasleitung

4. und 5: Kulap-Fläche, die mosaikartig gemäht werden kann.

6, 7, 8, 9 und 10: Magerwiesen im geschützten Landschaftsbestandteil Lerchenberg-Vogelherd.

11: Vielleicht auch: privates Grundstück.

Eine „Kulap-Fläche“ wird aus dem **Kulturlandschaftsprogramm** gefördert und darf 5 Jahre lang nicht gemäht werden.

Pflege des Schulbiotops

Laichtümpel: Nachdem 2020 eine einjährige Erdkröte auf dem Schulbiotop gefunden wurde, wurde der Wasser-Zulauf wieder funktionsfähig gemacht, so dass sich die Mulde wieder mit Wasser füllte (Abb. 13). Dann erneuerten Mitglieder der BN Ortsgruppe die Restwasser-Sicherung, indem sie die Teichfolie mit einer stabilen Teichwanne ersetzten (Abb 14). Ohne diese Restwasser-Sicherung



Abb. 13 und
14:
Laichtümpel
vor und nach
dem Einbau
der
Restwasser-
Sicherung.



würde der Laichtümpel zu einer Biofalle, wenn bei den zu erwartenden Trockenzeiten das Wasser versickert.

Eidechsenmauer: 2020 wurde auch eine juvenile Zauneidechse kartiert. Daher befreite die BN-Mannschaft die Mäuerchen von der Verbuschung und der angehenden Bewaldung, stellte die Mäuerchen wieder frei und baute sie zum Teil wieder auf. Für die Eiablage wurde wieder - wie früher - an ganztägig besonnter Stelle ein Sand-Sägespäne-Gemisch ausgebracht (Abb. 15).



Abb. 15. Noch im Bau befindlich: Eiablage und neu aufgebaute Mauer.

Zeitlich dreifach gestaffelte Mosaikmahd

Auch eine Schmetterlingswiese braucht eine Mahd. Daher ist eine erste Mahd im feuchten Bereich nach dem 15. Juni geplant und zwar nicht mit einem Kreiselmäher, sondern mit einem Balkenmäher. Die restliche, trockene Fläche und zum zweiten Mal die feuchte Fläche werden nach dem 15. September gemäht. Diese Staffelung der Mosaikmahd berücksichtigt unter anderem, dass



Abb. 16: Raupe des Kleinen Weinschwärmers *Deilephila porcellus*. 16. August 2020. 12:41Uhr. Die Uhrzeit ist für die Raupe ungewöhnlich, weil sie sich tagsüber meist verbirgt. Aber auch die Imago ist tagaktiv. Der wissenschaftliche Name weist darauf hin: altgriechisch δειλε (deile) heißt „Spätnachmittag“ und φιλειν (philein) „lieben“ (nach F. Heiser).

der auf der Wiese kartierte Kleine Weinschwärmer *Deilephila porcellus* sich vermehren kann. Seine Raupe frisst erst von Juni bis Oktober.

Ein Streifen blieb ungemäht über den Winter stehen, um Insekten zu fördern, die nicht im Boden überwintern, sondern in hohlen Stengeln und in der Vegetation oberhalb der Schnitthöhe. Dieser Altgrasstreifen wird erst im Frühjahr gemäht. Das wurde 2021 erst am letzten Tag vor dem Ende einer Kaltwetterphase und vor dem Anspringen der Vegetation erledigt, wobei das Mahdgut noch auf der Fläche bleibt.

Zusammenfassung

Das Umweltamt der Stadt Würzburg ermöglichte es, dass das ehemalige Schulbiotop des Friedrich-Koenig-Gymnasiums wieder seine Bestimmung als Genpool für selten gewordene Wiesenpflanzen und Insekten erfüllen kann. Die BN Ortsgruppe Dürrbachtal übernahm in Absprache mit dem Umweltamt die Pflege und restaurierte die ursprünglichen Habitatstrukturen. Die Mäuerchen

wurden wieder freigestellt und aufgebaut und der Tümpel bekam eine neue Restwasser-Sicherung. Der BN investierte viel Zeit um die invasiven Arten Kanadische Goldrute und Orientalisches Zackenschötchen zu entfernen. Die vorangegangene Bewirtschaftung durch einen Ökolandwirt ließ erstaunlich viele Pflanzen- und Insekten-Arten überleben, wie die weitgehend vollständige Kartierung der Fläche 2020 ergab. Allerdings wurden auch Verluste festgestellt: Da z. B: die erste Mahd regelmäßig in die Raupenphase des Schachbrettfalters fiel, brach dessen Bestand vollständig zusammen. Die Kartierung ist dokumentiert in naturgucker.de/Würzburg/Schulbiotop Genpool. Geplant ist eine zeitlich gestaffelte Mosaikmahd: Die trockene Fläche wird nur einmal und zwar erst nach dem 15. Sept. gemäht, die feuchte Fläche wird zweimal und zum ersten Mal nicht vor dem 15. Juni gemäht. Der Altgrasstreifen wird erst im Frühjahr vor Beginn der Vegetationsphase abgemäht.

Dank

Herzlich gedankt sei allen Mitwirkenden, die die harte Arbeit auf sich nahmen: Rolf Gademann, Ursula Martin, Matts und Finn, der Jäger Jürgen Zinnecker und andere. Rolf Gademann spendierte die Teichwanne, den Sand und stellte die Gerätschaften zur Verfügung. Ferner sei OB Christian Schuchard und dem Umweltamt der Stadt dafür gedankt, dass sie die Voraussetzungen für die Rettung des Genpools schufen. Der Pächter, Herr Rumpel, sei ebenfalls bedankt für sein verständnisvolles Entgegenkommen. Gedankt sei auch den Experten in naturgucker.de, die stets bei schwierigen Bestimmungen halfen.

Photonachweis

Abb. 14: Rolf Gademann. Alle anderen Photos: H. Schaller

Zum Autor

Hubert Schaller unterrichtete bis zu seiner Pensionierung 2004 am Friedrich-Koenig-Gymnasium. Er betreute die AG Naturschutz, die viele Projekte in Gang brachte. Zum Beispiel sorgte sie dafür, dass in und um Würzburg Nisthilfen für Wanderfalken und Dohlen angebracht wurden. Eines der Projekte war die Gründung des Genpools für selten gewordene Wiesenpflanzen und Schmetterlinge auf dem Flurstück Nr. 1328.

Buchbesprechung

DIETER MAHSBERG, NWV

Jean-Henri Fabre - Erinnerungen eines Insektenforschers IX.

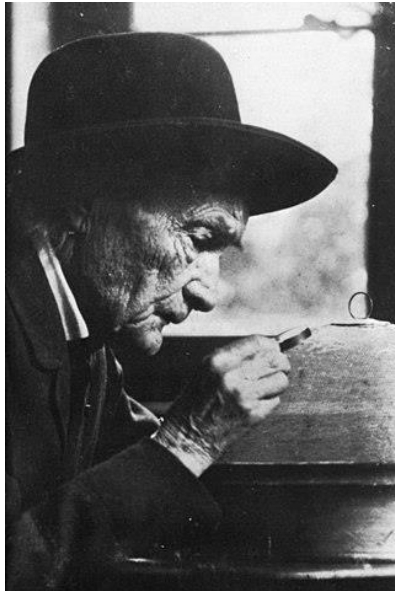
Matthes & Seitz, Berlin 2018. 352 S., 49 Abb., € 36,90/sFr. 46,90. ISBN 978-3-88221-679-0.

Insekten kommen im öffentlichen Ansehen oft nicht gut weg. Nach landläufiger Meinung zerstören Borkenkäfer den Wald, fressen Heuschrecken Ernten auf und verursachen Hungersnöte, übertragen Stechmücken schlimme Krankheiten usw. Seit wenigen Jahren treten aber auch die vielen positiven Aspekte mehr und mehr ins Bewusstsein, die mit Insekten und verwandten Gliederfüßern verbunden sind. Ihre Ökosystemdienstleistungen werden betont, z.B. ihre Rolle als unverzichtbare Pflanzenbestäuber, als essentielle Glieder von Nahrungsnetzen, als Bioabfallverwerter usw. Schon seit Jahren machen WissenschaftlerInnen aber auch auf eine Biodiversitätskrise und ihre Folgen aufmerksam, die mit dem lokalen und globalen Rückgang vieler Insekten einhergeht. Besonders und nicht nur von der Fachwelt wahrgenommen wurden die Ergebnisse der „Krefelder Studie“, die vor vier Jahren sogar in großen Nachrichtensendungen und in vielen Pressartikeln Beachtung fand. In dieser Publikation machen HALLMANN et al. (2017) auf Basis über 27 Jahre wiederholter Fallenfänge eine signifikante Abnahme der Insektenbiomasse auf Untersuchungsflächen nahe Krefeld deutlich. Aktuell zeigen SEIBOLD ET AL. (2019), dass die Vielfalt aller Insektengruppen in Deutschland rückläufig ist, vor allem im Offenland, aber auch in Wäldern.

Das auch durch solche Studien wieder erstarkte Interesse an Insekten und Co. macht jedoch auch unser lückenhaftes Wissen über diese Lebewesen deutlich, die mit etwa einer Million beschriebener Arten drei Viertel des Tierreichs repräsentieren – vom Heer der namenlosen

Unbekannten ganz abgesehen. Wie kommt man aber zu mehr Insektenwissen? Ein bewährtes Mittel für die Naturerfahrung ist ganz generell die genaue Beobachtung, das penible Festhalten des Gesehenen in Wort und Bild. Ein Pionier dieser wissenschaftlichen Basismethode und Wegbereiter der Verhaltensforschung war der legendäre französische Insektenforscher (Entomologe) Jean-Henri Fabre (1823-1915), der mit seinen „Souvenirs entomologiques“ die Natur seiner südfranzösischen Heimat in unerreichter Wissenschaftsprosa beschrieb. Der Berliner Verlag Matthes & Seitz veröffentlichte 2010 Band I der „Erinnerungen eines Insektenforschers“ und legte 2020 mit dem zehnten und letzten Band die erste vollständige deutsche Übersetzung von Fabres Werk vor.

Vor mir liegt nun Band IX der Reihe, ein Buch von 351 Seiten. Laut Inhaltsverzeichnis widmet Fabre sich diesmal überwiegend Spinnen und Skorpionen, über die seine Zeitgenossen in dieser Ausführlichkeit wohl kaum etwas Gleichwertiges in Erfahrung bringen konnten. Trotz der Verlockung, die Wolfsspinne von Narbonne, Radnetz-, Krabben-, Labyrinth- und Zeltdachspinnen oder den Languedoc-Skorpion näher kennen zu lernen, bleibe ich zunächst bei Kapitel XIV hängen: „Mathematische Erinnerungen (Mein Tischchen)“, dazu ein Anhang von Sebastian Hackenschmidt über „Das heilige Brett. Fabres kleiner Tisch in Sérignan-du Comtat“ – eine lesenswerte Hommage an ein schmuckloses, fragil wirkendes Möbelstück und seinen Besitzer. Zwei Fotografien zeigen einen älteren Herrn mit großem Hut. Mit Feder und Tinte notiert er etwas auf einem Blatt Papier bzw. blickt, in Beobachtung versunken, in ein Glasbehältnis, neben dem eine Art Terrarium steht. Natürlich ist es Fabre, für den dieser „taschentuchgroße Arbeitstisch“, seine „arme kleine Nussbaumplatte“, ... „über ein halbes Jahrhundert treu“, mehr ist als Schreibunterlage. Fabre liebt sein Tischchen, denn es ist nicht nur hölzerne, zunehmend wurmstichige Basis für zahllose Versuche. Es vermittelt auch zwischen seiner kindlichen Neugier und seinen Erfahrungen und Erkenntnissen, die er an gleicher Stelle zu Papier bringt: „...ich schreibe auf einem Insektengewimmel. Keine Stützfläche passt besser zu meinen entomologischen Erinnerungen“.



Jean-Henri Fabre an seinem Tischchen
Foto: Felix Nadar vor 1910

Wie anders sehen da die Stützflächen heutiger Wissenschaft aus - PC oder Notebook, ein, zwei große Monitore, Drucker und Scanner, stapelweise Papier, aber kaum Schreibfläche; Versuche finden sowieso anderswo statt, im Labor nebenan oder im Freiland, oft weit weg vom Schreibtisch. Publikationen ohne digitale Medien? Diese Zeiten sind vorbei, aber Fabres Tischchen, aufbewahrt im Musée Harmas, soll daran erinnern, dass sich auch mit einfachen Mitteln komplexe Fragen untersuchen lassen und große Lebenswerke auch mit analogen Hilfsmitteln möglich sind.

Fabre selbst bezeichnet sich als Instinktforscher und Tierpsychologe, als Beobachtungswissenschaftler, der unbelastetes Nichtwissen als Methode für vorurteilsfreie Interpretation des Gesehenen bevorzugt. Geduldig sammelt er Kleinigkeiten, beobachtet Spinne um Spinne bei ihrem Netzbau, bis sich alle Erkenntnisse wie zu einem Schneeball formen und ihn „zu einer Art Spinnenwebeninspektor“ machen,

...“zugegebenermaßen ein wenig gefragter Beruf.“ [74] Fabre konnte nicht ahnen, dass viele seiner an die Natur gestellten Fragen Schwerpunkte eigener Forschungsrichtungen innerhalb der Biowissenschaften werden würden.



Kreuzspinnennetz

Foto: D. Mahsberg

Band IX liefert hierfür viele Beispiele. Besonders faszinieren ihn die Netz-spinnen, die “jedes Vibrieren des Netzes spüren“, das Erschütterungen wie über einen „Telegrafendraht“ weiterleitet und sogar im Stande ist, der Spinne Informationen über die Ursache der Schwingung zu liefern: Beute oder nur ein Windstoß? Vermutlich hätte Fabre seine Vorurteile gegen Bücherwissen revidiert, wenn er bereits „Sinne und Verhalten: aus dem Leben einer Spinne“ von FRIEDRICH G. BARTH (2001) hätte lesen können. Die zum Verständnis der Sinneswelt von Spinnen ebenfalls nötigen Physikkenntnisse brachte Fabre wohl mit, und seine Betrachtungen zur Konstruktion von Radnetzen lassen ihn in

„geometrischen Messungen geübt“ erscheinen (Hand aufs Herz: wer kann Fabres Geometrie-Exkurs in Kapitel X mühelos folgen?).

Besonders lesenswert sind u.a. Fabres Ausführungen zum Altweibersommer, wenn Jungspinnen am Faden zu Ballonfahrern werden und in die Ferne driften. Sein Petroleumkocher wird zum Versuchsapparat, mit dem er aufsteigende warme Luft als Transportmedium nachweist. Die Frage, wie „die kleine Radnetzspinne aus ihrer Drahtzieherei kleine Fäden“ holt, „die selbst im Sonnenlicht nicht immer zu ahnen sind“ konnte Fabre mangels fehlender biochemischer Erkenntnisse noch nicht beantworten. Spinnseidenproteine, biotechnologisch erzeugt, hätte er vermutlich für Hirngespinnste gehalten.

„Wie viel abstruse Wissenschaft für ein Stückchen Faden!“ Hier schließt sich auch eine von Fabres Erklärungen an, nach der die Harmonie der Natur dem göttlichen Zirkel entstammt und Entwicklung in Richtung Vollkommenheit und Harmonie geht. Er räumt ein, dass dies „nicht genau den heutigen Lehrmeinungen“ entspricht – womit er wieder einmal einen Pfeil in Richtung Evolutionsbiologie abschießt: „So etwas lehrt man heute ganz ernsthaft als das letzte Wort des wissenschaftlichen Fortschritts“. „Jede Zeit hat ihre wissenschaftliche Marotte. Heute ist es die Entwicklungslehre. Damals war es die Urzeugung“. Gerne ereifert sich Fabre auch über das seiner Meinung nach barbarische Vokabular der wissenschaftlichen Benennung seiner Untersuchungsobjekte, sprich die binäre Linnésche Nomenklatur. Wie kann man eine Krabbenspinne *Thomisus onostus* nennen, wo der genaue Beobachter doch schnell erkennt, dass diese Spinne ihre Beute nicht mit einem Strick anbindet, wie es die etymologische Wurzel des Gattungsnamens suggeriert? Trotz so mancher starren Meinung wurde Fabre aber auch international geschätzt, was zum Beispiel die Verleihung des Alfred Née-Preises für Literatur und Philosophie der Académie française im Jahre 1910 zeigt.

Fabre lehnte zwar die Thesen seines Zeitgenossen Darwin ab: aber wo der Entomologe das „von magischen Ausdünstungen benachrichtigte Große Nachtpfauenauge“ erwähnt, sich mit den Oberflächeneigenschaften des nicht am eigenen Klebfaden haftenden Spinnenbeins befasst oder Versuche zur Verwandtenerkennung bei Brutpflege betreibenden Mondhornkäfern und Arachniden macht, eilt er der chemischen Ökologie voraus und wird zum Verhaltensökologen. Wenn Skorpione durch ihren Stich Nervenzentren des Opfers schädigen und er untersucht, ob und wie Beutetiere gegen solche Gifte unempfindlich werden können, ist Fabre Neurobiologe, Toxikologe und Immunologe zugleich. Wo er sich Gedanken über den „Feuerraum“ des Lebens macht, den Metabolismus, der Skorpione trotz Aktivität scheinbar „Nichts“ verbrauchen lässt, spricht ein Stoffwechsel-physiologe aus ihm. Und dass er keineswegs nur Zoologe, sondern auch Pflanzenmorphologe und Geobotaniker mit großer Artenkenntnis ist, demonstriert er bei seinen Betrachtungen zur Verbreitung von Pflanzen, einleitend für die „Wanderungen und Ausbreitungsmittel“ von Insekten und Spinnen.



Er (links) führt sie
Paarungstanz von Feldskorpionen (*Buthus tunetanus*)
Foto: D. Mahsberg

Fabres „Souvenirs entomologiques IX“ finden sich in den Quellenverzeichnissen so grundlegender Arachnidenliteratur wie in der „Biologie der Spinnen“ von RAINER FOELIX (2015) oder in „The biology of scorpions“ von GARY POLIS (1990). Schließlich war Fabre einer der ersten, der den Paarungstanz eines Skorpions beschrieb. Hätte er bei seinen nächtlichen Sitzungen schon eine UV-Lampe einsetzen und seine dadurch gut sichtbar fluoreszierenden Studienobjekte ungestört beobachten können, wäre ihm sicher auch die Spermatophore aufgefallen, mittels derer das Skorpionmännchen seine Spermien an die Tanzpartnerin übergibt. Die Kammorgane (Pectines) der Skorpione, eine Autapomorphie, „ihr ausschließliches Erbteil“, mit denen diese Spinnentiere unter anderem beim Laufen den Boden abtasten, interpretiert er als Gleichgewichtsorgane, nicht ahnend, dass es sich dabei um wahre Multifunktions-Sinnesorgane handelt. Freilich entsprechen manche von Fabres Erklärungen und Schlussfolgerungen nicht unserem heutigen Wissensstand, manchmal wirkt er auch recht halsstarrig und gar nicht neutral argumentierend. So manche Erkenntnisse brauchten zudem erst neue Methoden und damit auch Zeit. Passende Fragestellungen für aktuelle Forschung hätte Fabre jedenfalls zur Genüge parat.

Sind Fabres Erinnerungen also nur originelle historische Dokumente, die in der schnelllebigen Wissenschaftswelt keinen Platz mehr verdienen? Keineswegs, denn es geht bei ihm auch um Hypothesenbildung, Versuchsdesign, um geistiges Eigentum und dessen Diebstahl, um Recht vor Gewalt, um Tierversuche oder um die Versklavung der Materie, die Umweltzerstörung. Sogar fake news kämen zu Wort, wenn Fabre „haltlose Theorien aufzubauschen“ kritisiert und fordert, sich erst zu informieren. „Du verstehst, weil du das Verständnis eines anderen weckst“, oder „Glücklich ist, wen das Wort eines Lehrers leitet“ – welche schöne Botschaften für angehende Hochschullehrerinnen und -lehrer, die sich hoffentlich nicht durch Fabres Vorahnung eines Wissenschaftszeitvertragsgesetzes abschrecken lassen: „Wahres

Verdienst meidet dreisten Luxus... müssen wir den Stachel der Not spüren“.

Die Übersetzung des Bandes aus dem Französischen von Friedrich Koch und Ulrich Kunzmann, bearbeitet von Heide Lipecky, liest sich kurzweilig, gibt der äußerst bildhaften, so gar nicht wissenschaftlich-nüchternen Sprache Fabres freien Raum und ist auch hinsichtlich der fachlichen Inhalte einwandfrei. Wer im Anhang zoologischen Hintergrund, aktuelle Ergänzungen oder Literaturtipps erwartet, geht leider leer aus. Dafür stellt der eingangs erwähnte Anhang Hackenschmidts J.-H. Fabre als einen Schriftsteller vor, der sich Gedanken über seinen Schreibtisch als Bedingung seiner Tätigkeit macht und diesen durch die jahrelange Bearbeitung mit Schreib- und Versuchsutensilien zu einer Art Paratext erhebt. Etwas ratlos machen einen die 48 Federzeichnungen von Christian Thanhäuser, nicht wegen ihrer Qualität, sondern wegen ihres nicht erkennbaren Bezugs zum Text. Sicher, Käfer sind für Entomologen ganz besondere Insekten, aber warum dominieren sie die Illustrationen zu einem Band über Spinnentiere? Keine Spinne ist da zu sehen, kein Spinnennetz. Aber immerhin, den Einband ziert ein Skorpion mit Jungen, ein weiterer findet sich auf Seite 225 dieses auf angenehm griffigem Papier gedruckten Ganzleinenbandes.

Zum Schluss soll Fabre selbst nochmals zu Wort kommen: „Ich schreibe für Leute, die genug Verstand haben, um Geschmack an Insektenkunde zu finden“.

Zitierte Literatur:

BARTH, F. G. (2001) Sinne und Verhalten: aus dem Leben einer Spinne. Springer-Verlag, Berlin. 424 S.

FOELIX, R. F. (2015) Biologie der Spinnen. Edition Chimaira, Frankfurt a. M. 430 S.

HALLMANN, C. A. ET AL. (2017) More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. PLoS ONE 12, e0185809.

POLIS, G. A. (Hrsg.) (1990) The biology of scorpions. Stanford University Press, Stanford. 587 S.

SEIBOLD, S. ET AL. (2019) Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers. Nature 574, S. 671-674. <<https://doi.org/10.1038/s41586-019-1684-3>>

Anmerkung: z.B. bei „Buchfink“ gibt es Teile der Fabre-Erinnerungen auch als Audio-CD.

Quelle des Fotos von J.-H. Fabre:

Félix Nadar, Gemeinfrei,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=771426>

Aufnahmeantrag

Naturwissenschaftlicher Verein Würzburg e.V.
Geschäftsstelle: Händelstr. 11, 97074 Würzburg



Name, Adresse; Angaben freiwillig: ► (Telefon, Mailadresse)

Ich erkläre meinen Beitritt zum Naturwissenschaftlichen Verein
Würzburg e.V. mit dem jährlichen Beitragssatz (bitte ankreuzen):

☐ 20,00 € (Berufstätige/Rentner) ☐ 10,00 € (Schüler/Studierende)

☐ Freiwillig mehr: _____,00 €

Arbeitsgruppe(na) (bitte ankreuzen): ☐ keine ☐ Ornithologie

☐ Fledermaus ☐ Entomologie ☐ Mikroskopie ☐ Museum

Die hier erhobenen personenbezogenen Daten werden entsprechend der Datenschutzgesetze ausschließlich für die Mitgliederverwaltung, die Mitgliederinformation und die Mitgliederbetreuung elektronisch gespeichert, verarbeitet und genutzt. Siehe: www.nwv-wuerzburg.de/datenschutz.pdf

(Ort, Datum) (Unterschrift)

Falls Sie den Beitrag abbuchen lassen wollen: **Lastschriftmandat**

Naturwissenschaftlicher Verein Würzburg e.V.

Geschäftsstelle: Händelstr. 11, 97074 Würzburg

IBAN: DE27 4306 0967 1022 7241 00 GLS Bank Bochum (BIC:GENODEM1GLS)

Gläubiger-Identifikationsnummer: DE46ZZZ00000429045

Name, PLZ Ort Straße Hausnummer

Ich ermächtige den Naturwissenschaftlichen Verein Würzburg e.V.,
den Mitgliedsbeitrag in Höhe von _____ € jährlich wiederkehrend von
meinem Konto mittels Lastschrift einzuziehen. Zugleich weise ich mein
Kreditinstitut an, die vom Naturwissenschaftlichen Verein Würzburg
e.V. vorgelegten Lastschriften einzulösen.

Hinweis: Ich kann innerhalb von acht Wochen, beginnend mit dem Belastungsdatum, die
Erstattung des belasteten Betrages verlangen. Es gelten dabei die mit meinem Kreditinstitut
vereinbarten Bedingungen.

Kontoinhaber (falls abweichend): _____

IBAN: _____ Bank: _____

Die hier erhobenen personenbezogenen Daten werden entsprechend der
Datenschutzgesetze ausschließlich für den Beitragseinzug mit Hilfe von Computern
(automatisiert) elektronisch gespeichert, verarbeitet und genutzt.

(Ort, Datum) (Unterschrift)

