

Beiträge zur Moorbirke

BAYERISCHE
FORSTVERWALTUNG



Beiträge zur Moorbirke

Impressum

ISSN 2198-106X

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, sowie fotomechanische und elektronische Wiedergabe nur mit Genehmigung des Herausgebers. Insbesondere ist eine Einspeicherung oder Verarbeitung der auch in elektronischer Form vertriebenen Broschüre in Datensystemen ohne Zustimmung des Herausgebers unzulässig.

| | |
|--------------------------------------|--|
| Herausgeber und Bezugsadresse | Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1 85354 Freising (Deutschland - Germany - Allemagne) Telefon: +49 (0) 8161 4591-0 poststelle@lwf.bayern.de www.lwf.bayern.de |
| Verantwortlich | Dr. Peter Pröbstle, Präsident der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft |
| Redaktion | Johann Wild |
| Layout | Petra Winkelmeier, Freie Kreatur, 85560 Ebersberg |
| Titelfoto | <i>Betula pubescens</i> , Dr. Gregor Aas, Universität Bayreuth |
| Druck | Aumüller Druck GmbH & Co. KG, 93057 Regensburg |
| Auflage | 800 Stück |
| Copyright | Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft September 2023 |



Die Schutzgemeinschaft Deutscher Wald – LV Bayern ist seit 1994 regelmäßiger Kooperationspartner bei der Vorbereitung und Durchführung der gemeinsamen Tagungen zum Baum des Jahres in Bayern.

Vorwort

Die Moorbirke (*Betula pubescens*) ist Baum des Jahres 2023. Die Haarbirke, wie diese Baumart wegen des weichen Haarflaums auf ihren jungen Trieben auch genannt wird, ist als typische Pionierart darauf spezialisiert, neu entstandene Lebensräume zu erobern. Dabei ist die Moorbirke hart im Nehmen: Sie keimt auch auf nährstoffarmen Rohböden, erträgt zeitweise Überflutungen und toleriert selbst starke Fröste mit Temperaturen von bis zu minus 45 Grad Celsius.

In der Waldwirtschaft eignet sich die Moorbirke auf Kahlfleichen hervorragend als sogenannter „Vorwald“, ebenso wie ihre nahe Verwandte, die Sandbirke (*Betula pendula*). Die schnellwachsenden Birken bieten nachfolgenden Baumarten Schutz gegen Frost und Wind und hemmen gleichzeitig die Konkurrenzvegetation. Dabei lassen Birken in der Regel noch genügend Licht für Naturverjüngung, Saat oder Pflanzungen durch. Das Wachstum der Birken kulminiert sehr früh, so dass eine extrem frühzeitige Qualifizierung und Dimensionierung erforderlich ist. Konsequenter gepflegt, liefern die Birken dann aber auch sehr schnell ein hochwertiges, vielseitig verwertbares Holz. Daneben weisen die Birken in Sachen Bioökonomie vielfältige und manchmal überraschende Verwendungsmöglichkeiten auf.

Auf bestimmten Standorten bildet die Moorbirke die natürliche Waldgesellschaft, wobei diese nassen Moor- und Bruchwälder sehr artenreich sind. Zahlreiche Tierarten, Pilze und Pflanzen leben ausschließlich an Birken und in Birkenwäldern, darunter europaweit geschützte Arten wie zum Beispiel die Birkenmaus, aber auch zahlreiche Insektenarten. Diese Biodiversitätsvielfalt war auch einer der Gründe für die Wahl der Moorbirke zum Baum des Jahres.

Heute wird vielerorts versucht, ehemals trockengelegte Moore wieder aktiv zu vernässen. Durch den Klimawandel, insbesondere die steigenden Temperaturen, die höhere Verdunstung und die veränderte Niederschlagsverteilung sind diese Lebensräume aber weiterhin stark gefährdet. Nachdem unter dem lichten Schirm der Moorbirke auch Torfmoose wachsen können, bildet der Moorbirkenanbau auch einen wichtigen Baustein beim Moorschutz, bei der Moorrenaturierung und beim Klimaschutz durch Moore.

Übrigens: Wussten Sie, dass die charakteristische Weißfärbung der Birkenstämme durch lichtreflektierende Betulin – Kristalle in der Rinde verursacht wird?

Sind Sie neugierig auf diese Baumart geworden? Möchten Sie mehr über die Moor- oder Haarbirke wissen? Dann seien Sie gespannt welche vielfältigen Facetten dieser spannenden Baumart in diesem „LWF-Wissen“ von 31 Autoren aus Wissenschaft und Praxis beleuchtet werden.

Ich wünsche Ihnen eine spannende Lektüre, und bleiben Sie neugierig.

Ihr



Dr. Peter Pröbstle

Präsident der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft



Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|---------------------|
| Impressum | 2 |
| Vorwort | 3 |
| Inhaltsverzeichnis | 5 |
| Die Moorbirke (<i>Betula pubescens</i>) – Verbreitung, Variabilität und Ökologie | 7 |
| Dr. Gregor Aas, Universität Bayreuth | |
| Die Moorbirke (<i>Betula pubescens</i> Ehrh.) – Verbreitung, Standort und Ökologie | 15 |
| Markus Engel, Lisa Kaule, Marc Kühnbach, Tobias Mette und Wolfgang Falk; LWF | |
| Die Moorbirke – Waldbauliche Empfehlungen aus bayerischer Sicht | 21 |
| Dr. Hans-Joachim Klemmt, Norbert Wimmer, Dr. Richard Heitz, Joachim Stiegler, Paul Dimke, Ottmar Ruppert und Wolfram Rothkegel; LWF | |
| Die Moorbirke im bayerischen Staatswald | 25 |
| Dr. Sebastian Höllerl, Sabrina Thoma, Heinrich Wimmer, Dr. Rasmus Ettl, Dr. Kay Müller, Sharon Rakowski, Kilian König, Axel Reichert und Markus Kölbl; BaySF | |
| Die Moorbirke – wichtiger Bestandteil der Biodiversität in Mooren | 34 |
| Dr. Stefan Müller-Kroehling, LWF und Olaf Schmidt | |
| Moorbirke und Moorschutz | 54 |
| Dr. Stefan Müller-Kroehling, LWF | |
| Fremdländische Birken | 73 |
| Mirko Liesebach, Thünen-Institut für Forstgenetik | |
| Moorbirke – Saatgut, Genetik und Herkunftsempfehlungen | 82 |
| Muhidin Šeho, Jonas Eckel und Barbara Fussi; AWG | |
| (Moor-)Birkenholz – eine Alternative? | 95 |
| Stefan Torno, Cluster-Initiative Forst und Holz in Bayern | |
| Die Birken: Vielseitige Begleiter der Menschen von einst bis heute | 101 |
| Michael Mößnang und Olaf Schmidt | |
| Kurzbeiträge und Gedichte | 14, 33, 59, 81, 109 |
| Bäume des Jahres | 110 |
| Anschriften der Autoren | 111 |

Die Moorbirke (*Betula pubescens*) – Verbreitung, Variabilität und Ökologie

Gregor Aas

Schlüsselwörter: *Betula pubescens*, Taxonomie, Morphologie, Verbreitung, Introgression, Ökologie

Zusammenfassung: Die Moorbirke (*Betula pubescens*, Betulaceae) ist eine im borealen Nordeuropa und Asien weit verbreitete Baumart. In Mitteleuropa kommt sie auf nassen Standorten und insbesondere in Mooren vor. Dargestellt werden die Morphologie der Art, die Abgrenzung zur Hängebirke (*B. pendula*), ihre Ökologie und Reproduktionsbiologie. Die hohe Variabilität der Moorbirke ist auch die Folge von introgressiver Hybridisierung mit anderen *Betula*-Arten, insbesondere mit *B. pendula*. Artbestimmung und intraspezifische taxonomische Differenzierung sind dadurch erschwert.

Gattung

Zur Gattung *Betula* (Birke; Birkengewächse, Betulaceae) gehören etwa 45 sommergrüne Baum- und Staucharten, die zirkumpolar auf der gesamten Nordhemisphäre verbreitet sind (Ashburner & McAllister 2013). In Mitteleuropa sind vier Arten heimisch: Neben den baumförmigen Vertretern Moorbirke (*Betula pubescens* Ehrh.) und Hängebirke (*B. pendula* Roth) zwei sehr seltene, strauchförmige Arten (Abb. 1). Die Strauchbirke (*B. humilis* Schrank) und die Zwergbirke (*B. nana* L.) kommen als Eiszeitrelikte nur in Mooren vor, in Bayern vor allem im Voralpenland. Beide sind durch den Abbau und die Trockenlegung von Mooren in ihrem Bestand gefährdet.

Morphologie

Nahe der Baumgrenze, in der borealen Taiga und Tundra bzw. in den Alpen, wachsen Moorbirken eher als Strauch denn als Baum, meist mehrstämmig, niedrig- und krummwüchsig (Abbildung 2). Unter günstigeren Bedingungen erreichen sie Höhen bis 20 m und Brusthöhendurchmesser (BHD) bis 50 cm. Die größte in Deutschland bekannte Moorbirke, ein Baum im Schwenninger Moos (Baden-Württemberg), ist knapp 30 m hoch und hat einen Stammumfang von 3 m (gemessen in 1,3 m Höhe; <https://ddg-web.de>).



Abbildung 1: Die Zwergbirke (*Betula nana*, oben) ist ein höchstens 1 m hoher Zwergstrauch mit nur 0,5 bis 1,5 cm großen, rundlichen Blättern. Die Strauchbirke (*B. humilis*, unten) kann 3 m hoch werden und hat eiförmige, bis 4 cm lange Blätter. Fotos: G. Aas



Abbildung 2: Mehrstämmig und »tortuos« wachsende Moorbirke in der subalpinen Stufe der Alpen (A, Nauders). Foto: G. Aas

| | Moor- oder Haarbirke | Hänge- oder Warzenbirke |
|-------------|--|--|
| Habitus | Äste spitzwinklig bis waagrecht abstehend, Zweigspitzen nicht überhängend | Äste spitzwinklig aufsteigend, die Zweigspitzen mit dem Baumalter zunehmend überhängend |
| Rinde | nicht so hell wie bei der Hängebirke; matt weiß bis grau, seltener bräunlich; kaum Borkebildung | weiß, an stärkeren Stämmen mit längsrissiger, dunkler Borke |
| Sprossachse | ± dicht behaart; mit ovalen Lentizellen, aber ohne oder nur wenigen warzigen Drüsen | kahl, mit ovalen Lentizellen, v. a. an kräftigen Langtrieben ± viele, helle, warzige Drüsen |
| Laubblätter | Stiel ± behaart; Spreite zumindest unterseits und an den Nerven behaart; eiförmig, mit kurzer Spitze, ihre Basis abgerundet bis fast herzförmig, seltener keilförmig, am Rand meist einfach gesägt | kahl; Spreite ei- bis rautenförmig, meist lang zugespitzt, Basis gestutzt bis keilförmig, am Rand meist doppelt gesägt |

Tabelle: Merkmale zur Unterscheidung von Moorbirke (*Betula pubescens*) und Hängebirke (*B. pendula*).

Die Moorbirke ist der bei uns viel häufigeren Hängebirke morphologisch ähnlich (Tabelle). Die Abgrenzung beider Arten und insbesondere die sichere Bestimmung von *B. pubescens* bereitet oft Probleme, da in der Literatur unterschiedliche Merkmale zur Artdifferenzierung und insbesondere zur intraspezifischen Variation relevanter diagnostischer Merkmale angegeben sind (Amphlett 2021). Habituell ist für beide typisch, dass sie eher schlanke Kronen bilden mit mehr oder weniger spitzwinklig aufsteigenden Ästen. Namensgebend für die Hängebirke sind die, vor allem bei älteren

Bäumen, zur Spitze hin fast peitschenförmig überhängenden Zweige (Abbildung 3). Im Unterschied dazu stehen die Zweige bei der Moorbirke starr aufrecht oder zur Seite ab.

Gut unterscheiden lassen sich beide Arten nur anhand der Behaarung ihrer Sprosse (Tabelle, Abbildung 5). Bei der Moor- oder Haarbirke, wie sie auch heißt, sind die jungen Sprossachsen behaart, meist auch die Blattstiele und die Adern auf der Blattunterseite. Die Behaarung kann innerhalb der Art, aber auch innerhalb von Individuen stark variieren. So gibt es Moorbirken mit samtig dicht behaarten Sprossachsen und unterseits flächig behaarten Blättern bis hin zu Individuen, deren Sprosse nur zerstreut behaart sind. Bei der Hängebirke sind Blätter und Sprossachsen kahl oder nur kurz nach dem Austrieb spärlich behaart. Die jungen Zweige weisen mehr oder weniger reichlich helle warzige Harzdrüsen auf, die bei *B. pubescens* nur vereinzelt vorkommen.



Abbildung 3: Moorbirke (links) und Hängebirke (unten) lassen sich im Freiland gut an ihrem Habitus unterscheiden.

Fotos: O. Holdenrieder (links), G. Aas (unten)



Abbildung 4: Die Rinde der Moorbirke (links) ist matt- oder grauweiß, bleibt bis ins hohe Alter glatt und meist ohne Borke. Im Unterschied dazu wandelt sich die anfangs glatte, hellweiße Rinde der Hängebirke (rechts) an stärkeren Stämmen zu einer dunklen, fast schwarzen, tief längs rissigen Borke. Fotos: G. Aas



Abbildung 5: Die Sprosse der Moor- oder Haarbirke sind flaumig behaart (links), worauf auch ihr wissenschaftlicher Artname *pubescens* (= flaumhaarig) verweist. Die jungen Zweige der Hänge- oder Warzenbirke (rechts) sind kahl mit hellen warzigen Drüsen. Foto: G. Aas

Abbildung 6: Laubblätter der Moorbirke (links) und der Hängebirke (rechts). Fotos: G. Aas





Abbildung 7: Reinbestand der Moorbirke auf ca. 1000 m Meereshöhe bei Geilo, Südnorwegen. Foto: G. Aas

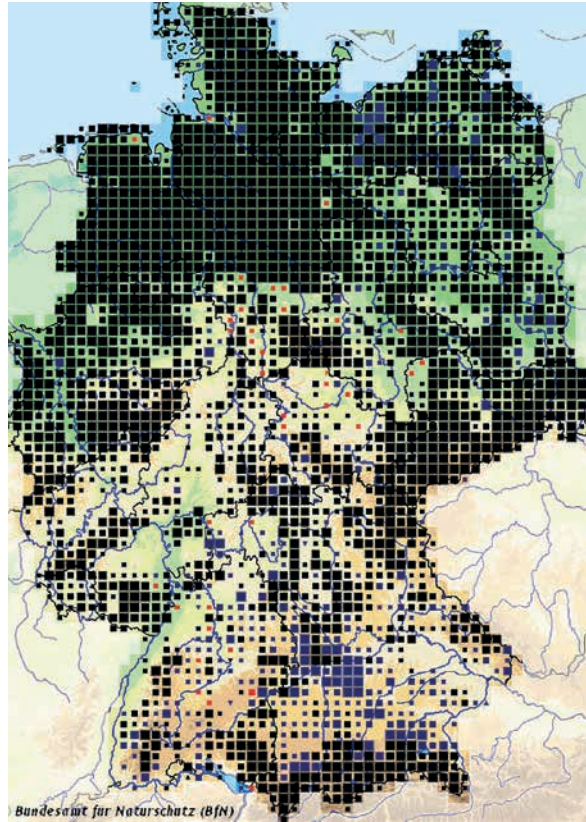


Abbildung 8: Verbreitung der Moorbirke in Deutschland. Quelle: www.floraweb.de

Verbreitung und Ökologie

Betula pubescens hat ein großes Verbreitungsgebiet (siehe Abbildung 1 auf Seite 16). Es erstreckt sich über fast ganz Europa, ausgenommen Teile des Mittelmeergebiets, geht im Norden bis nach Island und Südgrönland, umfasst ganz Skandinavien und reicht im Osten vom Baltikum über Russland und Sibirien bis fast an den Pazifik in Nordostasien. Im borealen Eurasien bildet diese an extreme Kälte und kurze Vegetationszeiten bestens angepasste Art ausgedehnte Wälder (Abbildung 7). Zusammen mit der Vogelbeere bildet sie weit nördlich des Polarkreises die Baumgrenze.

In Deutschland ist *Betula pubescens* zwar weit verbreitet (Abbildung 8), aber eher selten, da nur auf feuchten bis nassen, nährstoffarmen Standorten vorkommend. Schwerpunkte der Verbreitung liegen im Bereich des atlantisch getönten Klimas im nordwestdeutschen Tiefland, in Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg, in den schneereichen Lagen der Mittelgebirge (z.B. Sauerland, Harz, Rhön, Erzgebirge, Fichtelgebirge, Bayerischer Wald), im Voralpengebiet und in den Alpen. In den nördlichen Kalkalpen kommt sie bis zur

Baumgrenze auf Höhen von ca. 1900 m vor, in den Zentralalpen bis 2200 m.

Betula pubescens besiedelt Moor- und Bruchwälder, Hochmoorränder und Quellsümpfe sowie in höheren Lagen der Gebirge Blockhalden und bodensaure Fichtenwälder. Sie wächst auf feuchten bis staunassen, nährstoffarmen bis mäßig nährstoffreichen, humosen Sand- oder Torfböden.

Die Moorbirke ist an diese Standorte gebunden. Aber Vorsicht, nicht jede auf diesen Standorten vorkommende Birke ist eine *Betula pubescens*. Die Hängebirke hat im Unterschied zur Moorbirke eine viel breitere ökologische Amplitude und kann trockene wie nasse Standorte und unterschiedliche Böden besiedeln. Auch auf anmoorigen oder sumpfigen Standorten ist sie anzutreffen, mitunter vergesellschaftet mit der Moorbirke. Beiden Arten gemeinsam sind ihre ausgeprägten Pioniereigenschaften. Sie wachsen in der Jugend sehr rasch, sind extrem lichtbedürftig bzw. wenig schattentolerant, können schon im Alter von nur wenigen Jahren fruktifizieren und bilden dann fast alljährlich große Mengen winzig kleiner Früchte, die durch den Wind



Abbildung 9: Die hängenden männlichen Kätzchen und darüber die aufrechten grünen, weiblichen Blütenstände (links). Weibliche Blütenstände; von der Einzelblüte sind nur die Spitzen der rötlichen Narben sichtbar (rechts).
Foto: G. Aas

auch über größere Entfernungen ausgebreitet werden können. Das Höchstalter beider Birken liegt bei 80 bis 100 Jahren.

Reproduktionsbiologie

Die kätzchenartigen Blütenstände der Moorbirke erscheinen zeitgleich mit dem Laubaustrieb (Abbildung 9). Die männlichen Kätzchen sind bereits im Sommer des Vorjahres angelegt und überwintern nackt (Abbildung 10). Die weiblichen Blütenstände stehen aufrecht an den Frühjahrstrieben und werden durch den Wind bestäubt.

Die Intensität der Fruchtproduktion variiert von Jahr zu Jahr, wobei es unter mitteleuropäischen Bedingungen nur selten Jahre mit ausbleibender Fruktifikation gibt. Die kleinen, gut flugfähigen Früchte (sog. Segelflieger, Abbildung 11) werden durch den Wind ausgebreitet (Anemochorie). Dies geschieht unmittelbar nach der Samenreife im Spätsommer oder Herbst, aber auch



Abbildung 10: Mitten im Winter finden sich bei der Moorbirke nebeneinander noch Fruchtkätzchen aus der zurückliegenden Vegetationszeit und die nackt überwinternden, noch geschlossenen männlichen Infloreszenzen für die kommende Blühsaison. Foto: G. Aas

noch den Winter über bis ins kommende Frühjahr. Die Ausbreitungsdistanzen variieren je nach Windverhältnissen, Geländetopografie und Bestandesstrukturen und können mehrere hundert Meter betragen (bei *Betula pendula* wurden mittlere Distanzen von bis ca. 380 m ermittelt, Tiebel et al. 2020). Sekundär können Birkenfrüchte auch auf der Schneedecke gleitend und im abfließenden Regen- und Schmelzwasser verfrachtet werden.



Abbildung 11: Die nur einige Millimeter langen Nussfrüchte der Moorbirke haben an beiden Seiten einen häutigen Flügel. An ihrer Spitze sind oft noch die Reste der beiden Narben zu sehen. Zwischen den Früchten die dreilappigen Fruchtschuppen, die beim Zerfallen der Fruchtstände auf den – hier schneebedeckten – Boden fallen. Foto: G. Aas

Wie andere Arten der Gattung *Betula* bilden Moorbirken enorme Mengen an Samen (Liu et al. 2021). Ein einziger Fruchtstand enthält bis zu 450 Samen, ein stärkerer Baum kann in günstigen Jahren bis zu 10 Millionen Samen produzieren (Perala & Alm 1990). In finnischen Birkenbeständen wurden bis zu 10.000 Samen/m² ermittelt (Koski & Tallquist 1978, zit. in Holm 1994; Tiebel et al. 2020 geben ähnliche Maximalwerte für *B. pendula* in Thüringen an). Die Samen sind austrocknungs- und frosttolerant und bleiben lange keimfähig (bei Zimmertemperatur bis zwei Jahre; Ashburner & McAllister 2013, Perala & Alm 1990). Auch in der Samenbank des Bodens behalten die kleinen, reservestoffarmen Samen noch erstaunlich lange Zeit ihre Keimkraft (bei *B. pendula* bis zu 13 Jahre; Tiebel 2023).

Moorbirken können sich gut durch den Austrieb schlafender (proventiver) Knospen regenerieren. Ihre Fähigkeit zu Stockausschlägen ist stärker ausgeprägt als bei *B. pendula* (Hynynen et al. 2010) und hat vor allem im borealen Bereich für die natürliche Verjüngung von Birkenwäldern, aber auch für ihre Bewirtschaftung als Niederwald große Bedeutung.

Hybridisierung und Introgression fördern die Variabilität der Moorbirke

Die Moorbirke ist eine sehr vielgestaltige Art. Die taxonomisch relevanten Merkmale unterliegen einer hohen Variation, weshalb ihre Bestimmung oft große Probleme bereitet. Ein Grund für die hohe Variabilität ist das

Phänomen des interspezifischen Genflusses durch Bastardierung und Introgression (Amphlett 2021, Jonsell 2000).

Betula pubescens ist tetraploid ($2n = 56$), *B. pendula* hingegen diploid ($2n = 28$). Häufig wird unterstellt, dass die unterschiedlichen Ploidiestufen Introgression zwischen beiden Arten verhindern. *B. pendula* und *B. pubescens* sind aber kreuzbar (Eifler 1958). Unter natürlichen Bedingungen findet man primäre, mehr oder weniger intermediäre F_1 -Hybriden (= *Betula × aurata*) aber nur selten. Da triploid ($3n = 42$), sind sie normalerweise auch nicht zur sexuellen Reproduktion und damit zur Rückkreuzung mit *B. pendula* oder *B. pubescens* befähigt, was den Genfluss (Genintrogression) zwischen den Arten verhindert.

Ermöglicht wird dieser aber dadurch, dass *B. pendula* mitunter unreduzierte Gameten ($1n = 28$) bildet. Paaren sich diese mit normal gebildeten, reduzierten Gameten ($n = 28$) der Moorbirke entstehen tetraploide ($2n = 56$) F_1 -Hybriden (Amphlett 2021). Diese können sich mit Moorbirken rückkreuzen und so in Folgegenerationen (F_2, F_3, \dots) wieder tetraploide, sexuell normal reproduktionsfähige Nachkommen bilden. Im Unterschied dazu führen Rückkreuzungen mit der diploiden Hängebirke in der Regel zu triploiden, nicht sexuell fortpflanzungsfähigen Individuen. Die bevorzugte Rückkreuzung hybridogener Individuen mit der Moorbirke führt über mehrere Generationen dazu, dass sukzessive Teile des Genoms der Hängebirke in das der Moorbirke transferiert werden (einseitige Genintrogression, Zohren 2016). Dadurch gewinnt *B. pubescens* an genetischer und damit an morphologischer Vielfalt. Nicht selten treten deshalb Moorbirken auf, die infolge Introgression der Hängebirke sehr ähnlich sind bzw. in ihren Merkmalen kontinuierlich zwischen der als typisch erachteten Moor- und der Hängebirke vermitteln. Die praktische Folge davon sind Probleme bei der Bestimmung von *B. pubescens* und ihrer Abgrenzung zu *B. pendula*. Insbesondere in Skandinavien und in Island trägt auch die Genintrogression von der diploiden *B. nana* ($2n = 28$) in die Moorbirke zu deren Variabilität bei (Jonsell 2000, Zohren 2016).

Aufgrund der hohen Variabilität sind in der Literatur viele Unterarten und Varietäten von *B. pubescens* beschrieben, deren systematisch-taxonomischer Wert umstritten ist (Ashburner & McAllister 2013). Zwei dieser, auch für Mitteleuropa angegebener, intraspezifischen Sippen seien hier erwähnt:



Abbildung 12: Die fast ganz kahlen Blätter einer Moorbirke in der Hohen Tatra (Karpaten). Foto: G. Aas



Abbildung 13: Moorbirken in den Hochlagen der Vogesen, die hier je nach taxonomischer Auffassung als Karpatenbirken gelten. Foto: A. Reif

Die Karpatenbirke

(*Betula carpatica*, *B. pubescens* subsp. *carpatica*)

Taxonomische Verwirrung verursacht seit langem die sog. Karpatenbirke (Abbildung 12, 13), von der auch Vorkommen in Mitteleuropa und in Bayern angegeben sind (<https://daten.bayernflora.de>; Müller et al. 2021). In der Literatur ist sie entweder als eigene Art (*Betula carpatica* Willd.), als Unterart (subsp. *carpatica* Asch. & Graebn.) oder als Varietät der Moorbirke beschrieben. Merkmale für die Abgrenzung von der typischen Moorbirke sind u. a. weniger stark behaarte, rasch verkahlende Sprosse und eher rundliche Blätter (z. B. Müller et al. 2021). Offenbar ermöglichen diese und andere Merkmale, aber auch die geografische Verbreitung und die ökologische Einnischung der Sippe keine klare Abgrenzung von der »typischen« Moorbirke (z. B. Kuneš et al. 2019). Deshalb gilt die Karpatenbirke nach neuerer Auffassung nicht als eigene Art oder Unterart, sondern wird der typischen, aber eben sehr variablen *B. pubescens* zugeordnet (Ashburner & McAllister 2013).

Die Krummbirke

(*B. pubescens* subsp. *tortuosa*, *B. tortuosa*)

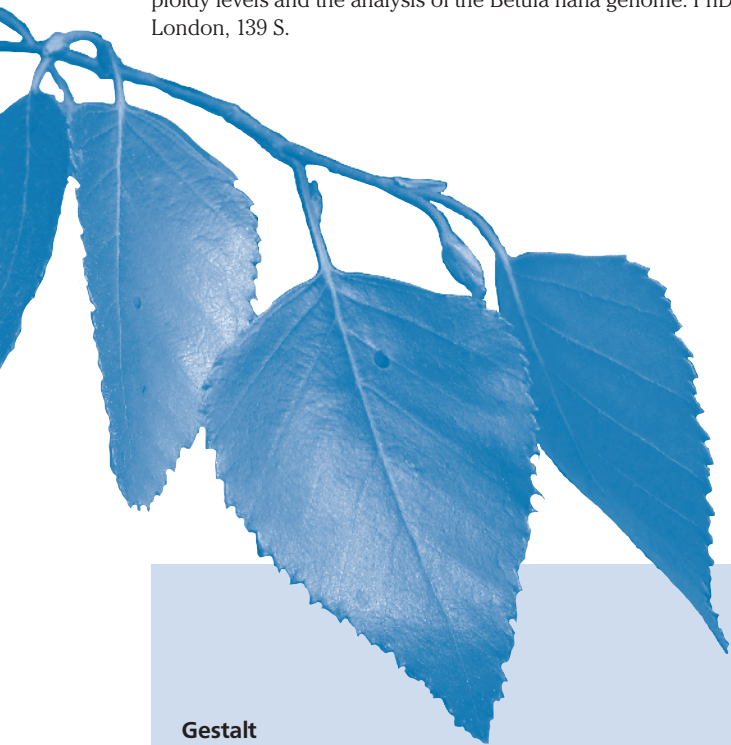
Eine niedrigwüchsige, meist krumm- und mehrstämmig wachsende Form der Moorbirke kommt in der borealen Taiga und Tundra und in zentralasiatischen Gebirgen vor, aber auch in höheren Lagen der Alpen (Abbildung 2). In der Literatur wird diese Krummbirke oft als *B. pubescens* subsp. *tortuosa* Nyman oder als eigene Art, *Betula tortuosa* Ledeb., geführt. Nach neueren Erkenntnissen handelt es sich aber auch hier nicht um eine eigene Art oder Unterart (Ashburner & McAllister 2013, Jonsell 2000), sondern mit hoher Wahrscheinlichkeit um eine durch die extremen Bedingungen schneereicher Gebirgslagen bedingte, phänotypische Variation der Wuchsform der typischen Moorbirke.

Literatur

- Amphlett, A. (2021): Identification and taxonomy of *Betula* (Betulaceae) in Great Britain and Ireland. *British & Irish Botany* 3: 99-135.
- Ashburner, K.; McAllister, H.A. (2013): The genus *Betula*. A taxonomic revision of birches. *Kew* 432 S.
- Eifler, I. (1958): Kreuzungen zwischen *Betula verrucosa* und *Betula pubescens*. *Der Züchter* 28: 331-336.
- Holm, S.-O. (1994): Reproductive patterns of birches (*Betula* spp.) in northern Sweden. *Doctoral Dissertation*, Umeå.
- Hynynen, J.; Niemistö, P.; Viherä-Aarnio, A.; Brunner, A.; Hein, S. (2010): Silviculture of birch (*Betula pendula* Roth and *Betula pubescens* Ehrh.) in northern Europe. *Forestry* 83, doi:10.1093/forestry/cpp035
- Jonsell, B. (ed.) (2000): *Flora Nordica*. Vol. 1. Stockholm, 344 S.
- Kuneš, I.; Linda, R.; Fér, T.; Karlík, P.; Baláš, M.; Ešnerová, J. et al. (2019): Is *Betula carpatica* genetically distinctive? A morphometric, cytometric and molecular study of birches in the Bohemian Massif with a focus on Carpathian birch. *PLoS ONE* 14(10): e0224387. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224387>
- Liu, Z.; Evans, M. Effect (2021): Tree density on seed production and dispersal of birch (*Betula pendula* Roth and *Betula pubescens* Ehrh.). *Forests* 12, 929. <https://doi.org/10.3390/f12070929>
- Müller, F.; Ritz, C.; Wesche, K. (2021): Rothmalen – Exkursionsflora von Deutschland. Gefäßpflanzen: Grundband. 22. Aufl. Springer, 944 S.
- Perala, D.A.; Alm, A.A. (1990): Reproductive ecology of birch: a review. *Forest Ecology and management* 32: 1-38.
- Tiebel, K.; Huth, F.; Frischbier, N.; Wagner, S. (2020): Restrictions on natural regeneration of storm-felled spruce sites by silver birch (*Betula pendula* Roth) through limitations in fructification and seed dispersal. *European Journal of Forest Research* 139:731-745.

Tiebel, K. (2023): Verjüngung auf Störungsflächen. Teil 3: Bodensamenbankpotenzial. AFZ/Der Wald 78 (5): 37-41.

Zohren, J. (2016): Introgression in *Betula* species of different ploidy levels and the analysis of the *Betula nana* genome. PhD London, 139 S.



Keywords: *Betula pubescens*, taxonomy, morphology, distribution, introgression, ecology

Summary: *Betula pubescens* (downy birch, Betulaceae) is a tree species widespread in boreal northern Europe and Asia. In Central Europe it occurs in wet sites and especially in bogs. The morphology of the species, the differentiation from silver birch (*B. pendula*), its ecology and reproductive biology are presented. The high variability of downy birch is also the result of introgressive hybridization with other *Betula* species, especially with *B. pendula*. This makes species identification and intraspecific taxonomic differentiation more difficult.

Steckbrief Moorbirke (*Betula pubescens*)

Gestalt

Bis 20 (max. 30) m hoher, sommergrüner Laubbaum, Brusthöhendurchmesser (BHD) bis 70 cm, selten bis 1 m; Äste meist schräg nach oben gerichtet, zur Spitze hin aufrecht oder zur Seite abstehend

Junge Sprossachse und Knospen

Junge Sprossachse dicht samtig bis locker behaart, ± verkahlend, ohne oder nur zerstreut helle, warzige Drüsen; Knospen spiralig oder seltener zweizeilig angeordnet; länglich eiförmig, mit 4–8 bräunlichen, im unteren Teil meist grünlichen Schuppen

Blätter

Spiralig oder seltener zweizeilig angeordnet; Blattstiel 1–3 cm lang, zumindest anfangs behaart; Spreite 3–7 cm lang, eiförmig mit abgerundeter bis fast herzförmiger Basis, unterseits behaart, aber meist bis auf die Nerven verkahlend, am Rand einfach oder seltener doppelt gesägt

Rinde

Matt weiß bis grau, gelblich oder bräunlich, nicht so hell wie bei der Hängebirke, Lentizellen deutlich als kurze, schmale horizontale Bänder; Rinde (Periderm) blättert waagrecht mit dünnen Streifen ab; keine oder nur selten am Stammfuß Bildung einer Borke

Blüten

April bis Anfang Mai, mit dem Laubaustrieb; eingeschlechtig und einhäusig verteilt; männliche Blüten überwintern nackt in länglich-walzenförmigen Kätzchen; zur Blütezeit schlaff hängend; weibliche Blüten in gestielten, anfangs aufrechten, dünnen, 2–4 cm langen, grünlichen Kätzchen an diesjährigen Trieben; Bestäubung durch den Wind

Früchte

Reife im August und September; Fruchtstände (»Zäpfchen«) walzenförmig, hängend, zerfallen zur Reife in die dreilappigen, braunen Fruchtschuppen und die einsamigen, zu beiden Seiten geflügelten Nussfrüchte, jeder Flügel etwa 1–2× so breit wie die Nuss; Ausbreitung durch den Wind

Bewurzelung

Je nach Standort ± flaches Herzwurzel- oder Senkerwurzelsystem

Höchstalter

80 bis 100 Jahre

Chromosomenzahl

2n = 56 (tetraploid)

Die Moorbirke (*Betula pubescens* Ehrh.) – Verbreitung, Standort und Ökologie

Markus Engel, Lisa Kaule, Marc Kühnbach, Tobias Mette, Wolfgang Falk

Schlüsselwörter: Moorbirke (*Betula pubescens* Ehrh.), Taxonomie, Verbreitung, Ökologie

Zusammenfassung: Die Moorbirke (*Betula pubescens* Ehrh.) ist eine flexible Pionierart mit einem sehr großen Verbreitungsgebiet von Grönland bis nach Sibirien. Als Spezialist für kalt-trockene und kühl-feuchte Klimate der borealen Zone und der hohen Gebirgslagen ist ihr Vorkommen im mediterranen Raum durch Hitze und Trockenheit begrenzt. Die Moorbirke kann saure und vernässte Böden, anmoorige und Moorstandorte tolerieren und kommt mit den ärmsten Bodenbedingungen und Rohböden zurecht. Ihre Zukunft in einem deutlich wärmeren Klima wird durch ihre vergleichsweise geringe Düreresistenz beeinträchtigt, obwohl einige Provenienzen deutlich besser mit Trockenheit umzugehen wissen. In Europa und Bayern ist und bleibt sie daher ein Spezialist für Sonderstandorte, da sie sich schwer in der Konkurrenz mit anderen Klimax-Baumarten behaupten kann.

Die Verbreitung der Moorbirke

Die Moorbirke (*Betula pubescens* Ehrh.) zeichnet sich durch ein sehr großes natürliches Verbreitungsgebiet (Abbildung 1) aus, welches sich von Südwest-Grönland (Kuivinen & Lawson 1982, Fredskild 1991) und Island (Erlendsson & Edwards 2009) bis nach Sibirien erstreckt (Beck et al. 2016).

Ihr Verbreitungsschwerpunkt liegt im borealen Raum. Sommerliche Hitze und Trockenheit verhindern ihre Ausbreitung in Südeuropa, sodass sie dort nur in höheren Lagen anzutreffen ist, im Gegensatz zu der verwandten Hängebirke (*Betula pendula* Roth.), die auch noch in Griechenland und auf der iberischen Halbinsel häufiger vorkommt (Beck et al. 2016). Die ausgeprägte Kältetoleranz (Rinne et al. 1998, Taulavuori et al. 2004) und ihre Fähigkeit, Rohböden als Pionier zu besiedeln (Karlsson & Weih 2001), ermöglichen es der Moorbirke auf sehr kargen Standorten in hohen Lagen bis an die Baumgrenze hinauf zu wachsen und dies sogar weiter als Nadelbaumarten wie Fichte (*Picea abies* Karst. H.) im selben Gebiet (Truong et al. 2007,

Odland 2015, Kullman 2022). Im Norden Skandinaviens wird die Verbreitung bis an die arktische Baumgrenze durch extreme Temperaturen, eine äußerst kurze Vegetationsperiode und das Auftreten starker, kalt-trockener Winde begrenzt, wogegen die Moorbirke wenig resistent erscheint (Beck et al. 2016). Nördlich der Baumgrenze bildet die Moorbirke in den ozeanisch beeinflussten subarktischen Arealen Europas sogar noch einen schmalen Birkengürtel (Kallio & Mäkinen 1978). Nach bisherigen Untersuchungen finden sich die nacheiszeitliche Verbreitungszentren der Moorbirke nicht nur in Südeuropa, sondern auch in Nordost-Europa (Oksanen et al. 2001, Välijanta et al. 2011), was vermutlich zur einer schnellen Wiederbesiedlung beigetragen hat.

Die Moorbirke zeigt eine Tendenz zur Hybridisierung mit der Zwergbirke (*Betula nana* L.) (Karlsdóttir et al. 2009, Kenworthy et al. 2010, Eidesen et al. 2015). Unterarten der Moorbirke wurden in Britannien, speziell in Schottland mit der Subspezies *tortuosa* aufgeführt (Gardiner 1972, Gardiner 1984, Pelham et al. 1988) und in Skandinavien mit der Subspezies *czerepanovii* (Taulavuori et al. 2004, Ruotsalainen et al. 2009, Öberg & Kullmann 2012). Nach aktuellem Wissensstand sind diese Unterarten aber lediglich phänotypische Anpassungen an die spezifischen Umweltbedingungen des Vorkommensgebietes der sehr variantenreichen Moorbirke (vgl. Beitrag G. Aas in diesem Band).

Die Ökologie der Moorbirke

Die Moorbirke ist eine schnellwachsende, lichtbedürftige Pionierart, die ein Alter von 150 Jahren erreichen kann (Beck et al. 2016). Sie toleriert vernässte Standorte und findet sich in mitteleuropäischen Höhenlagen von 100 bis 1100 m im Randbereich von Hochmooren, auf entwässerten Hoch- und Zwischenmoore und auf anmoorigen, sehr sauren Standorten (Roloff et al. 2009). Die Moorbirke erreicht als Pionierbaumart auch höhere Anteile an der Waldzusammensetzung in westeuropäischen, atlantisch geprägten, sauren Eichen-Mischwäldern (Roloff et al. 2009). Darüber hinaus ist sie aber auch auf kalkreichen Flussschottern oder ande-

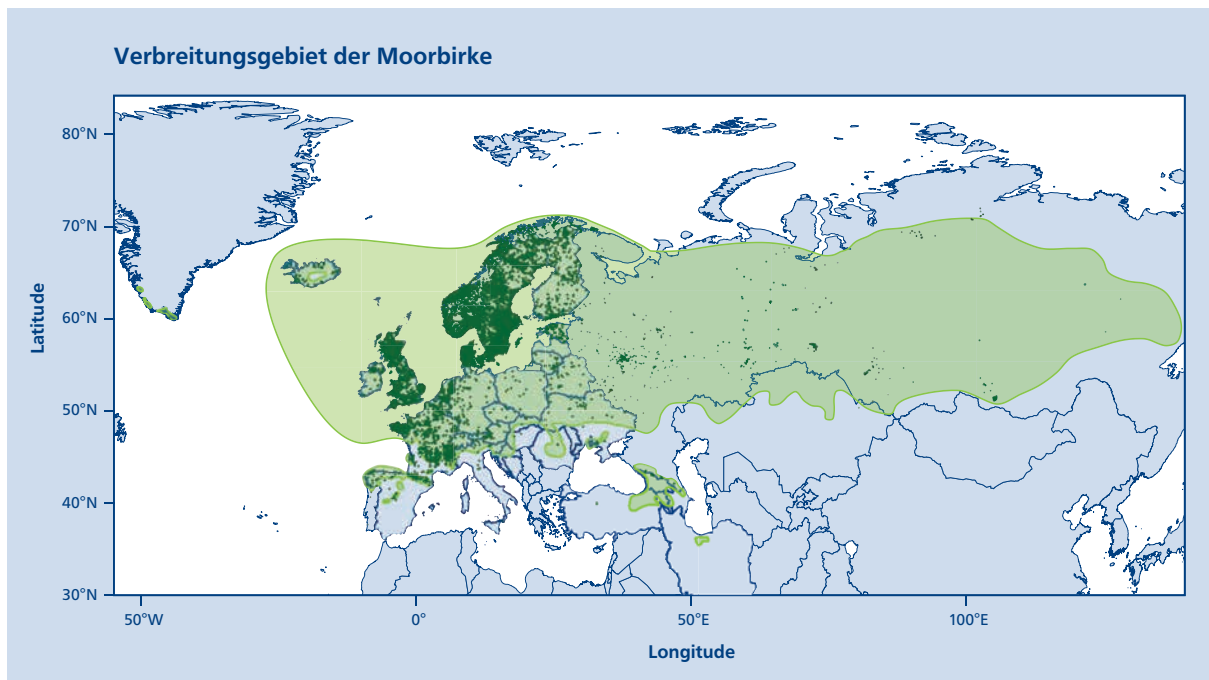


Abbildung 1: Verbreitungsgebiet der Moorbirke (*Betula pubescens* Ehrh.). Punkte zeigen die Vorkommen von 1980 – 2022 aus GBIF (2023). Das Verbreitungspolygon zeigt das Vorkommen nach der Chorologischen Karte aus Caudullo et al. (2018).

ren kalkreichen Substraten anzutreffen, sofern darüber mächtige Moder- oder Rohhumusaufgaben vorhanden sind (Roloff et al. 2009), die den Boden-pH-Wert senken und die Nährelementverfügbarkeit für die Moorbirke erhöhen. Nieuwenhuis & Barrett (2002) berichten von Chlorosen bei Moorbirke auf Kalkgestein, die auf Nährelementmängel hinweisen. Die Moorbirke ist eine Baumart, die somit nicht als kalkliebend bezeichnet werden kann, sondern eher einem sauren Bodenmilieu zugetan ist. In Bayern findet sich die Moorbirke auf Sonderstandorten wie Mooren, da sie durch ihre Lichtbedürftigkeit und ihren Pioniercharakter nicht gegen andere schattenertragende Klimax-Baumarten mit höherer Lebensdauer, wie die Buche (*Fagus sylvatica* L.) oder die Weißtanne (*Abies alba* Mill.), konkurrieren kann. Nach Ellenberg et al. (1992) wird die Moorbirke als Halblichtpflanze beschrieben, die saure (Reaktionszahl 3), feuchte bis nasse (Feuchtezahl 8) und stickstoffarme (Stickstoffzahl 3) Böden anzeigt. Darüber hinaus zeigt sie nach Ellenberg et al. (1992) ein indifferentes Verhalten bezüglich der Kontinentalität und der Temperatur.

Wichtig zum Verständnis der Reaktion der Moorbirke auf Bodenbedingungen ist das Wurzelsystem. Dieses ist herzförmig (Kreutzer 1961), bildet bis zu 25 m laterale Ausläufer im Oberboden und bis zu 3m Tiefe Senker in den Unterboden (Atkinson 1992). Die Durchwurze-

lung ist sehr plastisch und kann sich an verschiedenste Bodenbedingungen anpassen (Perala & Alm 1990), was ihren Pioniercharakter unterstützt. Auf flachen Böden oder Böden mit hochanstehendem Grund- oder Stauwasser kann sich ein sehr flaches Wurzelsystem als Reaktion bilden, was die Windwurfgefahr erhöht (Rau 1988).

Die Moorbirke besitzt nur ein geringes Vermögen, die Transpiration über ihre Stomata während einer Dürre zu regulieren, weshalb sie im Gegensatz zur Stieleiche (*Quercus robur* L.), als weniger Dürre-resistent gilt (Beerling et al. 1996). Dies zeigte auch ein Gewächshausexperiment mit Sämlingen der Moorbirke (Lanta & Hazuková 2005). Betrachtet man die Vorkommen der Moorbirke in Europa, so lässt sich eine scharfe Grenze im warm-trockenen Bereich erkennen (Abbildung 2). Trotz ihrer geringen Kontrolle der Transpiration besitzt die Moorbirke dennoch die Fähigkeit kalt-trockenen Winterperioden zu trotzen, indem sie zur Erhaltung der Stoffwechselfvorgänge bestimmte Proteine in ihrem Gewebe (z. B. Knospfen) anreichert (Rinne et al. 1999).

Im Falle der Unterart *czerepanovii* konnte in Skandinavien gezeigt werden, dass die Verschiebung der Baumgrenze im Zuge einer Klimaerwärmung durch einen Bodenwassermangel nach zu früher Schneeschmelze gestört ist (Öberg et al. 2012). Allerdings zeigen Han-

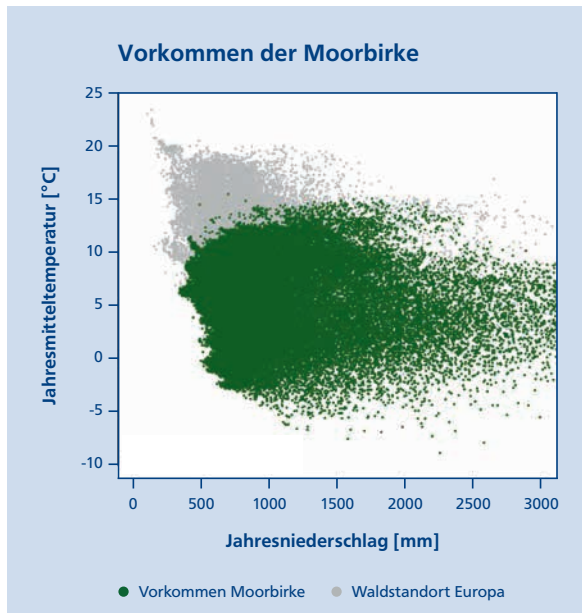


Abbildung 2: Das Vorkommen der Moorbirke (*Betula pubescens* Ehrh.) in Europa (grün) nach Jahresniederschlag [mm] und Jahresmitteltemperatur [°C] im Vergleich zu weiteren Waldstandorten (grau) nach Buchhorn et al. (2019). Vorkommensdaten beruhen auf Mauri et al. (2017), Caudullo et al. (2018) und GBIF (2023).

nus et al. (2021), dass es intraspezifische Unterschiede bei der Dürretoleranz der verwandten Hängebirke gibt und einige Provenienzen, wie solche aus Sibirien, dürretoleranter sind. Isakov (2021) berichtet über vermehrt dürteresistente Provenienzen sowohl für

Hänge-Birke als auch für Moorbirke. Die Hybridisierung von Hänge- und Moorbirke kann wiederum zur Aktivierung von Genen führen, die die Dürteresistenz erhöhen (Grodetskaya et al. 2020).

Die Zukunft der Moorbirke im Klimawandel

Die zukünftige Verbreitung der Moorbirke wird maßgeblich durch ihre vergleichsweise geringe Toleranz gegenüber einem warm-trockenen Klima beeinflusst. Als Spezialist für kühl-feuchte und kalt-trockene Klimate der borealen Zone sind Arealverluste bei einer starken Erwärmung zu erwarten. Betrachtet man die mögliche Verbreitung der Moorbirke anhand eines Verbreitungsmodells für ein Referenzklima der Periode 1981–2010 unter Verwendung von CHELSA-Klimadaten (Karger et al. 2020), Kolb-Nährstoffdaten (Kolb et al. 2019), Daten zur nutzbaren Feldkapazität der Böden (Teepe et al. 2003) sowie Vorkommensdaten aus Mauri et al. (2017), Caudullo et al. (2018) und GBIF (2023), zeigen sich große Teile Europas als potentiell geeignet, mit Ausnahme von warm-trockenen Standorten sowie Überflutungsbereichen der Auen (Abbildung 3). Bei einem zukünftigen Klima mit starker Erwärmung nach einem RCP-Szenario 8.5 (Karger et al. 2020) dagegen zeigen sich große Teile Mitteleuropas nunmehr als ungeeignet. Nur stark vernässte Standorte, Moore und Standorte in hohen Lagen sind weiterhin für die Moorbirke geeignet (Abbildung 3).

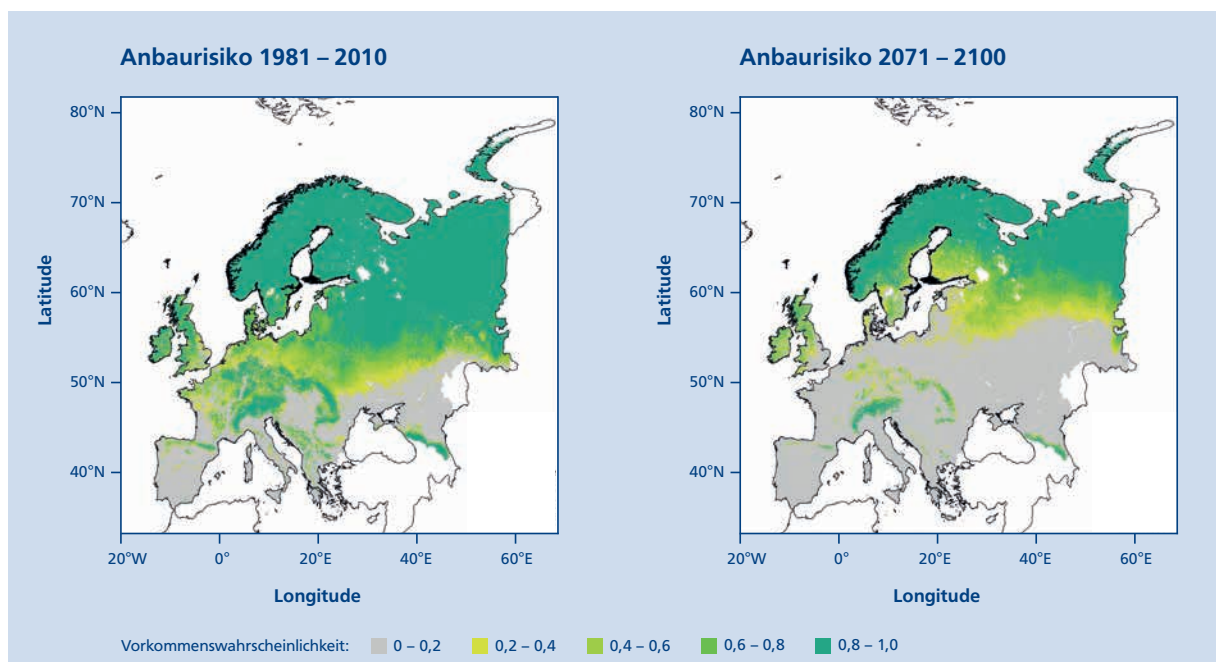


Abbildung 3: Das Anbaurisiko der Moorbirke (*Betula pubescens* Ehrh.) in Europa für die Periode 1981–2010 (links) und für die Periode 2071–2100 (rechts) unter Anwendung eines RCP 8.5 Szenarios.

Das Vorkommen der Moorbirke auf moorbeeinflussten oder Moorstandorten lässt zunächst eine höhere Überlebenschance in vermehrt auftretenden Trockenperioden vermuten, allerdings ist die Konstanz der Moore an ihren Wasserhaushalt gebunden, welcher wiederum von den Klimawandelfolgen betroffen ist. Nach Čížková et al. (2013) sind die bedeutendsten Auswirkungen des Klimawandels auf Standorte der Moorbirke (a) die Erhöhung des Meeresspiegels, (b) höhere Lufttemperaturen und (c) häufigere meteorologische Extrema. Die Erhöhung des Meeresspiegels ist vor allem in Küstenregionen von Bedeutung. Dort drängt salziges Wasser stärker landeinwärts, wodurch vormalige Frischwasserstandorte versalzen und als Standort ungeeignet werden. Die Lufttemperatur hat Einfluss auf Verdunstungsraten, welche maßgeblich den Wasserstand in Mooren steuern. Die Erhöhung der Lufttemperatur, gemeinsam mit der gesteigerten Wahrscheinlichkeit von Trockenphasen, führt zu permanent niedrigeren Wasserständen in Mooren. Dadurch können Moorstandorte trockenfallen, zuvor verbundene Moorstandorte zerteilt werden, Artverbreitungskorridore verschwinden und sich die Ausdehnung der Moorflächen verkleinern. Die Sukzessionsraten beschleunigen sich auf drainierten Flächen und Pionierarten, wie die Moorbirke, verschwinden.

Literatur

Archibold, O.W. (2012): Ecology of world vegetation. Springer Science & Business Media.

Atkinson, M.D. (1992): *Betula pendula* Roth (B. verrucosa Ehrh.) and *B. pubescens* Ehrh. – Biological Flora of the British Isles. *Journal of Ecology* 80: 837-870.

Barnes, B.V.; Zak, D.R.; Denton, S.R.; Spurr, S.H. (1997): Forest ecology (No. Ed. 4). John Wiley and Sons.

Beck, P.; Caudullo, G.; de Rigo, D.; Tinner, W. (2016): *Betula pendula*, *Betula pubescens* and other birches in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: San-Miguel-Ayán, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A. (Eds.), *European Atlas of Forest Tree Species*. Publ. Off. EU, Luxembourg, pp. e010226+.

Beerling, D.J.; Heath, J.; Woodward, F.I.; Mansfield, T.A. (1996): Drought-CO₂ interactions in trees: observations and mechanisms. *New Phytologist* 134: 235-242.

Buchorn, M.; Smets, B.; Bertels, L.; De Roo, B.; Lesiv, M.; Tsendbazar, N.-E.; Herold, M.; Fritz, S. (2019): Copernicus Global Land Service Cover 100m: collection 3: epoch 2019: Globe.

Caffarra, A.; Donnelly, A.; Chuine, I.; Jones, M.B. (2011): Modelling the timing of *Betula pubescens* budburst. I. Temperature and photoperiod: a conceptual model. *Climate Research*, 46(2), 147-157.

Die Moorbirke bietet sich wie kaum eine andere Baumart an, um einen der wichtigsten Faktoren für die Verbreitung von Baumarten zu diskutieren, die Kältetoleranz. Die Kältengrenze der Moorbirke liegt zwar weit außerhalb Mitteleuropas in der Winterhärtezone 1 (nach Heinze und Schreiber 1984), d. h. sie hält Temperaturen unter -45.5°C aus. Aber die prinzipiellen Mechanismen der Anpassung an eine saisonale Frostperiode sind übertragbar. Auch unsere Buche muss in Winterhärtezone 5 Temperaturen von bis zu -30°C überleben. Ein erster offensichtlicher Anpassungsmechanismus vor allem der temperaten und borealen Laubbaumvertreter ist ganz offensichtlich der Blattabwurf. Damit wird eine Schädigung dieses wichtigen Organs von vornherein vermieden. Immergrüne Nadelbäume wie Fichten, Tannen oder Kiefern müssen kostenintensive Kompromisse in Blattaufbau und -physiologie eingehen, um das Überleben ihres Nadelkleids im Winter zu sichern. In Ostsibirien, wo die Temperaturen auf unter -70°C fallen können, wird die Waldgrenze schließlich sogar von einer laubwerfenden Nadelbaumart, der sibirischen Lärche, gebildet. Doch der Laubabwurf bringt auch Nachteile mit sich: (1) Wärmere Tage in den Übergangsjahreszeiten können nicht zur Fotosynthese genutzt werden, und (2) mit dem Blattabwurf gehen auch Nährstoffe verloren, deren Umsetzung unter den gegebenen Klimabedingungen nur sehr langsam erfolgt.

Betula pubescens war hierbei vielfach Studienobjekt, besonders hinsichtlich des Laubaustriebs im Frühjahr als auch der Abhärtung der Knospen im Herbst und der Steuerung dieser Prozesse in Abhängigkeit der Fotoperiode und Temperatur (e.g. Caffarra et al. 2011), verschiedener Herkünfte (e.g. Taulavuori et al. 2004), bis hin zum molekularbiologischen Verständnis (e.g. Welling et al. 2004). Neben dem Fokus auf die Assimilationsorgane zeichnen sich boreale Laubbaumarten durch weitere Merkmale aus: hohe Lichtbedürftigkeit, lockere Krone, geringe Stammzahl, niedriges Holzgewicht, leichte windverbreitete Samen. Interessant, dass jene Eigenschaften, die Birken, Pappeln oder Weiden bei uns zu konkurrenzschwachen Pionierarten machen, diesen Arten erst das Überleben in der Borealis ermöglichen.

Lit.-Empfehlung: Matyssek et al. 2010, Kap. 4.7; Barnes et al. 1997, Kap. 9; Larcher 2001, Kap. 6.2.2; Archibold 2012, Kap. 8.

- Caudullo, G.; Welk, E.; San-Miguel-Ayanz, J. (2018): *Betula pubescens* chorology. figshare. Dataset. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.5100769.v4>
- Čížková, H.; Květ, J.; Comín, F.A.; Laiho, R.; Pokorný, J.; Pithart, D. (2013): Actual state of European wetlands and their possible future in the context of global climate change. *Aquat Sci.* 75: 3-26.
- Eidosen, P.B.; Alsos, I.G.; Brochmann, C. (2015): Comparative analysis of plasmid and AFLP data suggest different colonization history and asymmetric hybridization between *Betula pubescens* and *B. nana*. *Molecular Ecology* 24: 3993-4009.
- Ellenberg, H.; Weber, H.E.; Düll, R.; Wirth, V.; Werner, W.; Paulißen, D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica* 18 (2. Auflage 1992).
- Erlendsson, E.; Edwards, K.J. (2009): The timing and causes of the final pre-settlement expansion of *Betula pubescens* in Iceland. *The Holocene* 19(7): 1083-1091.
- Fredskild, B. (1991): The genus *Betula* in Greenland - Holocene history, present distribution and synecology. *Nordic Journal of Botany* 11: 393-412.
- Gardiner, A.S. (1972): A review of the sub-species *carpatica* and *tortuosa* within the species *Betula pubescens* Ehrh. *Transactions of the Botanical Society of Edinburgh* 41(4): 451-459.
- Gardiner, A.S. (1984): Taxonomy of intraspecific variation in *Betula pubescens* Ehrh., with particular reference to the Scottish Highlands. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh* 85B: 13-26.
- Grodetskaya, T.; Evlakov, P.; Padutov, V. (2020): The effect of drought on the expression of stress resistance genes in perspective forms of birch. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 595: 012039.
- GBIF.org (10 February 2023): GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.77muzy>.
- Hannus, S.; Hirons, A.; Baxter, T.; McAllister, H.A.; Wiström, B.; Sjöman, H. (2021): Intraspecific drought tolerance of *Betula pendula* genotypes: an evaluation using leaf turgor loss in a botanical collection. *Trees* 35: 569-581.
- Isakov, Y. (2021): The effect of a single inbreeding on the growth and development of fast-growing tree species, *Betula pendula* and *Betula pubescens*. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 875: 012014.
- Kallio, P.; Mäkinen, Y. (1978): Vascular Flora of Inari Lapland. 4. Betulaceae. Reports Kevo Subarctic Research Station 14, 38-63.
- Karger, D.N.; Schmatz, D.; Dettling, D.; Zimmermann, N.E. (2020): High resolution monthly precipitation and temperature time-series for the period 2006-2100. *Scientific Data* 7: 248.
- Karlsdóttir, L.; Hallsdóttir, M.; Þórsson, A.T.; Anamthawat-Jónsson, K. (2009): Evidence of hybridization between *Betula pubescens* and *B. nana* in Iceland during the early Holocene. *Review of Paleobotany and Palynology* 156: 350-357.
- Karlssoon, P.S.; Weih, M. (2001): Soil temperatures near the distribution limit of the Mountain Birch (*Betula pubescens* ssp. *czerepanovii*): Implications for seedling nitrogen economy and survival. *Arctic, Antarctic, and Alpine research* 33(1): 88-92.
- Kenworthy, J.B.; Aston, D.; Bucknall, S.A. (1972): A study of hybrids between *Betula pubescens* Ehrh. and *Betula nana* L. from Sutherland - an integrate approach. *Transactions of the Botanical Society of Edinburgh* 41(4): 517-539.
- Kolb, E.; Mellert, K.-H.; Göttlein, A. (2019): Soil nutrient status of natural soils in Europe. *Landscape Research and Nature Protection* 18: 5-13.
- Kreutzer, K. (1961): Wurzelbildung junger Waldbäume aus Pseudoglyen. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 80: 356-392.
- Kullman, L. (2022): Forest-Limit (*Betula pubescens* ssp. *czerepanovii*) performance in the context of gentle modern climate warming. *European Journal of Applied Sciences* 10(3): 168-185.
- Kuivinen, K.C.; Lawson, M.P. (1982): Dendroclimatic analysis of birch in South Greenland. *Arctic and Alpine Research* 14(3): 243-250.
- Lanta, V.; Hazuková, I. (2005): Growth response if downy birch (*Betula pubescens*) to moisture treatment at a cut-over peat bog in the Šumava Mts., Czech Republic. *Annales Botanici Fennici* 42: 247-256.
- Larcher, W. ed. (2001): *Ökophysiologie der Pflanzen*. 6. Auflage, Ulmer Verlag, Stuttgart
- Mauri, A.; Strona, G.; San-Miguel-Ayanz, J. (2017): EU-Forest, a high-resolution tree occurrence dataset for Europe. *Scientific Data* 4: 160123.
- Matyssek, R.; Fromm, J.; Rennenberg, H.; Roloff, A. (2010): *Biologie der Bäume: von der Zelle zur globalen Ebene* (Vol. 8450). UTB.
- Nieuwenhuis, N.; Barrett, F. (2002): The growth and potential of downy birch (*Betula pubescens* (Ehrh.)) in Ireland. *Forestry* 75(1): 75-87.
- Odland, A. (2015): Effect of latitude and mountain height on the timberline (*Betula pubescens* ssp. *czerepanovii*) elevation along the central Scandinavian mountain range. *Fennia* 193(2): 260-270.
- Öberg, L.; Kullman, L. (2012): Contrasting short-term performance of mountain birch (*Betula pubescens* ssp. *czerepanovii*) treeline along a latitudinal continentality-maritimity gradient in the southern Swedish Scandes. *Fennia* 190(1): 19-40.
- Oksanen, P.O.; Kuhry, P.; Alekseeva, R.N. (2001): Holocene development of the Rogovaya river plateau, European Russian Arctic. *The Holocene* 11(1): 25-40.
- Pelham, J.; Gardiner, A.S.; Smith, R.I.; Last, F.T. (1988): Variation in *Betula pubescens* Ehrh. (Betulaceae) in Scotland: its nature and association with environmental factors. *Botanical Journal of the Linnean Society* 96: 217-234.
- Perala, D.A.; Alm, A.A. (1990): Reproductive ecology of birch.: a review. *Forest Ecology and Management* 32: 1-38.

Rau, H.-M. (1988): Nachkommenschaften in- und ausländischer Birken für problematische Standorte in der Bundesrepublik Deutschland. *Holzzucht* 42: 11-17.

Rinne, P.; Welling, A.; Kaikirania, P. (1998): Onset of freezing tolerance in birch (*Betula pubescens* Ehrh.) involves LEA proteins and osmoregulation and is impaired in an ABA-deficient genotype. *Plant, Cell and Environment* 21: 601-611.

Rinne, P.L.H.; Kaikuranta, P.L.M.; van der Plas, L.H.W.; van der Schoot, C. (1999): Dehydrins in cold-acclimated apices of birch (*Betula pubescens* Ehrh.): production, localization and potential role in rescuing enzyme function during dehydration. *Planta* 209: 377-388.

Roloff, A.; Weisgerber, H.; Lang, J.U.; Stimm, B.; Schütt, P. (2009): Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA; 1. Auflage, 5820 S.

Ruotsalainen, A.L.; Markkola, A.M.; Kozlov, M.V. (2009): Mycorrhizal colonization of mountain birch (*Betula pubescens* ssp. *czerepanovii*) along three environmental gradients: does life in harsh environments alter plant-fungal relationships? *Environmental Monitoring and Assessment* 148: 215-232.

Taulavuori, K.M.; Taulavuori, E.B.; Skre, O.; Nilsen, J.; Igeland, B.; Laine, K.M. (2004): Dehardening of mountain birch (*Betula pubescens* ssp. *czerepanovii*) ecotypes at elevated winter temperatures. *New Phytologist* 162: 427-436.

Teepe, R.; Dilling, H.; Beese, F. (2003): Estimating water retention curves of forest soils from soil texture and bulk density. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 166(1): 111-119.

Truong, C.; Palme, A.E.; Felber, F. (2007): Recent invasion of the mountain birch *Betula pubescens* ssp. *tortuosa* above the treeline due to climate change: genetic and ecological study in northern Sweden. *Journal of Evolutionary Biology* 20(1): 369-380.

Väliranta, M.; Kaakinen, A.; Kuhry, P.; Kultti, S.; Salonen, J.S.; Seppä, H. (2011): Scattered late-glacial and early Holocene tree populations as dispersal nuclei for forest development in north-eastern European Russia. *Journal of Biogeography* 38: 922-932.

Welling, A.; Rinne, P.; Viherä-Aarnio, A.; Kontunen-Soppela, S.; Heino, P.; Palva, E.T. (2004): Photoperiod and temperature differentially regulate the expression of two dehydrin genes during overwintering of birch (*Betula pubescens* Ehrh.). *Journal of Experimental Botany* 55(396): 507-516.

Keywords: Downy Birch (*Betula pubescens* Ehrh.), Taxonomy, Distribution, Ecology

Summary: Downy Birch (*Betula pubescens* Ehrh.) is a flexible pioneer species with a large distribution area stretching from Greenland to Siberia. This species is a specialist for cold-dry and cold-moist climates of the boreal zone and high altitude areas. Its distribution in the Mediterranean area is restricted by summer heat and drought. Downy birch can tolerate damp soil conditions, moors, and very low soil nutrient availability of immature soils. The future of this species is controlled by its relatively weak resistance against drought, although some proveniences may share an enhanced tolerance for water scarcity. In Europe and Bavaria, Downy birch is a specialist for forest sites uninhabitable for other species due to its inability to withstand resource competition with climax tree species.



Die Moorbirke – Waldbauliche Empfehlungen aus bayerischer Sicht

Hans-Joachim Klemmt, Norbert Wimmer, Richard Heitz, Joachim Stiegler, Paul Dimke, Ottmar Ruppert, Wolfram Rothkegel

Schlüsselwörter: Moorbirke, *Betula pubescens*, Pionierbaumart, Sonderstandorte, Feuchtstandort, Waldbau, Naturschutz

Zusammenfassung: Die Moorbirke ist eine Pionierbaumart, die in Bayern aktuell verstärkt auf forstlichen Sonderstandorten (Feuchtstandorte) vorkommt. Soll sie aktiv bewirtschaftet werden, können die bayerischen Behandlungsgrundsätze des zukunftsorientierten Waldbaus generell uneingeschränkt Anwendung finden. Aufgrund des Pioniercharakters kommt hierbei dem frühzeitigen Einstieg in die Dimensionierungsphase eine besondere Bedeutung zu, der es ermöglicht, ausreichend vitale Moorbirken frühzeitig entsprechend zu fördern. Allerdings verlangen naturschutzfachliche Belange bei der Bewirtschaftung der Moorbirke besondere Berücksichtigung. Die Bewirtschaftungsintensität der Moorbirke sollte mit zunehmendem Schutzcharakter des Standortes entsprechend reduziert werden bzw. vorrangig auf diese Schutzziele und den Erhalt des Waldökosystems ausgerichtet sein.

Die Moorbirke (*Betula pubescens* Erh.) ist eine Pionierbaumart, die in ganz Mitteleuropa von Natur aus vorkommt. Ihr Verbreitungsschwerpunkt erstreckt sich im Vergleich zur Sandbirke (*Betula pendula* Roth) weiter nach Nordwesten und Nordosten, im Süden Europas kommt sie bis Norditalien sowie die nördliche Balkanregion vor. Sie erweist sich als besonders konkurrenzstark auf feuchten bis staunassen, kalkarmen, gering bis mäßig basenversorgten, sauren Anmoor- und Moorböden, weist aber generell eine breite ökologische Amplitude auf und kann auch auf trockeneren Standorten gedeihen. Die Moorbirke wurde seitens der Schutzgemeinschaft Deutscher Wald insbesondere deshalb 2023 zum Baum des Jahres ausgerufen, um auf die dramatische Situation von ehemaligen Moorstandorten in Deutschland, die mittlerweile zu 90 % entwässert sind, hinzuweisen (Roloff 2023).

Standörtliches Vorkommen aus bayerischer Sicht

Flächig betrachtet, spielt die Moorbirke in Deutschland insbesondere in den norddeutschen Bundesländern eine größere Rolle, wie Auswertungen zu dieser Baumart nach den Daten der Bundeswaldinventur 3 (2011/2012) zeigen (Abbildung 1). In Bayern wurde hingegen die Moorbirke im Rahmen der bundesweiten Großrauminventur im Vergleich zur Sandbirke nur punktuell und in sehr geringem Umfang erfasst. Auch wenn die Unterscheidung zwischen beiden Birkenarten nicht einfach ist (Roloff 2023), dürfte die Moorbirke in Bayern bei flächenmäßiger Betrachtung derzeit eine untergeordnete Rolle im Vergleich zur Sandbirke spielen.

Vorkommen

- Moorbirke (*Betula pubescens* Erh.)
- Sandbirke (*Betula pendula* R.)
- beide Arten

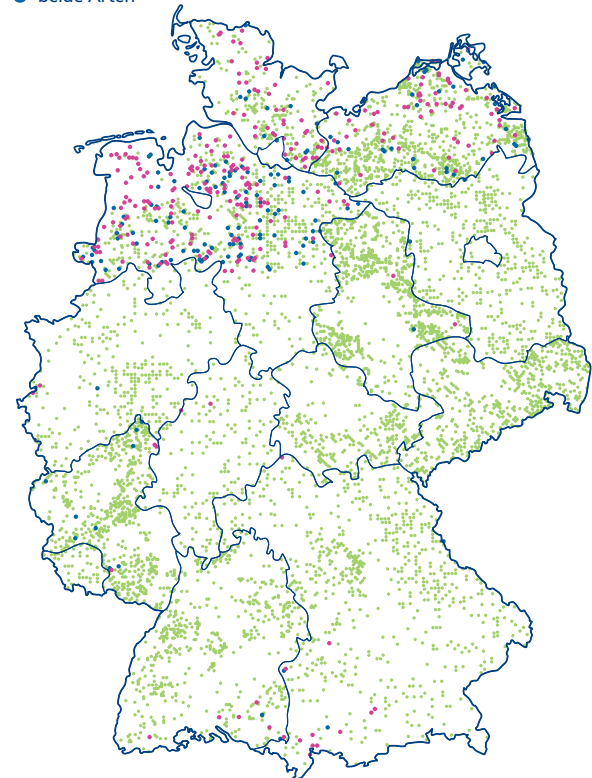


Abbildung 1: Vorkommen von Sandbirke (*Betula pendula* R.) und Moorbirke (*Betula pubescens* Erh.) in Deutschland nach den Erhebungen zur Bundeswaldinventur 3 (2011/2012).

| Bodenklasse | Anzahl (inkl. Mehrfachstandorte) | Anzahl (eindeutige Standorte) |
|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| Erd- und Mulmmoore | 162 | 60 |
| Podsole | 80 | 29 |
| Gleye | 36 | 19 |
| Braunerden | 34 | 20 |
| Naturnahe Moore | 23 | 19 |
| Stauwasserböden | 12 | 6 |
| Terrestrische anthropogene Böden | 9 | 7 |
| Lessivés | 5 | 4 |
| Ah/C-Böden | 3 | 1 |
| Subhydrische Böden | 1 | 1 |
| Auenböden | 1 | 1 |

Tabelle 1: Standörtliches Vorkommen der Moorbirke nach Bodenklassen: Dargestellt ist die Anzahl an Traktecken mit Moorbirkenvorkommen nach den Erhebungen der Bundeswaldinventur 3 und ihre Verteilung auf die entsprechenden Bodenklassen des WP-KS-KW-Projekts (WKF).

Verschneidet man das Vorkommen der Moorbirken in Deutschland mit den Ergebnissen des WKF-Projektes WP-KS-KW nach Bodenklassen, so zeigt sich, wie in Tabelle 1 dargestellt, das bereits von Roloff (2023) skizzierte Bild, dass Moorbirken in Deutschland am häufigsten auf Moorböden vorkommen, verstärkt aber auch auf stark versauerten (Podsole) oder von Grund- und Stauwasser geprägten terrestrischen Böden zu finden sind. (Tabelle 1)

Zum Wachstum der Moorbirke

Im Vergleich zur Sandbirke (z. B. Lockow 1996, Klemmt und Neubert 2013) existieren zum Wachstum der Moorbirke nur wenige spezielle Studien (z. B. Nieuwenhuis und Barrett 2001 bzw. 2002), die sich zudem meist auf nordeuropäische bzw. nordwesteuropäische Wuchsverhältnisse konzentrieren. Eine weitgehende, allerdings nicht mehr ganz aktuelle Zusammenstellung existierender Tafelwerke und Modellentwicklungen für beide Birkenarten findet sich in Hynynen et al. (2009).

Die Moorbirke zeigt ebenso wie die Sandbirke ein sympodiales Höhenwachstumsverhalten, was charakteristisch für viele Laubbaumarten ist. Beide Birkenarten sind typische, lichtbedürftige Pionierbaumarten mit einem raschen Jugendwachstum. Hynynen et al. (2010) berichten über Höhenwuchsleistungen von bis zu 25 m im Alter von 30 Jahren und maximalen Oberhöhen von 30 m im Alter von 50 Jahren. Ab diesem Alter stellen sich nach den von Hynynen et al. zitierten Studien deutliche Zuwachsrückgänge sowie Vitalitätsverluste ein. Im Vergleich zu den nordeuropäischen Studien stellten Lockow (1996) und Hein (2009) für

mitteleuropäische Wuchsverhältnisse frühere Kulminationszeitpunkte für Sandbirken sowie ein früheres Abflachen von Zuwachskurven fest.

Empfehlungen für den waldbaulichen Umgang mit Moorbirken in Bayern

Wie Müller-Kroehling (2018) aufzeigt, kommt die Moorbirke (in Bayern) bestandsbildend insbesondere auf Sonderstandorten (Moor- und Nassstandorte, Blockhalden) vor. Im Gegensatz zur Sandbirke, die vornehmlich in anthropogen beeinflussten, sekundären Moorstandorten auftritt, ist die Moorbirke von Natur aus in intakten Mooren beheimatet, vor allem in sauren Bruchwäldern der Niedermoore und am Moorrand. Hier trägt sie nach Müller-Kroehling (2019) erheblich zur habitattypischen Artenvielfalt bei, da zahlreiche Moorbewohner verschiedener Tiergruppen an Birken in Mooren gebunden sind. Als Beispiele sind hier die Moor-Feuerzikade (*Zygina rosea*), Großes Jungfernkind (*Archiearis parthenias*), Birkenmaus (*Sicista betulina*) oder das Birkhuhn (*Tetrao tetrix*) genannt.

Spezielle waldbauliche Empfehlungen zur Behandlung der Moorbirke sind nach Müller-Kroehling (2019) selten bzw. sind für die Wuchsverhältnisse und Waldaufbauformen in Bayern (und Deutschland) nur wenig hilfreich (Bsp. Hynynen et al. 2010).

Sollen Moorbirken-Einzelbäume aktiv bewirtschaftet werden, können die generellen Behandlungsgrundsätze des zukunftsorientierten Waldbaus in Bayern, die in den letzten rund 15 Jahren erarbeitet und im Rahmen der Waldbautrainings der Bayerischen Forstverwal-

tung geschult wurden, uneingeschränkt Anwendung finden (siehe hierzu auch LWF-Merkblatt 54 »Walddpflege im Klimawandel« und LWF-Praxishilfe »Klima-Boden-Baumartenwahl, Band I«). Generelles Ziel sollte es sein, vitale Individuen der lichtbedürftigen Pionierbaumart, die zudem idealerweise stabil und qualitativ hochwertig sind, frühzeitig zu sichern und durch frühzeitigen Einstieg in die Dimensionierungsphase in Richtung Wertholzproduktion zu lenken. Das bedeutet bei so einer früh im Höhenwuchs kulminierenden Baumart die Kronenfreistellung etwa im Alter von 12 Jahren bzw. bei einem Brusthöhendurchmesser von ca. 12 bis 14 cm zu beginnen.

Wenn aufgrund fehlender Samenbäume keine Naturverjüngung möglich ist, können Moorbirken auch gepflanzt oder durch Saat eingebracht werden. Wichtig ist Pflanz- oder Saatplätze auszuwählen, die der lichtbedürftigen Pionierbaumart ein ausreichendes Lichtangebot bei Mineralbodenanschluss bieten. Auf qualitätssichernde Maßnahmen der Kulturbegründung (Pflanzenauswahl, Wurzelqualität, sachgerechte Pflanzung oder Saat etc.) ist zu achten. Weitere Hinweise hierzu liefert das LWF-Merkblatt 30 »Qualitätssicherung bei der Kulturbegründung«. Nach erfolgter Etablierung (vgl. Abbildung 2) gilt es, frühzeitig in der anschließenden Qualifizierungsphase die Moorbirken als festen Bestandteil der Bestandsentwicklung zu sichern und ggf. vitale, stabile und qualitativ hochwertige Individuen herauszuarbeiten. Aufgrund der speziellen lichtökologischen Eigenschaften der Pionierbaumart Moorbirke ist ein frühzeitiger

Übergang von der Qualifizierungs- in die Dimensionierungsphase anzustreben. Dieser sollte bereits ab einem Brusthöhendurchmesser von 12 bis 14 cm der herausgearbeiteten Optionen erfolgen. Bei Birke als »Totasterhalter« wird unter dieser Zielsetzung auch eine Wertastung auf eine Höhe von 5 – 6 m erforderlich sein. In der Phase der Dimensionierung ist eine frühzeitige Zunahme der Radialzuwächse der Zielbäume durch konsequentes Freistellen bzw. durch dauerhafte Auflösung der Kronenspannung anzustreben. Um keine Seitenkonkurrenz durch Nachbarbäume entstehen zu lassen, ist ein Mindestabstand zwischen den Zielbäumen von wenigstens 10 m erforderlich. Auf die Bedeutung der dadurch entstehenden unbearbeiteten Zwischenfelder wird im folgenden Absatz nochmals eingegangen. Wichtig ist der frühzeitige Einstieg, da die Moorbirke, ebenso wie die Sandbirke eine relativ geringe Lebenserwartung aufweist. In der sich anschließenden Reifephase nimmt die Wuchskraft und Reaktionsfähigkeit deutlich ab. Mit Erreichen eines BHDs von etwa 28 cm erreicht die Moorbirke diesen Grenzwert relativ frühzeitig.

Zukunftsorientierter Waldbau im Einklang mit naturschutzfachlichen Zielen

Wie mehrfach aufgezeigt, kommen Moorbirken aktuell in Bayern und Deutschland besonders häufig auf Sonderstandorten vor. Diesen kommt generell eine hohe naturschutzfachliche Bedeutung zu. Gleichzeitig ergeben sich insbesondere auf Feuchtstandorten bzw.

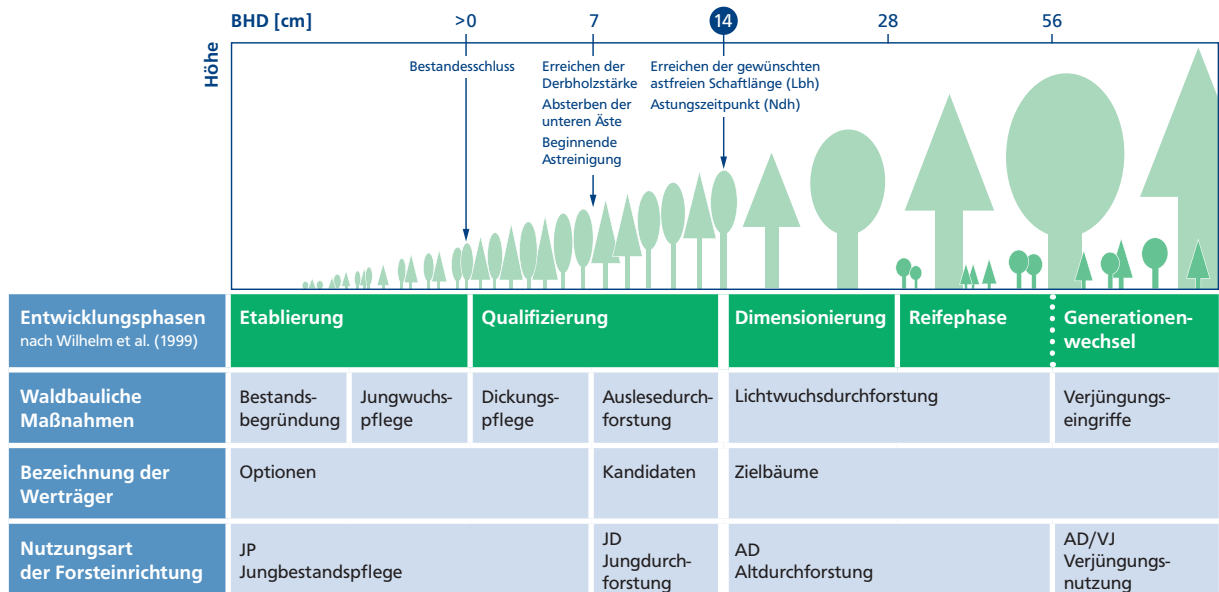


Abbildung 2: Phasenmodell der Entwicklung von Waldbeständen (modifiziert nach Mosandl und Paulus, 2002)

hydromorphen Waldstandorten naturale Restriktionen für die Waldbewirtschaftung. Moorbirken können daher bisweilen als Weiserpflanzen für gesetzlich geschützte Biotop angesehen werden, wenn sie auf den benannten Sonderstandorten vorkommen.

Spezielle waldbauliche Überlegungen zu dieser Baumart sollten daher immer auch naturschutzfachliche Aspekte berücksichtigen. Die gesamte waldbauliche Behandlung muss natürliche Prozesse in diesem Ökosystem berücksichtigen und in den Lebensraum mit allen darin befindlichen Lebewesen eingepasst werden. Dazu gehören in erster Linie die ökosystemorientierte Beteiligung von Naturverjüngung bzw. Sukzession, das besondere Augenmerk auf Totholz und Habitatbäume, der Schutz bzw. die Pflege von Waldbiotopen und der Artenschutz.

Die bayerischen Grundsätze für einen zukunftsorientierten Waldbau, die im LWF-Merkblatt 54 veröffentlicht wurden, ermöglichen es, naturschutzfachlichen Belangen umfänglich nachzukommen und gleichzeitig den nachwachsenden Rohstoff Holz in entsprechender Qualität bereitzustellen. Begründet wird dies durch den einzelbaumorientierten Behandlungsansatz. Waldbauliche Eingriffe konzentrieren sich dabei auf eine bemessene Anzahl von Bäumen, die aktiv gefördert und bewirtschaftet werden. Die Anzahl ist dabei abhängig von der Ausgangssituation des Bestandes, den erreichbaren Kronendurchmesser vitaler Bäume, sowie von möglichen Zielen des Waldeigentümers. Die Bewirtschaftungsintensität in den Feldern zwischen aktiv bewirtschafteten Bestandsgliedern wird hingegen deutlich abgesenkt bzw. evtl. sogar gänzlich eingestellt. So entstehen ausreichend große Bestandspartien für die Betonung naturschutzfachlicher Ziele.

Generell sollte für die Bewirtschaftung von Moorbirken-Einzelbäumen oder Beständen folgende Leitlinie verfolgt werden: Je seltener und schützenswerter der Standort oder das Biotop, auf dem Moorbirken vorkommen bzw. zukünftig geplant sind, desto mehr sollten aktive Bewirtschaftungsmaßnahmen auf die naturschutzfachlichen Ziele ausgerichtet sein. Dies kann im Einzelfall dazu führen, dass auf diesen Standorten keine aktiven waldbaulichen Maßnahmen erfolgen oder aber, dass die Moorbirke – beispielsweise in geschädigten Schwarzerlenbeständen – aus naturschutzfachlichen Gesichtspunkten heraus aktiv gefördert wird.

Literatur

Hein, S. (2009): Waldbau mit der Sandbirke. Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald 13/2009: 696.

Hynynen, J.; Niemistö, P.; Viherä-Aarnio, A.; Brunner, A.; Hein, S.; Velling, P. (2009): Silviculture of birch (*Betula pendula* Roth and *Betula pubescens* Ehrh.) in northern Europe. Forestry, Vol. 83, No. 1, 2010. doi:10.1093/forestry/cpp035

Klemmt, H.-J.; Neubert, M. (2013): Zum Höhenwachstum der Sandbirke – Analyse von Daten der zweiten Bundeswaldinventur für Bayern. LWF aktuell 95 (2013), S. 38-41.

Lockow, K.-W. (1996): Ertragstafel für die Sandbirke in Nordostdeutschland, Forstliche Forschungsanstalt Eberswalde, Fachgebiet Waldwachstum Eberswalde.

Mette T. (2017): Waldproduktivität – C-Speicherung – Klimawandel. AFZ/DerWald 15/2017, 21-24.

Müller-Kroehling, S. (2019): Birken in Mooren. Plädoyer für eine forstliche Neubewertung AFZ-Der Wald 4/ 2019, S. 10-14.

Müller-Kroehling, S. (2019): In dubio pro Betula – Plädoyer für mehr Toleranz gegenüber der Moorbirke in Mooren. Anliegen Natur 41(1), 2019, S. 135-144.

Nieuwenhuis, M.; Baret, F. (2001): Volume production patterns in six downy birch stands in Ireland. Irish Forestry 2001, pp. 2-14.

Nieuwenhuis, M.; Baret, F. (2002): The growth potential of downy birch (*Betula pubescens* (Ehrh.)) in Ireland. Forestry-1464-3626. doi: 10.1093/forestry/75.1.75

Roloff, A. (2023): Baum des Jahres 2023: Die Moorbirke. AFZ-Der Wald 4/2023.

Ruppert, O.; Rothkegel, W. (2023): LWF-Merkblatt 54: Waldpflege im Klimawandel.

Keywords: downy birch, Pioneer tree species, special forestry sites, wetlands, silviculture, nature conservation

Summary: Downy birch is a pioneer tree species that is currently found in Bavaria on special forestry sites (wetland sites). If it is to be actively managed, the Bavarian treatment principles of future-oriented silviculture can generally be applied without restriction. Due to its pioneer character, early entry into the dimensioning phase is of particular importance in this context, which makes it possible to promote sufficiently vital downy birch trees appropriately at an early stage. However, conservation concerns require special consideration in the management of downy birch. The management intensity of downy birch should be reduced accordingly as the conservation character of the site increases, or should be primarily oriented towards these conservation goals and the preservation of the forest ecosystem.

Die Moorbirke im bayerischen Staatswald

Sebastian Höllerl, Sabrina Thoma, Heinrich Wimmer, Rasmus Ettl, Kay Müller, Sharon Rakowski, Kilian König, Axel Reichert, Markus Kölbl

Schlüsselwörter: Moorbirke, Bayerische Staatsforsten (BaySF), Naturschutz, Moor, Schneesaat, Pionierbaumart

Zusammenfassung: Die Moorbirke ist im Bayerischen Staatswald auf knapp 7.000 Hektar in unterschiedlichen Anteilen von einzeln bis führend beteiligt. Über die Hälfte dieser Flächen sind als Moorstandorte kartiert. Sie hat eine hohe Bedeutung für die Biodiversität in Moorwäldern und bereichert das Landschaftsbild. Waldbaulich hat sie vor allem aufgrund ihrer Pioniereigenschaften eine Bedeutung, die aufgrund von zunehmenden Störungen im Rahmen des Klimawandels noch steigen wird. Vor allem auf feuchten Standorten kann sie nach Kalamitäten einen Vorwald bilden, der den nachfolgenden Baumarten Schutz gegen Frost oder Wind bietet und eine zu starke Vergrasung des Waldbodens verhindert. Die Bayerischen Staatsforsten streben an, die derzeit relativ knappe Saatguterntebasis zu verbessern, indem sie zulassungsfähige Erntebestände suchen und Erntemöglichkeiten ausnutzen. Dies wird künftig die Möglichkeiten zur Neubegründung mittels Saat erweitern. Im Rahmen der Moornaturierung bei den Bayerischen Staatsforsten wird die Moorbirke angemessen berücksichtigt.



Abbildung 1: Einzelne starke Moorbirke (BHD von 80 cm) am FB Selb, Revier Weißenstadt mit Revierleiter Patrick Lehmann. Foto: A. Reichert

Verbreitung der Moorbirke im bayerischen Staatswald

Die relativ seltene, aber nicht nur ökologisch wertvolle Mischbaumart Moorbirke kommt bei den Bayerischen Staatsforsten (BaySF) aktuell nur in geringem Umfang vor. Nach aktuellem Stand der Forsteinrichtung ist die Moorbirke auf einer Fläche von rund 6.850 Hektar am Bestandesaufbau beteiligt (Abbildung 2 links). Auf der weit überwiegenden Fläche ist die Moorbirke meist einzelstammweise als Mischbaumart am Bestandesaufbau beigemischt. Auf etwa 950 Hektar ist sie die führende Baumart.

Mancherorts finden sich Moorbirken als markante einzelne Besonderheiten im Waldbild. (Abbildung 1).

Nach den Ergebnissen der regelmäßigen Inventur im Rahmen der Forsteinrichtung beträgt die Netto-Fläche

der Moorbirken in der Oberschicht 432 Hektar, zudem kommen rund 140 Hektar im Unter- und Zwischenstand vor. In der Vorausverjüngung (bis 5 m) stocken etwa 120 Hektar Moorbirke.

Tabelle 1 zeigt das flächenmäßige Vorkommen der Moorbirke im Vergleich zur Sandbirke und zur Vogelbeere nach Altersklassen. Hier wird zum einen der Pionierbaumcharakter der Moorbirke offenkundig. Das Vorkommen beschränkt sich im Wesentlichen auf die erste bis vierte Altersklasse mit einem leichten Schwerpunkt in der dritten Altersklasse. Ab der vierten Altersklasse nehmen die Vorkommen deutlich ab. Zum anderen wird klar, dass die Moorbirke insgesamt wesentlich seltener ist als die anderen beiden Pionierbaumarten.

| Fläche (ha) | Altersklasse | | | | | | | | | Summe |
|-------------------|--------------|------|------|------|------|-----|-----|------|----|-------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | |
| Sandbirke | 3630 | 5621 | 1942 | 2175 | 1182 | 543 | 146 | 44 | 16 | 15299 |
| Vogelbeere | 3913 | 1482 | 202 | 91 | 42 | 15 | 2 | 1 | 0 | 5749 |
| Moorbirke | 85 | 83 | 136 | 83 | 38 | 8 | 0 | 0 | 0 | 432 |

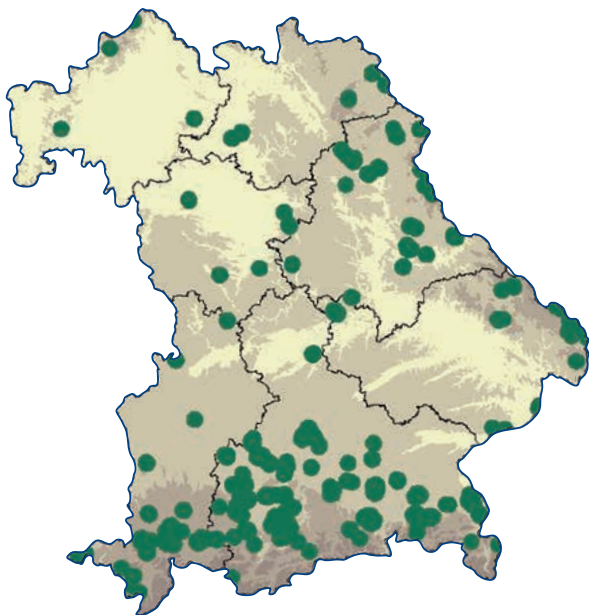
Tabelle 1: Darstellung der Fläche in ha in Abhängigkeit der Altersklassen mit je 20 Jahren (I – IX) für die Baumarten Sandbirke, Moorbirke und Vogelbeere.

Wie ihr Name schon verrät, ist die Moorbirke häufig auf Moorstandorten vertreten, aber nicht ausschließlich dort. Vielmehr kommt sie auch auf mineralischen, oft allerdings anmoorigen Feuchtstandorten, auch auf wechselfeuchten Standorten sowie beispielsweise am Rand von Blockhalden vor. Abbildung 2 zeigt links die Standorte, auf denen die Moorbirke vorkommt und rechts die Moorstandorte. Um die geringen Vorkommen sichtbar zu machen, wurden die Punkte flächenmäßig deutlich überhöht. Aufgrund der unterschiedlichen Überhöhungsfaktoren können die Vorkommen nicht grafisch miteinander verschnitten werden. Schon okular ist allerdings ein häufiges Zusammentreffen von Mooren und Moorbirkenvorkommen erkennbar. Auf

mehr als der Hälfte der Bestandeskulisse von Moorbirke, ist der Standort als Moor kartiert (rund 55 %). Schwerpunkte dieses Zusammentreffens liegen im Vor-alpenraum und in den Mittelgebirgen Nord-Ost-Bayerns.

Etwa 33 % (ca. 2.250 Hektar) der Bestände mit Moorbirkenbeteiligung sind außer regelmäßiger Bewirtschaftung (a. r. B). Es handelt sich um Sonderstandorte (überwiegend geschützte Biotope) wie Moore, Bruchwälder oder Bestände an der Baumgrenze. Dort sieht die Planung der Forsteinrichtung zumeist Hiebsruhe vor und die Bestände werden nicht bewirtschaftet. Zusätzlich liegen diese Flächen oftmals in Naturwäldern und Naturwaldreservaten.

Verteilung der Moorbirke auf Flächen der BaySF



Moorflächen in Bayern

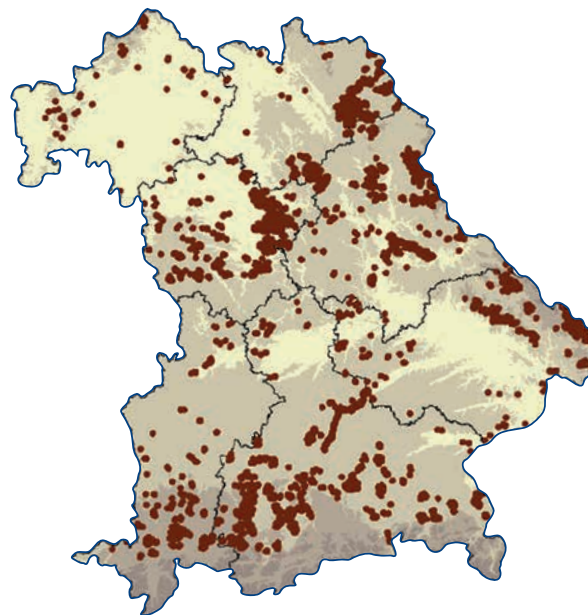


Abbildung 2: Verteilung der Moorbirke auf Flächen der BaySF (links) und Verteilung aller Moorflächen in Bayern laut Standortkartierung (rechts). Nachdem zum Sichtbarmachen der Vorkommen stark überzeichnet werden muss, können die Grafiken nicht verschnitten werden. Abbildung: S. Rakowski, BaySF

Bedeutung der Moorbirke bei den Bayerischen Staatsforsten

Die waldbauliche Bedeutung der Moorbirke

In früheren Jahren war die Moorbirke, wie auch die mit ihr verwandte Sandbirke, vor allem als »verdämmendes Weichlaubholz« oder als »Wassersäuer« angesehen und wurde zum Teil systematisch aus den Beständen entfernt. Diese Sichtweise hat sich seit geraumer Zeit fundamental geändert. Es gibt zwar nach wie vor Situationen, in denen die Moorbirke zurückgenommen werden muss, wo sie andere Zielbaumarten aufgrund ihrer frühen Kulmination bedrängt. Aber ihre vielen waldbaulich positiven Eigenschaften werden neben ihrer naturschutzfachlichen Bedeutung inzwischen sehr geschätzt. So dient sie häufig als willkommenes und wertvolles Füll- und Treibholz in lückigen Kulturen. Eine der wichtigsten Eigenschaften ist aber ihre pionierartige Fähigkeit, neu entstandene Lebensräume zu erobern. Hierdurch eignet sie sich hervorragend, um einen Vorwald auf Kahlflächen zu bilden, die beispielsweise durch Sturmwurf oder Borkenkäferkalamitäten, insbesondere auf Nassflächen, entstanden sind. Sind die Birken einige Jahre alt, bieten sie den nachfolgenden Baumarten Schutz gegen Frost oder Wind und verhindern eine zu starke Vergrasung des Waldbodens. Aufgrund dieser Eigenschaften wird die Moorbirke im Klimawandel möglicherweise in den nächsten Jahren noch wichtiger werden. Die Klimaperspektive der Moorbirke an sich ist jedoch nicht allzu vielversprechend. In einer Untersuchung der LWF, die sich anhand von Klimaanalogen mit den Perspektiven der Baumarten im Frankenwald beschäftigt, rangiert die Moorbirke in der Gruppe der Baumarten, die ihr klimatisches Optimum tendenziell schon überschritten haben (Brandl und Mette 2021). Aber im Hinblick auf zunehmende Kalamitäten und Kahlflächen im Klimawandel wird die Fähigkeit der Moorbirke zur Bildung eines Vorwaldes perspektivisch dennoch erst einmal an Bedeutung gewinnen. Darüber hinaus stellt die Moorbirke eine zusätzliche Baumart beim Aufbau der Waldbestände dar, was grundsätzlich aufgrund der Diversifikation einen Beitrag zur Risikostreuung leistet. Nicht zuletzt erzeugt die Moorbirke ein attraktives, oft unterschätztes Nutzholz.

»Weichlaubholz« der Moorbirke – härter als gedacht

Das Holz der Birke ist bei weitem nicht nur ein begehrtes Brennholz für offene Kamine. Neben Spezialverwendungen wie für Obstkisten (Birkenholz hat kaum Eigengeruch) oder Wäscheklammern (Birken-

holz färbt nicht ab) eignet es sich durchaus auch für die Herstellung von Möbeln oder Parkettböden. Die Bezeichnung »Weichlaubholz« kann hierbei ein Stück weit irreführend sein. Das Holz der Birke mit einer Brinell-Härte von durchschnittlich 27 N/mm² erreicht zwar nicht die Härte vom Holz einer Buche oder Eiche (40–42 N/mm²), aber es ist deutlich härter als das der Pappel, Erle oder Linde (15 N/mm²) und liegt in etwa im Bereich von Walnussholz (27 N/mm²) oder Kirschholz (31 N/mm²) (Fachagentur für nachhaltige Rohstoffe 2022). Außerdem kann die Moorbirke – richtig behandelt – durchaus stattliche Dimensionen erreichen (Abbildung 1). Allerdings ist für eine wirtschaftliche Verwertung darauf zu achten, dass entsprechende Dimensionen zügig erreicht werden und ein nicht zu hoher Durchmesser angestrebt wird, da mit zunehmendem Alter bei den Birken die Gefahr der Kernbildung bzw. Fäule deutlich zunimmt.

Naturschutzfachliche und landschaftsökologische Bedeutung

Aufgrund ihrer ausgesprochenen Pioniereigenschaften und ihrer Fähigkeit, Freiflächen sehr schnell besiedeln zu können, schützt die Moorbirke den Boden, mindert Erosion und Nährstoffausträge und ermöglicht als Vorwald die Etablierung anderer Baumarten. Auf organischen Böden (Moorböden) und weiteren feuchten Sonderstandorten kann die Moorbirke allerdings nicht nur als Pionier wachsen, sondern auch Teil der Schlusswaldgesellschaft sein. Beim Schutz und der Renaturierung von Mooren kommt der Moorbirke daher eine besondere Bedeutung zu. Dies wird einerseits bei den umfangreichen Planungen berücksichtigt, wobei der Fokus zunächst auf der Erhaltung bzw. Wiederherstellung eines möglichst optimalen Wasserhaushaltes liegt. Auf der anderen Seite bieten gerade diese Sonderstandorte die Chance, eine eigen-dynamische Entwicklung der Vegetation zuzulassen.

Die Laubkrone der Moorbirke ist sehr lichtdurchlässig und damit ein hervorragender Lebensraum für Insekten. An ihr finden sich xylobionte und phytophage Käfer, diverse Zikaden, seltene Pflanzenwespen und eine Vielzahl an Schmetterlingen (Müller-Kroehling 2019a, 2019b, Müller-Kroehling und Schmidt 2023). Zahlreiche spezielle Pilzarten besiedeln das wenig dauerhafte Holz. (Müller-Kroehling und Schmidt 2023). Die besondere Bedeutung für die biologische Vielfalt soll durch den bestmöglichen Schutz von Einzelbäumen und durch die Etablierung von Moorbirkenbeständen in Form der Sukzession oder durch gezielte Maßnahmen (Saat oder Pflanzung) gefördert werden.



Abbildung 3: Moorbirke mit »Hexenbesen«. Verursacher ist der Schlauchpilz *Taphrina betulina*, der abnorme Triebanhäufungen an Birken induziert. Gut erkennbar ist die typische glatte Rinde und die aufrechte Verzweigung des Feinreisigs bei der Moorbirke. Foto: A. Reichert, BaySF



Abbildung 4: Natürlich angeflogene Samen der Moorbirke auf den letzten Schneeresten. Davon wurde vermutlich die Schneesaat abgeleitet. Foto: H. Wimmer, BaySF

Darüber hinaus bereichern einzelne, oft eindrucksvolle Exemplare von Moorbirken das Landschaftsbild. Dabei können auch besondere Erscheinungen wie Hexenbesen bewundert werden (Abbildung 3).

Neubegründung von Moorbirkenbeständen

Naturverjüngung und Saat

Die Begründung von Moorbirkenbeständen erfolgt im Idealfall aus Naturverjüngung durch in der Nähe stehende Bäume. Kalamitätsflächen weisen nach der Holzaufarbeitung sehr raue Oberflächen auf. Dabei ist es für die Moorbirkensamen unerheblich, ob Mineralbodenanschluss besteht oder ob es sich um organische Auflagen wie Rohhumus handelt – Hauptsache der Oberboden ist gut durchfeuchtet und frei von behinderndem Grasfilz oder Beerkraut und Brombeere. Die Samen fallen im Spätwinter (Februar, März) vom Baum und treffen im günstigen Fall auf die letzten, schmelzenden Schneereste (Abbildung 4). Durch das Einsickern des Schmelzwassers in den Boden wird

der Samen direkt an den Boden gebracht und erhält gleichzeitig die nötige Feuchtigkeit zur Keimung. An geneigten Standorten funktioniert dies zum Teil nicht, weil der Samen mit dem Schmelzwasser abgeschwemmt wird. Diese natürliche Verjüngung der Moorbirke dient auch als Vorbild für die klassische »Schneesaat«. Dabei genügt rund ein Kilogramm Saatgut, gut vermischt mit rund zwei Eimern Sand, um einen Hektar Moorbirke zu begründen. Das Sandgemisch dient in erster Linie zur besseren Dosierung und leichteren Ausbringung.

Dabei muss es aber – auch wenn das Wort in der forstlichen Welt sehr gebräuchlich ist – nicht unbedingt eine »Schnee«-Saat sein. Der letzte Schnee ist nicht unbedingt erforderlich zur Aussaat, aber der Zeitpunkt (unmittelbar vor, während oder unmittelbar nach der Schneeschmelze) und insbesondere die gute und anhaltende Durchfeuchtung der oberen Bodenschichten sind zwingend für die nachfolgende Keimung im zeitigen Frühjahr. Reicht die Feuchtigkeit im Boden nicht aus, ist dieser Zeitpunkt unter Umständen allerdings nicht geeignet für eine Saat (siehe Ausführ-

rungen zu Hindernissen bei der Saat und Praxisbeispiel des Forstbetriebs Allersberg unten). Konkurrenzflora sollte die ersten beiden Jahre nicht übermäßig vorhanden sein, denn das würde den Keimlingen bzw. Sämlingen schnell das nötige Licht nehmen. Insofern ist es im Fall von größeren Kalamitätsflächen wichtig, eine Saat rechtzeitig anzulegen, bevor sich die Grasvegetation zu etablieren beginnt.

Im Zusammenhang mit Wiederaufforstungen nach größeren Kalamitäten werden inzwischen auch andere Techniken der Saat angewandt. Es kommen beispielsweise Scheibenräumgeräte als Anbaugeräte an Harvestern zum Einsatz. Anstelle des reinen Saatguts oder der Mischung aus Saatgut und Sand wird das Saatgut z. T. mit natürlichen Materialien pelletiert (ummantelt). Dies hat zum einen den Vorteil der besseren Handhabung, zum anderen aber auch den einer gewissen Feuchtigkeitsspeicherung. Auch Drohnen werden derzeit für die Ausbringung solchen pelletierten Saatguts getestet. Hier kommen z. T. Saatgutmischungen unterschiedlicher Baumarten, auch in der Mischung mit Sträuchern (z. B. Hirschholunder) oder krautigen Pflanzen (Weidenröschen) als sogenannte »Notfallmischung« zum Einsatz (Meinhold und Göttlein 2022).

Hindernisse bei der Bestandesbegründung

Für eine Bestandesbegründung der Moorbirke in Form der Saat gibt es verschiedene Hürden. Zunächst ist dies eine eingeschränkte Verfügbarkeit von Saatgut. Eine vor einigen Jahren durch das Amt für Waldgenetik (AWG) angelegte Samenplantage fruktifiziert bisher noch nicht in ausreichendem Maße. Es bleibt zu hoffen, dass dies in zwei bis drei Jahren der Fall ist. Darüber hinaus gab es bis vor kurzem gemäß Erntezulassungsregister lediglich zwei zugelassene Erntebestände in Bayern. BaySF ist auf der Suche nach weiteren geeigneten Beständen, um die Erntebasis zu erweitern und war in zwei Fällen bereits erfolgreich.

Eine weitere Hürde ist klimatischer Natur und durch den Klimawandel hervorgerufen. Umfangreiche Schneefälle sind inzwischen seltener geworden, sodass eine klassische Schneesaat zunehmend schwieriger wird. Stattdessen gibt es im Frühjahr immer häufiger ausgeprägte Trockenperioden, welche die jungen Keimlinge empfindlich schädigen können.

Ein drittes Hindernis ist der Verbiss durch Schalenwild (Abbildung 5). Die Moorbirke wird häufig und massiv verbissen. Sie ist deutlich attraktiver für Schalenwild als die Sandbirke. Dies ist oft selbst bei reduzierten Rehwildbeständen problematisch. Deshalb ist es unerlässlich, die Verjüngungsflächen groß genug auszuwählen (mindestens 0,1 bis 1,0 ha) und



Abbildung 5: Sämlinge der Moorbirke (hier Stockauschlag) sind für das Rehwild besondere Leckerbissen.

Foto: H. Wimmer, BaySF

eine Zäunung ist oft nicht vermeidbar. Ab dem dritten Jahr nach der Ansamung ziehen die jungen Pflanzen im Wachstum stark an und entwachsen dem verbissgefährdeten Bereich schnell.

Beispiel der gelungenen Begründung von Moorbirkenbeständen am Forstbetrieb Allersberg

Am Forstbetrieb Allersberg wurden einige Moorbirkenbestände erfolgreich durch Saat begründet. Die Ausbringung des Saatgutes erfolgte händisch auf nasen oder anmoorigen Freiflächen. Das vorrangige Ziel war eine initiale Bestockung, sowie die ökologische Beimischung der Moorbirke. Dabei wurde im Abstand von 1,5–2 m der Humus an geeigneten Kleinstandorten mit dem Schuh entfernt und somit der Mineralboden freigelegt. Die Reihen waren ca. 2–2,5 m voneinander entfernt. Das Saatgut wurde in reiner Form, ohne Mischung mit Sand, auf der Fläche ausgebracht. Zwischen Daumen, Mittelfinger und Zeigefinger wurde eine »Prise« Samen aufgenommen und auf dem Mineralboden verteilt. Im Schnitt wurden 0,3–1 kg Saatgut/ha auf die Fläche verteilt. Die Saaten wurden ohne Schnee im März bis Mai angelegt. Der sonst für die Saat empfohlene auslaufende Winter wurde gemieden,



Abbildung 6: Moorbirke mitherrschend in Wuchshülle, umgeben von Sandbirken in Wuchskonkurrenz. Die Wuchshülle wurde zugunsten einer schnellen Erkennung bei der Mischwuchsregulierung noch belassen. Revier Roth, Distrikt Abenberger Wald, Abteilung Nutzung. Foto: K. König, BaySF



Abbildung 7: Gelungene Moorbirkensaat mit natürlich angefliegenen Sandbirken. Saatguteinsatz von 1 kg/ha; Revier Hilpoltstein, Distrikt Schweinszucht, Abteilung Kirchbügel. Foto: K. König, BaySF

da ein trockenes Frühjahr zu Totalausfällen führen kann. Der Forstbetrieb Allersberg konnte in der Vergangenheit mit Schneesaaten keine Erfolge erzielen.

Folgende Schwierigkeiten mussten bei der Etablierung der Moorbirken gemeistert werden:

- Ganzjährig intensiver Wildverbiss. Auch bei einem weitgehend angepassten Wildstand waren die Moorbirken massiv gefährdet und wurden deshalb zum Teil mit Wuchshüllen geschützt.
- Konkurrenz durch andere Pioniergehölze wie Sandbirke, Aspe und Kiefer auf der Freifläche (Abbildung 6). Eine Mischwuchsregulierung zugunsten der Moorbirke war unerlässlich.
- Erkennen der Moorbirke im unbelaubten, jungen Stadium beim Einzelschutz und bei der Mischwuchsregulierung. Ein hilfreiches Merkmal sind die behaarten jungen Triebe im Vergleich zu den warzigen rauen Trieben der Sandbirke.

Auf den ersten Probeflächen des Forstbetriebes sind aufgrund des Schalenwildes nur noch einzelne buschige Moorbirken, in den natürlich angefliegenen Pionieren, übrig geblieben. Nach dieser Erkenntnis wurden die Moorbirken zum Teil einzeln geschützt und somit blieben sie konkurrenzfähig zu den Pionierbaumarten. Die Saaten sind inzwischen als erfolgreich zu bewerten und haben den Dichtungsschluss erreicht (Abbildung 7). Die nächsten Schritte zur künftigen Erhaltung der Moorbirken werden nun die Mischungserhaltung und in absehbarer Zeit die Durchforstung zur Umlichtung der Kronen sein.

Waldbauliche Behandlung: Rechtzeitige Pflege tut Not

In den meisten Fällen, wo sich die Moorbirke im Frühjahr natürlich verjüngt hat oder mittels Saat begründet wurde, stehen auch Sandbirken in der Nähe, welche sich im darauffolgenden Herbst ebenfalls mit ihren Samen auf diesen Flächen einbringen. Sandbirken wachsen bei uns in den ersten Jahren schneller als Moorbirken und werden zu einer massiven Konkurrenz. Deshalb kann auf eine frühzeitige Konkurrenzregulierung zu Gunsten der Moorbirke i. d. R. nicht verzichtet werden. Bei einer durchschnittlichen Höhe von 2 bis 4 Metern werden dabei rund 100 möglichst vorwüchsige Moorbirken je Hektar ausgewählt und von Sandbirken oder anderen Konkurrenten befreit. Die ausgewählten Moorbirken werden dabei im Radius von 1 bis 2 Metern ausgekesselt. Bis zu dieser Höhe können die

samtartigen, mit Flaum behaarten jungen Moorbirkentriebe noch deutlich von den rauen, warzenbehafteten Jungtrieben der Sandbirke unterschieden werden. Werden die Bäumchen höher, ist bei gleich aussehender Rinde, vom Boden aus kaum ein Unterschied mehr zu erkennen (Abbildung 8).

Bei einer Oberhöhe von 12 bis 15 m lässt das Höhenwachstum der Moorbirke nach. Baumarten wie Fichte, Kiefer und evtl. Spirke, welche sich auf solchen Standorten unweigerlich auch angesamt haben, ziehen in den Kronenraum der Birken nach. Die Birke benötigt aber jetzt zunehmend mehr Kronenfreiheit. Bei zu erwartenden Baumhöhen von 25 bis 30 m werden die Moorbirken ab ca. 12 m Höhe kontinuierlich umlichtet und von Kronenspannung freigehalten, um später einen Kronenanteil von ca. 50 % zu erhalten. D.h. alle Konkurrenten und alle von unten in die Krone drängenden Bäume müssen binnen eines Jahrzehnts kontinuierlich und dauerhaft entfernt werden. Kronenberührungen zur Birke sollen künftig vermieden werden. Um zur Risikostreue im Klimawandel gemäß dem Vier-Baum-Konzept der BaySF auch auf diesen nasen, stets sturmwurfgefährdeten Standorten, möglichst 4 Baumarten zu etablieren, muss bei dieser Höhe die Entscheidung gefällt werden, wo welche Baumart weiter gefördert wird. Die Moorbirke darf dabei nicht zu kurz kommen. Bis zu 50 Moorbirken je Hektar können ausgewählt und zügig freigestellt werden. Dabei ist es sinnvoll, die Moorbirken gruppen- bis kleinflächenweise auszuwählen und vorhandene Mischbaumarten nebenan zu fördern.

Ohne einen Nebenbestand stellt sich im weiteren Verlauf des Bestandeslebens der Moorbirke oft eine Vergrasung oder Bodenverwilderung ein (Abbildung 9). Ein Fichten-Nebenbestand wird deshalb zur Vermeidung der Bodenverwilderung akzeptiert. Sobald die Fichten allerdings in den Kronenraum der Birken durchstechen, müssen sie entfernt werden. Bei konsequenter Umlichtung der Kronen können bis zum Alter von 60 bis 70 Jahren an der Birke Brusthöhendurchmesser von 45 bis 50 cm erreicht und wertvolle, (fast) kernfreie Erdstämme erzielt werden. Zur Förderung der ausgewählten Elitebäume und der angrenzenden Mischbaumarten müssen in den Vornutzungen zahlreiche (Moor-)Birken entnommen werden, welche als Brenn- und Industrielholz verwertet werden können. Aus ökologischen Gründen werden mindestens 10 (Moor-)Birken je Hektar dem natürlichen Alterungs- und Zerfallsprozess überlassen.



Abbildung 8: Bei fortgeschrittenen Baumhöhen ist die zweifelsfreie Unterscheidung zwischen Sand- und Moorbirke nicht einfach. Foto: H. Wimmer, BaySF



Abbildung 9: Kleinflächiger Moorbirkenbestand ohne Nebenbestand mit Kennzeichnung der Elitebäume. Foto: A. Reichert, BaySF

Naturverjüngung von Moorbirke unter Moorbirke funktioniert nur, wenn durch einen dichten Unter- und Zwischenstand (i. d. R. bestehend aus Fichte) eine massive Bodenverwilderung verhindert wurde. Dieser Nebenbestand wird komplett entnommen, sobald der Bestand verjüngt werden soll. Weitaus häufiger gelingt die Naturverjüngung der Moorbirke auf Sturmwurfflächen von ehemals dichten Fichtenbeständen, wenn

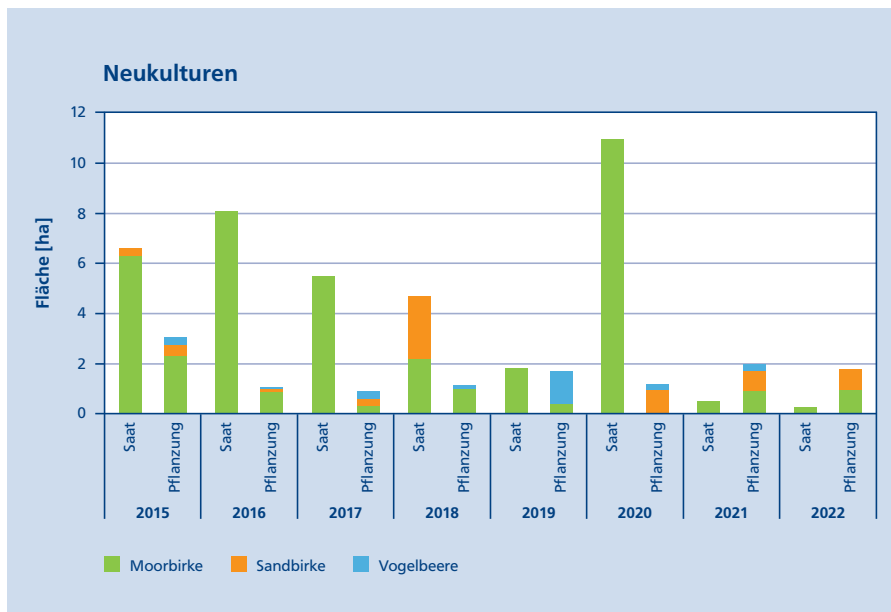


Abbildung 10: Kulturneubegründungen (Saat und Pflanzung) der Baumarten Moor-, Sandbirke und Vogelbeere in den Geschäftsjahren 2015 bis 2022.

Moorbirken in der Nähe stehen. Auf wechselfeuchten Standorten kam es allerdings in den trockenen Sommern der vergangenen Jahre zum Absterben der Birken. Deshalb sollte darauf geachtet werden, dass künstliche Moorbirken-Bestandsgründungen nur auf echten Nassböden erfolgen.

Auf diese Weise kann der Flächenanteil der Moorbirke in der BaySF gehalten und ggf. vermehrt werden. Einzelnen oder in geringen Anteilen beigemischte Moorbirken werden in anderen Bestandsformen (z. B. Fichten-Kiefern-Bestände) grundsätzlich belassen bzw. gefördert.

Zukunftsperspektiven für die Moorbirke im Bayerischen Staatswald

Ein Vergleich der Neukulturen von Sand-, Moorbirke und Vogelbeere mittels Saat bzw. Pflanzung in den Geschäftsjahren 2015 bis 2022 (Abbildung 10) zeigt deutlich, dass die Moorbirke in den letzten Jahren, die am häufigsten künstlich begründete Baumart unter diesen drei Pionierbaumarten war. Dabei überwiegen die Flächen, auf denen mit Saat gearbeitet worden ist. Es wurden immer wieder Anstrengungen unternommen, die insbesondere ökologisch wichtige Mischbaumart neu zu begründen. Allerdings waren die Flächen in den letzten Geschäftsjahren aufgrund einer knappen Saatgutversorgung deutlich rückläufig. Diesem Trend

wollen die BaySF entgegenzutreten, indem sie sich bietende Erntemöglichkeiten konsequent nutzen und vor allem indem sie aktiv nach zulassungsfähigen Erntebeständen suchen. Im aktuellen Jahr des »Baum des Jahres« hatte man bereits Erfolg und es konnten zwei sehr schöne Bestände ausfindig gemacht werden. Der zuständige Kontrollbeamte und das AWG waren sofort aktiv und die Bestände sind bereits zugelassen. Darüber hinaus werden aktuell Möglichkeiten einer Ernte und Saat der seltenen in der Rhön beheimateten Karpatenbirke, einer Unterart der Moorbirke, ventiliert.

Die Moorbirke wird insgesamt im Bayerischen Staatswald in den nächsten Jahren an Bedeutung gewinnen. Angesichts zunehmender Kalamitäten im Zusammenhang mit dem Klimawandel werden ihre Eigenschaften als Pionierbaumart vor allem auf feuchten und nährstoffarmen Standorten für die Bildung von Vorwäldern immer wichtiger werden. Auf organischen Böden (Moorböden) und weiteren feuchten Sonderstandorten wird sie auch Teil der Schlusswaldgesellschaft sein. Wegen ihrer hohen ökologischen Bedeutung sollten einzeln oder in geringen Anteilen beigemischte Moorbirken unbedingt erhalten und gefördert werden. Bei der Renaturierung von Mooren wird sie im Rahmen umfangreicher Erhebungen zu Vegetation, Hydrologie und ggf. zur Fauna berücksichtigt werden. Die aus diesen Erhebungen abgeleiteten Planungen werden eine angemessene Beteiligung der Moorbirke fördern.

Literatur

Brandl, S.; Mette, T. (2021): ANALOG - Waldzukunft zum Anfasen. Klimawandel und Baumartenwahl: Beispiel Frankenwald. LWF Aktuell 3/2021, S. 42-45

Fachagentur für nachhaltige Rohstoffe (FNR) (2022): Laubholz. Über die Nutzung und Verwendung einheimischer Laubhölzer

Meinhold, A.; Göttlein, A. (2022): Schadflächen im Frankenwald - Herausforderung in neuer Dimension. LWF Aktuell 6/2022, S. 17-19

Müller-Kroehling, S. (2019a): In Dubio pro Betula - Plädoyer für mehr Toleranz gegenüber der Moorbirke in Mooren. Anliegen Natur 41(1), S. 136-144

Müller-Kroehling, S. (2019b): Birken in Mooren: Plädoyer für eine forstliche Neubewertung. AFZ-Der Wald, 4/2019, S. 11-13

Müller-Kroehling, S.; Schmidt O. (2023): Die Moorbirke - wichtiger Bestandteil der Biodiversität in Mooren. LWF-Wissen 87, S. 34-53

Keywords: downy birch, Bavarian State Forests (BaySF), nature conservation, bog, snow seed, pioneer tree species

Summary: The downy birch is involved in the Bavarian state forest on almost 7,000 hectares in varying proportions from single to leading. More than half of these areas are mapped as bog sites. It has a high importance for biodiversity in bog forests and enriches the landscape. From a silvicultural point of view, it has an importance mainly due to its pioneer characteristics, which will increase in the context of climate change. Especially on moist sites, it can form a pioneer forest after calamities, which provides protection against frost or wind for the following tree species and prevents excessive grassing of the forest floor. The Bavarian State Forests are striving to improve the current relatively scarce seed crop base by seeking out permissible crop stands and taking advantage of harvesting opportunities. This will expand opportunities for replanting by seed in the future. Within the framework of bog restoration at the Bavarian State Forests, the downy birch will be given appropriate consideration.

Birkenlegendchen

*Birke, du schwankende, schlanke,
wiegend am blassgrünen Hag,
lieblicher Gottesgedanke
vom dritten Schöpfungstag.*

*Gott stand und formte der Pflanzen
endlos wuchernd Geschlecht,
schuf die Eschen zu Lanzen,
Weiden zum Schildegeflecht.*

*Gott schuf die Nessel zum Leide,
Alraunenwurzeln zum Scherz,
Gott schuf die Rebe zur Freude,
Gott schuf die Distel zum Schmerz.*

*Mitten in Arbeit und Plage
hat er ganz leise gelacht,
als an den sechsten der Tage,
als er an Eva gedacht.*

*Sinnend in göttlichen Träumen
gab seine Schöpfergewalt
von den mannhaften Bäumen
einem die Mädchengestalt.*

*Göttliche Hände im Spiele
lockten ihr blonden das Haar,
daß ihre Haut ihm gefiele,
seiden und schimmernd sie war.*

*Biegt sie und schmiegt sie im Winde
fröhlich der Zweigelein Schwarm,
wiegt sie, als liegt ihr ein Kinde
frühlingsglücklich im Arm.*

*Birke, du mädchenhaft schlanke,
schwankend am grünenden Hag,
lieblicher Gottesgedanke
vom dritten Schöpfungstag!*

Börries von Münchhausen

Die Moorbirke – wichtiger Bestandteil der Biodiversität in Mooren

Stefan Müller-Kroehling & Olaf Schmidt

Schlüsselwörter: Moorbirke, Gattung *Betula*, Artenvielfalt, Biodiversität, ökologische Bedeutung für Moore und Wälder, Tier- und Pilzarten an Birken

Zusammenfassung: An den heimischen Vertretern der Gattung *Betula* kommen insgesamt 499 phytophage Insekten- und Milbenarten vor, von denen 133 Arten auf Birken spezialisiert sind. Birken sind also allgemein im Offenland, Wäldern und auch speziell in Mooren sehr bedeutsame Träger der Biodiversität. Viele der Arten, die speziell an Moorbirken und an Birken in Mooren angepasst sind, sind wenig erforscht und wurden bisher selten nachgewiesen oder sind gefährdet. Viele davon sind eher unscheinbar und gehören nicht zu den Artengruppen, die bei Erhebungen bevorzugt untersucht werden. Im vorliegenden Beitrag werden die weitgehend an die Gattung *Betula* gebundenen Insekten-, Milben-, Wirbeltier- und Pilzarten besonders unter dem Aspekt der Moore exemplarisch vorgestellt und behandelt, um die Bedeutung der Birken, aber auch der anderen Pionierbaumarten für die Artenvielfalt unserer Wälder aufzuzeigen.

Birken sind allgemein und auch speziell in Mooren sehr bedeutsame Träger der Biodiversität. Als Pioniere, aber auch als Arten mit langer Habitattradition, weisen sie eine große Zahl von Spezialisten auf, die Birken in ihren unterschiedlichen Stadien und Teilen besiedeln und auf vielfältige Art und Weise nutzen, sei es als Brutholz, Bruthöhle, des zuckerhaltigen Saftes oder schmackhaften Blattgewebes wegen. Wir wollen in diesem Beitrag darstellen, warum Birken allgemein und auch speziell die Moorbirke wichtige Träger der regionalen Biodiversität und ein Eckstein intakter Nahrungsketten in vielfältigen Ökosystemen sind.

Die Gattung *Betula* gehört mit ihren zwei baum- und zwei strauchförmigen Vertretern in Mitteleuropa nach den Weiden (*Salix*) und den Eichen (*Quercus*) zu den artenreichsten Baumgattungen, was die Anzahl phytophager Insekten- und Milbenarten betrifft (Brändle & Brandl 2001). An den Birken kommen in Mitteleuropa insgesamt 499 phytophage Insekten- und Milbenarten vor; davon sind 133 Arten auf *Betula* spezialisiert.

Die zahlenmäßig bedeutsamsten Tiergruppen sind dabei die Groß-Schmetterlinge (140 Arten), die Kleinschmetterlinge (115 Arten), die Käfer (106 Arten), die Pflanzenwespen (v.a. Blattwespen) (51 Arten) und die Zikaden (20 Arten).

In den Beiträgen »Ökologische Bedeutung der Birke für die einheimische Tierwelt«, »Schmetterlingsvielfalt an Birken« und »Pilze an Birken« im LWF-Wissen Nr. 28 »Beiträge zur Sandbirke« wurden bereits einige auffällige oder typische Insekten-, Vogel- und Pilzarten, die in Beziehung zur Birke stehen, vorgestellt (Hacker 2000, Helfer 2000, Schmidt 2000). Im nachfolgenden Beitrag wollen wir versuchen, die an die Gattung *Betula* weitgehend gebundenen Insekten-, Milben-, Wirbeltier- und Pilzarten besonders unter dem standörtlichen Aspekt der Moorbirken-Wuchsorte darzustellen. Gerade der Lebensraum Moor mit seinen spezifischen Verhältnissen (Kälte, Nässe, Luftfeuchte, Nährstoffarmut, Konkurrenzfreiheit, Möglichkeit ungelenkter Sukzession, fehlende intensive Bewirtschaftung, Habitattradition bis zur letzten Kaltzeit im Falle der alten Moore) fordert auch die Anpassungsfähigkeit von Insekten- und Pilzarten. Daher sollen in diesem Beitrag besonders die speziellen Standortverhältnisse der Moore bei den einzelnen Artengruppen als roter Faden zum Tragen kommen. Dabei können natürlich nicht alle spezialisierten Arten an Birken vorgestellt werden, sondern wir müssen uns hier auf eine Auswahl und Schlaglichter zur Biologie beschränken, die die Vielfalt der Lebensformen an Birken illustrieren sollen.

Schmetterlinge

Birkenreiche Moor-Landschaften sind reich an Schmetterlingen (Hacker 2000). Allein an Kleinschmetterlingen kommen an den Birken über 115 Arten vor. Die Schilderungen von Pfister (1956) aus dem Dachauer Moos lassen vergangene Landschaften mit ihrer Schmetterlingsvielfalt wieder lebendig werden. Die Moorbirke verfügt, zum Teil gemeinsam mit der Zwergbirke (*Betula nana*), über einige hoch spezialisierte Schmetterlingsarten. Ganz stark auf einzelne Baumarten spezialisierte Schmetterlingsarten findet man vor allem unter

den winzigen Blattminierern, die zu den Kleinschmetterlingen gehören, und zu denen wir weiter unten kommen. Das Leben der Larve im Blatt erfordert für den Schmetterling offenbar stärkere Anpassungen als das Verzehren von Birkenblättern.

Gleichzeitig sind viele Schmetterlingsarten nicht nur an eine Wirtspflanze, sondern auch an deren spezielle Wuchsbedingungen und ein sich daraus ergebendes Mikroklima gebunden. Auch und selbst die Inhaltsstoff-Zusammensetzung in den Blättern der Wirtspflanzen kann je nach Standort und Wuchsbedingungen entscheidende Unterschiede aufweisen, die über Eignung oder Nichteignung entscheiden.

Groß-Schmetterlinge

Nach Hacker (2000) stellen die an Birken gebundenen Schmetterlingsarten den euro-sibirischen Faunentyp dar, während beispielsweise die an Eichen gebundenen Arten eher dem wärmeliebenden mediterranen Faunenelement zuzuordnen sind. Vermischen sich diese Waldtypen, z. B. in saumreichen Mittelwäldern, entsteht eine besonders hohe Artenvielfalt (Hacker 2000). Bei den an Birken gebundenen Arten handelt es sich meist um Arten mit geringen Wärmeansprüchen, oft sind es sogar Arten der Mittelgebirge oder auch der Moore. Meist können diese Arten auch auf andere Vertreter der Birkengewächse, wie z. B. Hasel, Erle, Hainbuche, als Fraßpflanze ausweichen. Umgekehrt stellen Birken für zahlreiche Schmetterlingsarten bei Nahrungsmangel eine alternative Fraßpflanze dar (Hacker 2000).

Der auffällige Trauermantel (*Nymphalis antiopa*) (Abbildung 1) ist die einzige Tagfalter-Art, die speziell Birken, konkret einzeln stehende Birken oder Birken in lichten Wäldern und Gebüsch als Raupenpflanze nutzt (Hacker 2000). Der Trauermantel besitzt eine große Verbreitung über ganz Europa – bis auf den äußersten Norden – und über Nordasien bis nach Japan. Selbst in Nordamerika kommt diese Falterart natürlicherweise vor. Sie bevorzugt Gebiete mit kontinentaler Klimaprägung und symbolisiert insofern den euro-sibirischen Faunentyp der an Birken gebundenen Schmetterlingsarten. In Bayern ist der Trauermantel entsprechend vor allem im nordöstlichen Teil (Fichtelgebirge, Frankenwald) und in den ostbayerischen Mittelgebirgen noch regelmäßig anzutreffen (Brä u. a. 2013). Die Falter überwintern und fliegen sehr zeitig im Frühjahr. Dabei saugen sie gerne an blühenden Salweiden oder an blutenden Birken. Die Trauermantel-Weibchen legen ihre Eier von 100 – 200 Stück an dünnen Zweigen der Birken ab. Die schlüpfenden Raupen leben gesell-



Abbildung 1: Trauermantel (*Nymphalis antiopa*)
Foto: S. Braun

lig und fressen bis zur letzten Häutung gemeinsam. Die Raupen erreichen eine Größe von 54 mm. Sie sind schwarz gefärbt mit einer roten Fleckenreihe auf dem Rücken und feiner weißer Punktierung. In den niedrigen Lagen des Verbreitungsgebietes ernähren sich die Raupen fast nur von Birkenlaub. In den höheren Lagen treten die Raupen auch v. a. an Salweide (*Salix caprea*) auf (Hacker 2000). Das zeigt die hohe ökologische Bedeutung unserer Pionierbaumarten und auch Gemein-

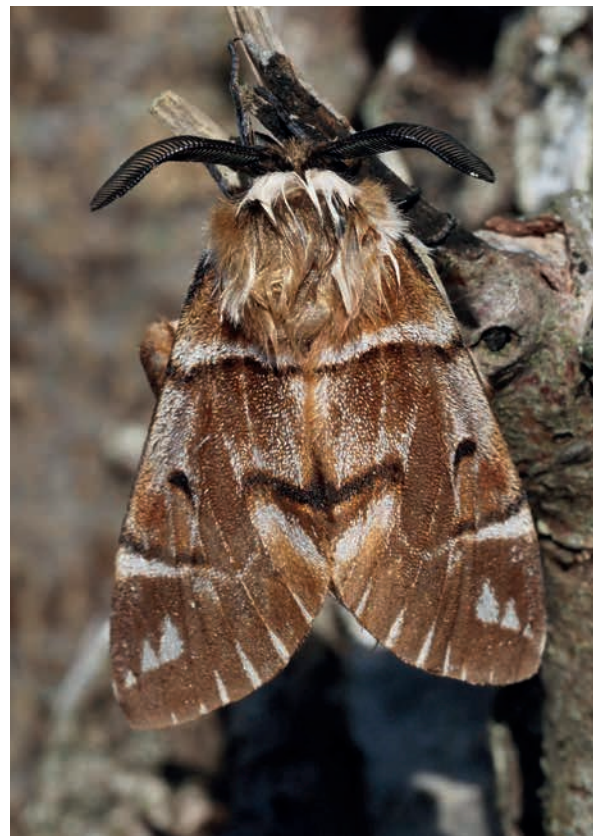


Abbildung 2: Bereits im März/April fliegen die Männchen des Birkenspinners (*Endromis versicolora*) in Birkenwäldern auf der Suche nach den Weibchen. Foto: S. Braun



Abbildung 3: Die jüngeren Raupen des Birken spinners (*Endromis versicolora*) fressen gesellig an Birkenblättern.

Foto: S. Braun



Abbildung 4: Gelbhorn-Eulenspinner (*Achylya flavicornis*).

Foto: S. Braun

samkeiten derselben sogar über Verwandtschaftsgrenzen hinweg auf. Zur Verpuppung verlassen die Raupen ihren Baum, um sich ein geeignetes sicheres Versteck zu suchen. Im Juli schlüpfen dann die Falter, die später auch überwintern.

Wesentlich größer ist die Bedeutung der Birken und der Moorbirke für die Nachtfalter. Sehr zeitig im Frühjahr erscheint der Birken spinner (*Endromis versicolora*) (Abbildung 2), dessen Raupen bevorzugt an Birken gewächsen leben. Bereits im März/April gaukeln die Männchen im Zick-Zack-Flug bei Sonnenschein durch die noch winterkahlen Wälder (Hacker 2000). Die Weibchen fliegen ausschließlich nachts, um an dünnen Birkenzweigen ihre Eier in Gruppen von 20 – 40 Stück abzulegen. Die schlüpfenden Raupen bleiben gesellig in dichten Gruppen beieinander und fressen gemeinsam v. a. an den Zweigspitzen (Bellmann 2003) (Abbildung 3). Nach der dritten Häutung vereinzeln sich die Raupen. Im August/September wandern sie dann zum Boden, um sich dort zu verpuppen. Als Lebensraum bevorzugt der Birken spinner lichte Wälder mit lockerem Birkenbestand, v. a. in der Nähe von Mooren. Er kommt aber auch in Laubwäldern mit einzelnen Birken vor (Bellmann 2003).

Noch früher als der Birken spinner fliegt der Gelbhorn-Eulenspinner (*Achylya flavicornis*) (Abbildung 4). Die Raupen dieser Art leben monophag an jungen Birken. Die Art kommt in Birken- und Mischwäldern und auch in Mooren mit Birken vor.

Der Birken-Sichelflügler (*Falcaria lacertinaria* syn. *Drepana lacertinaria*) kommt in Europa fast überall vor, wo es Birken gibt. Der Schmetterling bevorzugt sonnige Bereiche mit hoher Luftfeuchte und lebt daher besonders in lichten Birken- und Mischwäldern und in Mooren mit Birken. Die älteren Raupen dieser Art ähneln einem Birkenfruchtstand sehr (Abbildungen

5a und 5b). Der Birken nest spinner oder Wollafter (*Eriogaster lanestris*) ist besonders auffällig durch seine großen, sackartigen Raupen gespinste, die er am liebsten an Birken oder Linden anlegt. Die Falter dieser zu den Glucken oder Wollraupenspinnern zählenden Art fliegen ebenfalls zeitig im Frühjahr, meist schon im März, wenn Huflattich und Seidelbast blühen (Schmidt 2016).

Charakteristisch für Birken und Birkenwälder sind auch verschiedene Zahnspinner-Arten (*Notodontidae*). Die Raupen der beiden Arten Zickzack- und Dromedar-Spinner (*Notodonta ziczac* und *Notodonta dromedarius*) leben bevorzugt an Birken, können aber auch an Weiden, Pappeln oder Erlen auftreten (Abbildung 6). Auch die Raupen des Mönchs-Zahnspinners oder Karmelitterspinners (*Odontosia carmelita*) leben (Pähler & Dudler 2013), möglicherweise zumindest regional, monophag an Birken (Hacker 2000). Dabei werden kühl-feuchte Lebensräume wie Moornälder bevorzugt (Pähler & Dudler 2013). Auch der Weiße Zahnspinner (*Leucodonta bicoloria*) kommt vor allem in Birkenmoornäldern vor, und kann gar als »Charakterart des Birkenbruchs« gelten (Hock et al. 1997, Steiner et al. 2014).

Aus der Familie der Glasflügler (*Sesiidae*), deren urtümliche Form ihrer Puppen mit zum Teil freien Körperanhängseln sie als entwicklungsgeschichtlich sehr alte Familie ausweist, kommen vier Arten an Birken vor (Ehrhardt 1998). Die beiden häufigsten Arten sind der Große Birken glasflügler (*Synanthedon scoliaeformis*) und der Kleine Birken glasflügler (*Synanthedon culiciformis*). Der Große Birken glasflügler nutzt v. a. vorgeschädigte Stammstellen älterer Birken und auch frische Birkenstöcke zur Eiablage (Hacker 2000). Seine Larvenentwicklung dauert drei Jahre. Der Kleine Birken glasflügler kommt gerne in lichten Birkenwäldern



Abbildung 6: Die Raupen des Zickzack-Spinners (*Notodonta ziczac*) fressen an Blättern der Birken, aber auch an Blättern von Hasel, Aspe und Salweide. Foto: S. Braun



Abbildungen 5a, 5b: Ältere Raupen des Birkensichelflüglers (*Falcaria lacertinaria*) (oben) ähneln dem typischen Fruchtstand der Birke (unten) sehr. Foto: S. Braun

und in Mooren vor. Auch er legt seine Eier auf frischen Birkenstümpfen ab. Die Larven der polyphagen Holzbohrer-Arten, des Blausiebs (*Zeuzera pyrina*) und des Weidenbohrers (*Cossus cossus*), können nicht selten in Birkenstämmen und -ästen gefunden werden.

Klein-Schmetterlinge

Unter den Kleinschmetterlingen kommen an den Birken etliche Arten vor, die in Birkenblättern minieren, und viele davon sind auch vollständig auf Birken und einige sogar speziell die Moorbirke spezialisiert. Eine Art, die in Blättern von Moor- und auch der Zwergbirke miniert, ist der Kleinschmetterling *Phyllenorycter anderridae* (Bachmaier 1965, Segerer 2001). Sie ist Bachmaier (1965) zufolge regional relativ stark an die Zwergbirke gebunden, kommt in anderen Regionen aber an der Moorbirke vor (z.B. Sobczyk et al. 2019 für die Oberlausitz).

Eine weitere minierende Art auf der Moorbirke ist die Schildkröten-Motte (*Incurvaria pectinca*), Sie können neben Birken auch Hasel und Erlen aus der Verwandtschaft der Birkengewächse besiedeln (Spohn & Spohn 2016). Anfangs minieren die Räumchen im Birkenblatt, um sich dann eingesponnen zwischen zwei

runden Birkenblattstückchen zu Boden fallen zu lassen (Spohn & Spohn 2016). Dort fressen sie an alten oder auch grünen Blättern weiter. Zwischen den beiden Blattstückchen sind sie wie in einem Schildkrötenpanzer geschützt. Die verlassenen Birkenblätter besitzen Löcher, die wie ausgestanzt aussehen.

Eine weitere Kleinschmetterlingsart ist *Eriocrania semipurpurella*, deren Larve ebenfalls in Birkenblättern miniert. Die Weibchen dieser Art legen in die aufbrechenden Birkenknospen Ende April/Anfang Mai ihre Eier ab. Die Larve beginnt vom Blattrand her zuerst in einer Gangmine zu minieren. Im Laufe der Zeit erweitert sie die Mine zu einer randständigen durchscheinenden Platzmine. Nach Abschluss des Fraßes verlässt die Raupe das Blatt und lässt sich zu Boden fallen. Dort spinnt sie einen Kokon, in dem sie sich im Sommer verpuppt. Die Puppe überwintert und im nächsten April schlüpfen die Falter. Platzminen in Birkenblättern verursacht auch die Trugmotte *Eriocrania cicatricella*. Die Miniermotte *Phyllonorycter ulmifoliella* bildet, entgegen ihrem wissenschaftlichen Namen, an der Unterseite meist von Birkenblättern typische Faltenminen aus. Mit Seidenfäden zieht die Larve auf der Blattunterseite das Gewebe zwischen zwei benachbarten Seitenadern zusammen, so dass sich das Blatt nach der anderen Seite wölbt. Da die Larve nur die blattunterseitige Epidermis frisst, bleibt das Blatt von oben undurchsichtig (v. d. Dunk 2016).

Käfer

Birken haben auch für die Käferfauna eine große Bedeutung. Über 100 Käferarten kommen in Mitteleuropa regelmäßig an Birken vor (Brändle & Brandl 2001). Böhme (2001) führt 26 Käferarten für Mitteleuropa monophag an Birken auf, dazu vier weitere speziell zur Sand- und zwei weitere speziell zur Moorbirke. Für Großbritannien gibt Bullock (1992) 46 Arten an Birken an. Es sind dies v. a. Arten aus den Gruppen der Bock-, Rüssel- und Borkenkäfer. Daneben können sehr viele totholzbewohnende Käferarten Birken-Totholz in seinen stärkeren Zersetzungsstadien, sowie Mulmhöhlen in alten, dicken, lebenden Birken als Totholzlebensraum nutzen, ohne aber auf Birken spezialisiert zu sein.

Eine recht beachtliche Zahl bei Naturschutz-Überlegungen und Arterhebungen meist wenig beachteter Blatt- und Rüsselkäfer wie *Altica aenescens*, *Oenopia impustulata*, *Cryptocephalus decemmaculatus* (Abbildung 7a), *Chrysomela lapponica*, *Orchestes calceatus*, *O. jota* (Abbildung 7b) (Sprick et al. 2013, Sprick 2015)



Abbildungen 7a, 7b: *Cryptocephalus decemmaculatus* (oben) und *Orchestes jota* (unten) Foto: P. Sprick

und *Coeliodinus nigratarsis* (Böhme 2001, Rheinheimer & Haßler 2010) lebt bevorzugt oder sogar ausschließlich an Moorbirken. In Bayern sind diese Arten überwiegend aus Südbayern bekannt, sowohl aus den Voralpenmooren als auch den ausgedehnten Niederungsmooren nördlich davon. Manche Arten wie *Chrysomela lapponica* besiedeln mehr die kühleren Teile Bayerns, also Alpen, Grenzgebirge und Rhön. Der Moorbirkenrüssler (*Coeliodes nigratarsis*) lebt monophag und fast ausschließlich in Mooren und ist nur in Mittelgebirgen verbreitet, mit lokalen Vorkommen, also landesweit selten (Rheinheimer & Haßler 2010). Vermutlich werden die Eier in die weiblichen Kätzchen der Moorbirke abgelegt. Für Bayern gilt die Art derzeit als ausgestorben bzw. verschollen (Rheinheimer & Haßler 2010, Sprick et al. 2003).

Werden Birken geschwendet oder gerodet, verschwinden unbemerkt auch die Lebensbedingungen für diese Arten, obwohl sie vielleicht viel seltener, schützenswerter und standortstypischer sind als diejenige Zielart oder die wenigen Zielarten, auf deren Schutz die Maßnahmen abzielen.

Der Große Birkenblattroller (*Deporaus betulae*) verrät seine Anwesenheit durch seine Form der Brutfürsorge. Diese Rüsselkäferart verwandelt durch Einschneiden und Rollen Birkenblätter Ende April in ca. 3 cm lange, braune Tütchen. Für eine solche Blatttüte benötigt der kleine Käfer ca. eine Stunde (Brauns 1976). In die Tüte legt das Käferweibchen 2–4 Eier in eigens dafür gefertigte Blatttaschen. Von dem Blattgewebe ernähren sich dann in den nächsten 2–3 Monaten die Käferlarven. Der Blattwickel fällt dann zu Boden und die Larven verlassen ihr bisheriges Heim, um sich im Boden in einer kleinen Höhle zu verpuppen (Möller et al. 2006).

Ein weiterer seltener »Blattroller«, der aber keine Blattrollen erzeugt, sondern den Blattstiel benagt und dessen Larve dann im zu Boden gefallenen Blatt miniert, und der auch in Mooren oder anderen nährstoffärmeren Feuchtbiotopen lebt, ist der sehr seltene *Deporaus mannerheimii*. Dieser lebt vorwiegend in kühlen Habitaten (Seenlandschaft, Gebirgswälder, Hochmoore) an *Betula*-Arten, *Salix caprea* und *Corylus avellana* (Dieckmann 1974).

Der Große Birkensplintkäfer (*Scolytus ratzeburgi*) (Abbildung 8) ist bereits durch sein auffälliges Fraßbild gut festzustellen. Dieser ca. 4–6,5 mm große Borkenkäfer nagt unter der Rinde von Birkenarten (Moor- und Sandbirke) einen bis 10 cm langen, senkrechten Längsgang mit aufgereihten Luftlöchern, die entfernt an eine Blockflöte erinnern. Die Jungkäfer verlassen das Brutbild durch das Einbohrloch und die Luftlöcher.



Abbildung 8: Ausbohrlöcher des Großen Birkensplintkäfers (*Scolytus ratzeburgi*) Foto: S. Müller-Kroehling, LWF

Weniger auffällig leben trotz ihres Namens die Prachtkäfer. Der ca. 4–6 mm große Kleine Birkenprachtkäfer (*Agrilus betuleti*) entwickelt sich in Zweigen kränkelnder oder geschwächter Birken. Die Art ist von der ostsibirischen Taiga bis Frankreich verbreitet (Brechtel

& Kostenbader 2002). Sie wurde in Bayern trotz ihres Vorkommens in verschiedenen Höhenlagen eher selten nachgewiesen, möglicherweise aus methodischen Gründen, da Prachtkäfer in den für die Untersuchung zu xylobionten Käfern besonders verbreiteten Fensterfallen tendenziell oft weniger gut erfasst werden. Die Art kommt bei wechselnden Birken-Anteilen, vor allem an jüngeren Birken, und in sehr unterschiedlichen Lebensräumen vor (Niehuis 2004). Die Art ist insgesamt nicht an Moorlebensräume gebunden, scheint aber zumindest in Baden-Württemberg »Moore und Sümpfe« zu bevorzugen (Brechtel & Kostenbader 2002).

Ganz anders eine andere an Birken gebundene, stattliche Art, der Große Birkenprachtkäfer (*Dicerca furcata*), der 16–18 mm Größe erreicht. Auch er ist eine von Sibirien und Ostasien bis Europa verbreitete Art und auch er ist ganz auf Birken angewiesen. Seine Bindung an Moore ist jedoch sogar vollständig. Wie der Kleine Birkenprachtkäfer besiedelt er eher schwächere Birken von oft nur 6–10 cm Durchmesser, zum Teil sogar noch schwächere (Brechtel & Kostenbader 2002). Beiden Arten ist gemeinsam, dass kränkelnde und absterbende Birken bevorzugt besiedelt werden.

Dicerca furcata durchläuft seine vermutlich dreijährige Entwicklung ausschließlich in wenigen, flächig ausgedehnten Hochmooren mit ausreichenden Birkenbeständen in Hochmoor- und Moorrandbereichen, für die eine Habitattradition besteht (Brechtel & Kostenbader 2002, Kwast 2012). Als geschützte und gefährdete Art mit Zeigerfunktion für Habitattradition kann dieses Kaltzeitrelikt stellvertretend für eine ganze Reihe xylobionter Käfer stehen, die davon profitieren, wenn in Mooren Moorbirken in ausreichendem Umfang vorhanden sind. Die Art ist in Deutschland sehr selten. Aus Bayern liegen Funde nur aus Voralpenmooren und aus dem Truppenübungsplatz Grafenwöhr vor.

Der Schnellkäfer *Ampedus pomonae* kommt besonders auf Birken in Mooren und anderen Feuchtgebieten vor, wo seine Larve in »subfossilen Hölzern« lebt, gemeint sind Hölzer, die im Torfkörper eingebettet sind. Die Art ist nur regional auf Birken beschränkt oder bevorzugt diese deutlich (Schimmel 1989).

Über viele der eher versteckt lebenden Bewohner toten Birkenholzes aus der Käferwelt wissen wir noch zu wenig. Die oftmals eher zufälligen Funde erlauben oft keine abschließende Einschätzung, wie selten und gefährdet die Art tatsächlich ist, und welche Faktoren dafür verantwortlich wären.

So wird der Moor-Breitrüssler *Tropideres (Gonotropis) dorsalis* als »boreomontanes Faunenelement« beschrieben, dass »sich unter der verpilzten Rinde von Birken entwickelt und durch Bestandsrückgänge in unbekanntem Maße gefährdet« ist (Bußler & Bense 2021). Die wenigen deutschen Funde liegen offenbar weitgehend oder vollständig in Bayern (Fauna Germanica 2023), zeigen aber keine klare montane Tönung.

Hautflügler

Mit 51 bekannten Arten ist das Artenspektrum an Pflanzenwespen, v. a. Blattwespen, die an Birken auftreten können, sehr vielfältig (Brändle & Brandl 2001). Die größte Art ist dabei die Birkenknopfhornblattwespe (*Cimbex femorata*), die beachtliche 20 – 28 mm Größe erreichen kann. Sie erscheint im April/Mai und schwärmt im Mai/Juni. Die Weibchen legen ihre Eier dann einzeln in die mit einem Legebohrer gesägten Taschen unterseits von Birkenblättern ab. Die ausschlüpfenden sogenannten Afterraupen sind grün mit einem dunklen Streifen auf dem Rücken und erreichen bis 45 mm Größe. Sie verhalten sich träge und ruhen tagsüber an der Blattunterseite. Nachts »reiten« sie auf dem Blattrand und ernähren sich von den Birkenblättern (Schmidt 2000). Im Herbst spinnen sie auf einem benachbarten Zweig einen Kokon, in dem sie überwintern und sich im Frühjahr verpuppen. Im April schlüpfen dann die erwachsenen Blattwespen. Die ebenfalls grünen Larven der etwas kleineren Pelzblattwespe (*Trichiosoma lucorum*) besitzen keinen Rückenstreifen.

Sehr häufig sind an Birkenblättern die Afterraupen der Breitfüßigen Birkenblattwespe (*Craesus septentrionalis*) (Abbildung 9) zu finden, wobei diese Art auch an Hasel, Baumhasel oder Erle auftreten kann.

Typisch für diese Larven ist ihr Abwehrverhalten. Sie krümmen bei Störungen ihre Körper S-förmig und zucken rhythmisch. Man deutet dies als Abwehrverhalten gegenüber parasitischen Schlupfwespen (Wermelinger 2017). Diese Blattwespe bildet zwei Generationen im Jahr aus. Die Weibchen legen im Mai/Juni bis zu 150 Eier auf der Blattunterseite in die Blattadern ab. Nach ca. 14 Tagen schlüpfen die Afterraupen, die in Gruppen am Blattrand fressen. Die Larven der 2. Generation treten im August/September auf. Sie verpuppen sich in einem Kokon im Boden (Schmidt 2020).



Abbildung 9: Die Afterraupen der Breitfüßigen Birkenblattwespe (*Craesus septentrionalis*) ist häufig an Birken zu finden. Foto: M. Lilly, <https://commons.wikimedia.org>

Mehrere seltene Pflanzenwespen wie *Arge dimidiata*, *A. metallica* und *A. pullata* benötigen feuchte Wälder mit Moorbirken und sind in Deutschland insgesamt oder zumindest regional stark gefährdet, haben insgesamt sehr kleine Verbreitungsgebiete oder der Wissensstand zu ihrer Verbreitung ist wegen der wenigen Nachweise defizitär.

Im Holz von geschwächten Birken, aber auch Erlen, entwickeln sich die bis 15 mm großen Larven der Schwertwespe (*Xiphydria camelus*). Die erwachsenen Tiere dieser Holzwespe werden 10 – 20 mm groß. Die Art ist v. a. in Birkenwäldern, Erlenbrüchen und Auwäldern in ganz Europa und Sibirien verbreitet. (Lehmann 2000). Von den sechs bei uns in Mitteleuropa vorkommenden Schwertwespen-Arten der Gattung *Xiphydria* ist dies die häufigste Art.

Von weiteren Hautflügler-Arten ist zu berichten, dass die Hornisse (*Vespa crabro*) häufig junge Birkenzweige ringelt, um an den kohlehydratreichen Saft zu gelangen. Neben Birken ringeln Hornissen auch gerne Eschen- und Fliederzweige (Schmidt 2000).

Die Blattschneiderbiene *Megachile analis* verwendet zum Bau ihrer Brutzellen ausgeschnittene Birken- und Eichenlaubstücke und Streifen von Birkenrinde. Die Weibchen der Art *Megachile circumcincta* nutzen ebenfalls Ausschnitte von Birkenblättern, aber auch von Linden und Rosen, für ihre Brutzellen.

Auch unter den Ameisen in Mooren mit Gehölzbeteiligung sind etliche moorholde Arten, die vom Halbschatten lichter Moorwälder profitieren, so etwa *Formica lemani*, die Bergsklavenameise, eine kühlpräferente Art, die unter anderem auch die Wälder Fjälls Nordskandinaviens besiedelt, und auch die Blattläuse auf den Moorgehölzen besuchen (Seifert 2018). Dass die Honigbiene (*Apis mellifera*) ebenfalls von den auf Birken häufigen und vielfältigen Blattläuse profitieren kann, wurde bereits erwähnt.

Zusammenfassend spielen auch für die große Gruppe der Hautflügler Moorbirken in Mooren eine bedeutende Rolle für deren Vorkommen.

Wanzen

Wichtige Liebhaber von Birken sind auch verschiedene Vertreter der Schnabelkerfe (*Rhynchota*), die neben einigen räuberischen Arten vor allem Pflanzensauger sind, die ihren namensgebenden Schnabel nutzen, um Pflanzensäfte aus Stammteilen, Trieben oder Blättern zu saugen. Käfer-ähnlich gebaut, groß und auffällig sind aus dieser Gruppe vor allem die Wanzen (*Heteroptera*). Speziell an Birken in Mitteleuropa wurden aus dieser Familie acht Arten nachgewiesen (Brändle & Brandl 2001). Mit ihrer Art der Brutpflege, besonders auf Birkenblättern, fällt die ca. 6–9 mm große Fleckige Brutwanze (*Elasmucha grisea*) auf (Dreyer 1992, Schmidt 2000).

Nach der Paarung im Frühjahr zur Zeit des Birkenlaubausstriebs suchen die Wanzenweibchen Mitte Mai das frische Birkenlaub auf, um dort ca. 50 Eier unterseitig auf einem Birkenblatt abzulegen. Das Wanzenweibchen bewacht diese Eier energisch und wehrt mögliche Feinde, wie z. B. Ameisen, Ohrwürmer, Marienkäfer, ab. Das Weibchen nutzt dabei ihren Körper als Schutzschild, um die Eier abzudecken. In äußerster Not verspritzt das Weibchen ein Drüsensekret, das den möglichen Angreifer in die Flucht schlägt. Nach ca. 14 Tagen schlüpfen die Wanzenlarven, die in Aussehen bereits ihren Eltern ähneln, aber noch nicht fliegen können. Nach ihrer ersten Häutung passen nicht mehr

alle Wanzenjungen unter den Körper des Weibchens, so dass nun das Wanzenweibchen den Stiel des Birkenblattes besetzt, um Angreifern den Weg zum Blatt und den Jungen den Weg vom Blatt zu versperren. Nach weiteren Häutungen folgen die Wanzenjungen ihrer Mutter im Gänsemarsch zu grünen Birkenkätzchen, die zum Saugen angestochen werden.

Eine ähnliche Brutpflege hat die nahe verwandte Gezähnte Brutwanze (*Elasmucha fieberi*) entwickelt, die hauptsächlich in feuchten Wäldern und Moorgebieten vorkommt. Wir können davon ausgehen, dass die Gezähnte Brutwanze daher hauptsächlich auf der dort wachsenden Moorbirke lebt. Sie ist deutschlandweit verbreitet, aber deutlich seltener als die Fleckige Brutwanze (Deckert & Wachmann 2020).

An Birkenkätzchen saugt die ca. 4–6 mm große Birkenwanze (*Kleidocerys resedae*). Sie kann aber auch andere kätzchentragende Gehölze wie z. B. Erlen besiedeln. Diese Wanzenart besitzt ein stark riechendes Wehrsekret und bei massenhaftem Auftreten sind befallene Birken schon aus einiger Entfernung zu riechen (Wachmann 1989). Daher gilt diese Wanzenart in Städten als Lästling, v. a. auch im Herbst, wenn die Imagines von den Birken in Häuser abwandern, um Überwinterungsorte zu suchen.

Die Birken-Rindenwanze *Aradus betulae* ist mit bis 10 mm Größe die größte einheimische Rindenwanzenart. Sie kommt in Porlingen wie dem Zunderschwamm und anderen Baumschwämmen an Birken, Buche oder Ahorn vor. Diese Art ist von Europa bis Sibirien verbreitet, aber in Deutschland eher selten (Deckert & Wachmann 2020).

Zikaden

Birken sind ein artenreicher und spezieller Lebensraum von Zikaden-Arten (Nickel 2003, Nickel & Gärtner 2009), und auch tyrphobionte Arten kommen in Mooren mit Birken vor (Nickel et al. 2002, Nickel & Gärtner 2009). Insgesamt ungefähr 35 Zikaden-Arten konnten bei uns an Birken nachgewiesen werden (Nickel 2003, ergänzt durch den Autor). Etwa 15–23 Arten können zumindest sporadisch an Moorbirken vorkommen, zwei oder drei davon sind an Moorbirken gebunden (Nickel 2003). Sie liegt damit hinter der Sandbirke und Schwarzerle, aber insgesamt in einer Spitzengruppe besonders artenreich von Zikaden besiedelter Gehölzgattungen.



Abbildung 10: Gemeine Birken-Maskenzikade (*Oncopsis flavicollis*) Foto: G. Kunz/truehopperswp.com



Abbildung 11: Torf-Glasflügelzikade (*Cixius similis*) Foto: G. Kunz/truehopperswp.com

Die beiden ca. 3–4 mm großen Birken-Maskenzikaden-Arten *Oncopsis subangulata* und *Oncopsis flavicollis* (Abbildung 10) leben monophag auf Birken. Larven und Imagines saugen den Saft der Birken. Die ca. 3–4 mm messende, grün-schwärzliche Birken-Würfelzikade (*Kybos lindbergi*) saugt als Larve und Imago ebenfalls an Birken.

Die Torf-Glasflügelzikade (*Cixius similis*) (Abbildung 11) und die Moor-Feuerzikade (*Zygina rosea*) entwickeln sich bevorzugt in Mooren an Moorbirken, erstere auch an der Rauschbeere (*Vaccinium uliginosum*), also an zwei Moor-typischen Gehölzarten. Die Moor-Feuerzikade wiederum vermehrt sich an der Moorbirke und überwintert auf Kiefern (*Pinus*), benötigt also einen Komplexlebensraum, der neben dem Vorkommen dieser beiden Gehölzarten bzw. Gattung auch weitere, mit dem speziellen Lebensraum Moor in Zusammenhang stehende Faktoren aufweist, die bei dieser wie bei vielen Arten noch nicht abschließend bekannt sind (Nickel & Gärtner 2009). Zweifellos ist speziell die Zikadenfauna der Moorbirke noch untererfasst (Nickel 2003).

Pflanzenläuse

Neben den zum Teil recht stattlichen Wanzen und den zum Teil zu Lautäußerungen befähigten Zikaden stellen die Pflanzenläuse die dritte heimische Gruppe der Schnabelkerfe (*Hemiptera*) dar. Anders als jene zwei, bei Biodiversitätsstudien noch relativ populären Artengruppen, zu denen insgesamt jeweils recht gute Wissensstände über ihre Verbreitung existieren, fristen sie eher ein Schattendasein in der Naturschutzbiologie. Aufmerksamkeit erlangen sie allenfalls als »Schäd- und Lästlinge« in Gärten und in der Landwirtschaft.

Dabei sind auch die recht kleinen Pflanzenläuse, zu denen neben den Blatt- und die Schildläusen unter anderem auch die Blattflöhe gehören, wichtige Komponenten der heimischen Biodiversität. Sie spielen im Naturgeschehen trotz ihrer geringen Größe, aber wegen ihrer zum Teil großen Individuenzahlen, eine bedeutsame Rolle. So sind viele der Arten wichtige Nahrungsgrundlagen für andere Wirbellose und Wirbeltiere. Beispielsweise für einige Vogelarten spielen sie vor allem bei der Aufzucht der Jungen eine wichtige Rolle als Nahrungsquelle. Vor allem die sich teilweise auch parthenogenetisch vermehrenden, lebendgebärenden Arten können in relativ kurzer Zeit große Bestände aufbauen, wenn die Bedingungen für ihr Vorkommen günstig sind.

Einige der Blattlaus-Arten an Birken werden auch von Ameisen besucht, um ihre zuckerhaltigen Ausscheidungen zu »melken«, und auch Bienen nutzen die Ausscheidungen zum Teil als Nahrung. Die Honigtau-Ausscheidungen mancher Arten können, wenn sie in Massen auftreten, von Schwärzepilzen besiedelt werden und dann ganze Blätter schwärzen (Lampel & Meier 2003). Manche Arten bilden freilebende Kolonien, andere erzeugen hierfür Blattgallen, in denen sie sich aufhalten, andere leben auch in von anderen Insekten gefalteten Blättern, oder in den Kätzchen der Birken (Hajek 1985). Bei manchen Arten wie *Stomaphis quercus*, die neben Eichen-Arten auch an Birken vorkommt, werden von den Ameisen sogar kleine Wälle aus Holzmulm um ihr »Melkvieh« gebaut, also regelrechte »Melkställe«. Manche der Arten wie *Symydobius oblongus* können »für die Bienen-tracht lokal von Bedeutung sein« (Lampel & Meier 2003).

Viele der Arten vollführen einen obligaten Wirtswechsel zwischen krautigen Pflanzen und Birken und sind daher Komplexlebensraumbewohner. Eine ganze Reihe von obligaten »Mitbewohnern« ihres Darmtraktes (Michalik et al. 2019) sowie von zum Teil wirtsspezifischen Parasiten (Bachmaier 1963) runden das Bild einer ganzen Lebensgemeinschaft ab, in der alles miteinander verknüpft ist. Auch wenn manche der Arten, die an Birken gebunden sind, verbreitete »Lästlinge« sein können, wie etwa *Glyphina betulae* (vgl. Kot 2012), so sind sie doch als von Ameisen besuchte Arten und als Nahrungsbestandteile der Vogelaufzucht wichtige Glieder im »Netz des Lebens«.

Birken sind bedeutsame Wirtsbaumarten für Blattläuse (Dixon & Thieme 2007). Weltweit sind 72 Blattlausarten an Birken nachgewiesen worden, und davon sind 18 auch in Europa gefunden worden (Bransfield & Brightwell 2023). Siebzehn der Arten sind an der Sandbirke, 15 auf Moorbirke nachgewiesen worden (Bransfield & Brightwell 2023), während Blackman & Eastop (1994) 13 Arten an dieser Baumart auflisten. Der Kenntnisstand gerade zur Bindung an einzelne Gehölzarten unterliegt demnach immer noch einer Weiterentwicklung. Nur wenige europäische Länder haben eine Länderfauna mit Verbreitungsangaben, Deutschland und somit auch Bayern gehört nicht dazu. Entsprechend sind auch die Artenlisten selbst für sehr bedeutsame Vorkommensgebiete von Moorbirkenwäldern wie die Moore der Hochrhön (Ehrhardt et al. 1961) fragmentarisch und veraltet.

Die Mehrzahl der an Birken vorkommenden Blattlausarten sind stark auf Birken spezialisiert, einige davon sogar ganz auf die Moorbirke. Zum Teil wurde auch erst in jüngerer Zeit erkannt, dass es sich um unterschiedliche Arten handelt, die sogar unterschiedliche Chromosomensätze aufweisen, wie im Fall von *Euceraphis betulae* auf der Sandbirke und der Schwesterart *Euceraphis punctipennis*, die nur auf der Moorbirke vorkommt (Lampel & Meier 2003, Spohn & Spohn 2016). In Nordamerika wurde die Wirtsspezifität einer Blattlausart sogar zur Bestimmung der vorher unbestimmten Birkenart genutzt (Hajek 1986).

Einige Blattlausarten sind bisher nur an der Zwergbirke (*Betula nana*), zum Teil aber auch an Hybriden mit der Moorbirke gefunden worden (Haie 1980). Manche Arten bevorzugen speziell Birkengebüsche. Einige Blattlaus-Arten an Birken wie etwa *Monaphis antennata* sind bisher in Mitteleuropa sehr selten gefunden worden, zum Teil steht auch der Nachweis in Deutsch-

land oder speziell Bayern noch aus. Nicht alle Arten sind weit verbreitet und abundant, manche leben eher versteckt.

Das gilt auch für die **Schildlaus**-Arten wie die Birkenwurzelschildlaus (*Steingelia gorodetskia*), die bisher in Deutschland offenbar nur in Mooren gefunden worden ist, wo sie in der Laubstreu und an der Basis von Gräsern angetroffen wurde (Schmutterer & Hoffmann 2016). Diese nordische, aber auch aus Süddeutschland bekannte Art lebt 20 Zentimeter tief an den Wurzeln von Birken (Koteja & Ogaza 1981) und wurde bisher vor allem in Form der Weibchen in der Laubstreu nachgewiesen (Michalik et al. 2019). Insgesamt treten an Birken in Europa mindestens acht verschiedene Schildlaus-Arten auf (Lindinger 1912), wobei die Mehrzahl relativ wenig wirtsspezifisch ist.

Zwei heimische Arten von **Blattflöhen** (*Psylla hartigii*, *Psylla betulae*) kommen ausschließlich an Birkenarten vor (Burckhardt 2002). Während erstere Art weit verbreitet ist, steht der Nachweis von *P. betulae* in Bayern noch aus – im nahen Österreich wurde die in Mitteleuropa seltene Art bereits beobachtet (Burckhardt, Mitt. per E-Mail). Über die Verbreitung und die Ansprüche der vermutlich weitverbreiteten Arten ist in Bayern wieder wenig bekannt, eine Rote Liste dieser Artengruppe gibt es beispielsweise ebenfalls nicht.

Fransenflügler

Auch die winzigen Fransenflügler oder Thripse sind Pflanzensäfte-saugende Arten. Sie verfügen mit *Drepanothrips reuteri* über eine blattbewohnende, in Europa weit verbreitete Art, die verschiedene Laubbäume, besonders Birken sowie Hasel und Eichen besiedelt (zur Straßen 2003, Moritz 2006).

Netzflügler

Eine Zahl von 12 Netzflügler-Arten kommen regelmäßig auf Birken vor (McEwen et al. 2001), einige davon auch bevorzugt. Wenn sie auch nicht an diese Baumgattung oder eine Birkenart gebunden sind, so bevorzugen sie doch teilweise das spezielle Waldklima feuchter Birkenwälder (McEwen et al. 2001). Viele der Arten sind Blattlausjäger, so dass der Reichtum der Birkenarten an Blattlaus-Arten und die teilweise gegebene Abundanz eine gute Grundlage für das Vorkommen von Netzflüglern bietet.

Fliegen und Mücken

Die riesige Gruppe der Zweiflügler (*Diptera*) gehört trotz ihrer Allgegenwertigkeit und großen Bedeutung für die Artenvielfalt zu den wenig beachteten Ordnungen, mit Ausnahme einzelner weniger Familien wie der Schwebfliegen. Etwas prominenter in Erscheinung treten die Gallenerzeuger und Minierer mit ihren »verräterischen« Spuren im Blattgewebe.

Denn natürlich gelingt selbst dem Nichtfachmann die Bestimmung der verschiedenen **Minierer und Gallenerzeuger** aufgrund der Art und Form ihrer Minen bzw. Gallen und der Wirtsbaumart leichter als nach den ziemlich kleinen und insgesamt einheitlich aussehenden Larven oder Fliegen (v. d. Dunk 2016).

Aus den Gruppen der Minierfliegen (*Agromyzidae*) und Gallmücken (*Cecidomyiidae*) kommen neun Arten an Birken vor. In Birkenblättern miniert z. B. die Larve der Birkenminierfliege (*Agromyza alnibetulae*). Neben der Birke kann sie auch in Erlenblättern auftreten. Feine, schlangenartige Miniergänge, die über das ganze Blatt führen, rühren von dem Larvenfraß der Obstbaumminiermotte (*Lyonetia clerkella*) (Abbildung 12) her, die neben Obstbäumen auch Birken befällt (Butin & Brand 2017). Die Gallmücke *Massalongia ruber* führt zu einer verdickten Mittelrippe des Blattes, die anfangs grün, später dunkelrot gefärbt ist. Runde, rote Gallen mit gelben Rand auf der Blattoberfläche werden durch die Gallmücke *Anisostephus betulinus* hervorgerufen. In der ca. 4 mm großen, runden Galle sitzt eine kleine Made. Die Gallen erscheinen im Hochsommer (Bellmann 2012). An den Kätzchen der Birken findet sich die unauffällige Birkensamengallmücke (*Semudobia betulae* syn. *Oligotrophus betulae*), deren Larven in dem zu einer Galle umgebildeten Samenkorn in gesonderter Kammer leben. Die dabei entstehenden Gallen sind teils mit Deckschuppen oder mit der Zapfenspindel der Birkenkätzchen verwachsen (Brauns 1976).

Aus der Familie der **Schwebfliegen** (*Syrphidae*) mit ihrer vielfältigen Biologie sind einige Arten bekannt, die Birken benötigen oder doch bevorzugen (Röder 1990). So lebt die Europäische Rostschwebfliege (*Hammerschmidia ferruginea*) in Stümpfen und hohlen Bäumen von Birken und Zitterpappeln, vor allem im Alpenraum und auch den Mittelgebirgen. Auch die Gelbe Tigerschwebfliege (*Temnostoma vespiforme*) ist eine Totholzbewohnerin, die Laubwälder bevorzugt und deren Larven »in brüchig-weichen, feuchten



Abbildung 12: Gang der Obstbaumminiermotte (*Lyonetia clerkella*)

Foto: J. Lindsey at Ecology of Commanster, <https://commons.wikimedia.org>

Birkenstämmen« leben und sich mit speziellen »Raspelwerkzeugen« von dem weichen Totholz ernähren (Röder 1990). Die Große Breitfußschwebfliege (*Platycheiros peltatus*) kommt auf feuchten Standorten und gern in Mooren vor, in Laubwäldern vor allem auf sonnigen Lichtungen. Die Larven wurden an Blattläusen von Birken beobachtet.

Milben

Milben sind eine sehr artenreiche Gruppe kleiner bis sehr kleiner Spinnentiere, die zum Teil räuberisch, zum Teil auch parasitisch leben. Viele Arten leben im Boden, manche auch auf Bäumen (*arboricol*). Einen starken Bezug zur Wirtspflanze weisen vor allem die Blattgallen erzeugenden Gallmilben auf. Insgesamt kommen acht Milbenarten (*Acar*) an Birken vor (Brändle & Brandl 2001). Anders als die unscheinbaren, verborgen lebenden Milben selbst, sind sie anhand ihrer Blattgallen relativ auffällig und ihre Anwesenheit gut feststellbar, zumal es einige sehr gute, umfassende Bestimmungswerke für die Gallen Europas gibt (Redfern & Shirley 2011, Grosscurt 2017). Aus Großbritannien etwa sind 18 verschiedene, Gallen erzeugende tierische und pilzliche Organismen von Birken bekannt (Redfern & Shirley 2011). Systematische Aufnahmen zur Fauna räuberischer oder baumbewohnender Hornmilben an Birken in Mitteleuropa haben bisher hingegen offenbar fast noch nicht stattgefunden (vgl. Riedl 1961).

Die Birkenblattmilbe (*Acalitus rudis*) verursacht an der Unterseite von Birkenblättern beulenartige Erhebungen und einen flächigen filzartigen Belag. Diese Art ist wohl die häufigste Gallmilbe auf Birkenblättern.

Seltener tritt die Gallmilbe *Acalitus longisetosus* an Birkenblättern auf. Sie verursacht filzige, unregelmäßige Flecken auf der Oberseite des Blattes, die im frischen Zustand hellrot gefärbt sind. Einzelne Knospen der Birke befällt die Gallmilbe *Acalitus calycophytus*, die sich dann stark verdicken und einen Durchmesser von ca. 10 mm erreichen. Auch diese Art tritt nicht sehr häufig auf (Bellmann 2012).

Vögel

Bei der Vogelwelt wollen wir aufgrund ihrer landesweiten Seltenheit an erster Stelle die Raufußhühner, Hasel-, Birk- und Auerhuhn nennen, für die Knospen und auch Kätzchen der Birken wichtige Nahrungskomponenten im Jahreslauf darstellen. Besonders das **Haselhuhn** (*Bonasia bonasia*) benötigt für den Erhalt stabiler Populationen solche Gebüsche mit Pionierbaumarten, wie Birken, Salweide und Hasel. In manchen Regionen und Gebieten können Birken eine sehr bedeutsame Rolle für Haselhühner spielen (Bergmann et al. 1996).

Das gilt auch für das **Birkhuhn** (*Tetrao tetrix*) (Klaus et al. 1990). Es ist vor allem eine Vogelart alpiner Matten und mooriger und magerer Standorte mit lichter, Taiga-artiger Vegetation, wie sie gern auch Moorbirken-Wälder darstellen können (Rajala 1980). Nicht umsonst hat diese Art ihr letztes außeralpines bayerisches Vorkommen in der Rhön, mit ihren deutschlandweit bedeutsamen Karpatenbirken-Wäldern. Vor allem für seine spektakuläre Balz benötigt die Art offene »Arenen«, würde aber insgesamt von mehr »ungeordneter Landschaft« und einem Mosaik aus Sukzessionsflächen und Mischwäldern mit guter Beteiligung von Pioniergehölzen, Weichlaubhölzern und Lichtbaumarten viel mehr profitieren. Auch in unberührten Naturlandschaften ist es ein Bewohner der Übergangszonen aus Wald und Offenland, die dort räumlich und zeitlich große Flächen einnehmen können (Klaus et al. 1990). Verantwortlich für den Untergang dieser Vogelart, die eigentlich ein Kulturfolger und ein »Katastrophenvogel« ist (Rajala 1980, Schmalzer 1988) ist, war die Nutzbarmachung der Landschaft durch Flurbereinigung und den Verlust extensiver Landschaftsstrukturen auf dem Großteil der Landesfläche. Alle Maßnahmen, die an den verbliebenen Resthabitaten wie den zentralen Mooren ansetzen, gehen daher in die falsche Richtung, noch dazu, wenn sie die Gehölze in das Visier nehmen. Diese erweisen sich nämlich bei Telemetriestudien sogar als die bevorzugten Aufenthaltsorte be-

senderter Birkhühner (unveröff. Studie des Biosphärenreservates Rhön).

Die Birken besitzen nur sehr kleine, flugfähige Nüsschen, die aber trotzdem von immerhin 32 Vogelarten als Nahrung genutzt werden (Turcek 1961). Unter den Singvögeln sind es vor allem, Erlenzeisig, Birkenzeisig und Polarbirkenzeisig, die gerne Birkenkätzchen fressen. Beim Erlenzeisig (*Carduelis spinus*) spielen im Winterhalbjahr neben den Samen der Schwarzerle auch die Samen der Birken die größte Rolle bei der Ernährung. Der Birkenzeisig (*Carduelis flammea*) brütet bei uns im Mittel- und Hochgebirge in lichten Nadelwäldern mit beigemischten Birken. Gerade im Winter sind Birkenzeisige sehr häufig auf Birken und Erlen bei der Nahrungssuche zu beobachten. Die als Wintergäste bei uns erscheinenden Birkenzeisige aus Nord-europa sind auf diese Nahrungsquelle angewiesen. In den letzten Jahrzehnten hat der Birkenzeisig sein Brutgebiet in West- und Mitteleuropa erweitert und neue Lebensräume besiedelt (Bezzel 1993). Schon im Abschnitt über die wirbellosen Bewohner der Birken haben wir erwähnt, dass die oft guten Bestände der artenreich vertretenen Blattläuse für viele Singvogelarten in Birkenwäldern eine wichtige Nahrungsgrundlage vor allem bei der Jungenaufzucht darstellen.

Der Polarbirkenzeisig (*Carduelis hornemanni*) kommt weiter im Norden vor als der Birkenzeisig und brütet dort in der Tundra, aber auch im borealen Birkenwald. Selten kommen Polarbirkenzeisige im Winter nach Mitteleuropa.

Der Kleinspecht (*Dryobates minor*) baut aufgrund seiner geringen Größe und seines eher schwachen Schnabels seine Bruthöhlen gerne in morschen Birkenstämmen. Er ist darauf angewiesen, dass weiches, weißfaules Holz zur Anlage seiner Höhlen zur Verfügung steht.

Auch die beiden Meisenarten Weiden- (*Poecile montanus*) und Haubenmeise (*Lophophanes cristatus*) legen in Birkenstämmchen mit bereits verrottetem Inneren ihre Nisthöhlen an (Pfeifer & Schmidt 2023). Man kann daher diese beiden Meisenarten fördern, indem man das Nistplatzangebot durch Belassen von stehenden, ca. 10–15 cm im Durchmesser starken Totholzstämmchen von Birken, Erlen oder Salweide im Bestand erhöht. Nach einigen wenigen Jahren sind diese Stämmchen im Inneren so weit vermorscht, dass der Weiden- und der Haubenmeise der Nestbau ermöglicht wird.

Säuger

Bei den Säugetieren ist in Zusammenhang mit Birken v. a. die **Waldbirkenmaus** (*Sicista betulina*) (Abbildung 13) zu erwähnen, deren Hauptlebensraum in lichten, feuchten Birkenwäldern liegt. Es handelt sich um eine osteuropäische Art, deren geschlossene Verbreitung von Südfinnland, das Baltikum, Polen, und Weißrussland nach Osten bis zum Ural und Kaukasus reicht (Kraft 2008). Die winzige Waldbirkenmaus ist in unserer Fauna der einzige Vertreter der Hüpfmäuse und durch den bis zur Nasenwurzel durchgehenden Aalstrich weitgehend unverwechselbar. Sie kann leicht übersehen werden, da sie nie große Bestände aufbaut, und in »unübersichtlichen« Habitaten vorkommt. So dauerte auch ihr Erstdnachweis in Deutschland (damaliger Grenzen) sehr lange und gelang eher zufällig (Sanden-Guja 1952).

In Mitteleuropa kommt sie als Relikte der Kaltzeitrelikt nur an wenigen isolierten Stellen vor, konkret in Teilen Schleswig-Holsteins, des Bayerisch-Böhmischen Waldes, Vorarlbergs und des Allgäus. In jüngerer Zeit gab es einige erfreuliche Wieder- bzw. Neufunde dieser Art z. B. im Bayerischen Wald und in der Dreiländerregion Tschechien/Deutschland/Österreich, im Mühlviertel und in Vorarlberg (Engleder et al. 2005, Malec et al. 2014, Malec & Kraft 2015, Resch et al. 2019, Resch & Blatt 2012, Schulz & Schulz 2021, Stille et al. 2018). Vor allem durch die Nutzung neuer Nachweismethoden mit Kamerafallen konnte der Kenntnisstand zur Detail-Verbreitung in den Vorkommensgebieten verbessert werden.

Die Birkenmaus heißt nicht zu Unrecht sowohl im deutschen wie im wissenschaftlichen Namen nach den Birken, obwohl sie wohl keine direkte Bindung an Birken-Arten hat. Lichte, nicht zu intensiv »gemanagte« Moorbereiche mit Übergangs-Lebensräumen von Wald und Offenland und jungen Sukzessionsphasen sind ihr Lebensraum – und das sind eben häufig Flächen, in denen Moorbirken eine prägende Rolle spielen können.

Wesentlich unterscheidet sich die Moorbirke von der Sandbirke in Bezug auf die hohe **Verbissgefährdung** durch Schalenwild (Hibsch-Jetter 1997, Prien 1997, Ehrhart et al. 2016). Ihre weichhaarigen Triebe sind wesentlich attraktiver für das Schalenwild als die warzigen, kahlen Triebe der Sandbirke und weisen ein günstigeres C/N-Verhältnis auf, sind also relativ stickstoffreicher. Für Hirschartige, die lichte Wälder und Waldlichtungen lieben, wie den Rothirsch (*Cervus elaphus*), sowie für nordische Arten dieser Familie, die



Abbildung 13: Waldbirkenmaus (*Sicista betulina*)

Foto: Afro Brazilian, <https://commons.wikimedia.org>

gern Gebieten mit hohen Anteilen an Feuchtgebieten leben, wie den Elch (*Alces alces*), stellen sie ebenfalls eine wichtige Nahrungskomponente dar.

Pilze

Pilze sind treibende Kräfte des Stoffkreislaufs in Waldökosystemen. Ohne ihre unermüdliche Tätigkeit im Verborgenen könnten Wälder nicht existieren. Sie bauen totes Holz ab und führen es wieder dem Stoffkreislauf zu, und unterstützen in Symbiose mit den Baumwurzeln die Aufnahme bestimmter Nährstoffe. Gerade auch in nährstoffarmen und extremen Lebensräumen, wie Birkenwälder und speziell von der Moorbirke geprägte Wälder sie meist darstellen, haben Pilze daher eine besonders wichtige Rolle. Über die artenreiche Pilzflora an Birken allgemein und speziell die Sandbirke haben Blaschke (2000) und Helfer (2000) berichtet.

Es kommt auch eine ganze Reihe von Pilzen besonders an Birken in Hochmooren vor, so *Leccinum holopus* und *K. variicolor* sowie *Russula betularum* und *R. sphagnicola*, neben diversen weiteren moorholden Pilzarten, die in Moorbirken-Moorwäldern mit *Sphagnum* gute Bedingungen finden (Einhellinger 1976).

Gezielte Pilzaufnahmen in Moorwäldern des Schweizer Jura (Favre 1948) und Oberbayerns (Einhellinger 1976) zeigen die große Vielfalt, die Pilze in Moorwäldern, und speziell in den verschiedenen von Moorbirken geprägten Lebensräumen entwickeln. Einhellinger (1976) analysierte auch, wie sich die verschiedenen Typen diesbezüglich voneinander unterscheiden. In Moorwäldern auf Übergangsmooren mit vorherrschender Moorbirke (*Betuleto-Sphagnetum*) fand Favre (1948)

im Schweizer Jura 110 Arten. Einhellinger stellte im feuchten Birkenmoorwald 36 Pilzarten ausschließlich dort, 46 sowohl in feuchten wie in trockenen Ausprägungen und 115 im trockenen Birkenmoorwald fest. Im Birken-Weiden-Bruchwald mit Weiden (*Salix*) kartierte Einhellinger 173 Pilzarten. In einem sekundären »Übergangsmoorwald« nach Abtorfung im Erdinger Moos wurden in den Birkenbeständen 110 Arten in den Birken-geprägten Beständen nachgewiesen und 76 davon nur dort (Einhellinger 1976), eine bemerkenswert ähnliche Zahl bei ebenfalls intensiven Erhebungen wie bei Favre (1948). Moorwälder mit dominierender Moorbirke sind also in ihren verschiedenen Ausprägungen artenreich an Pilzen und stehen dabei auch anderen Moorwaldtypen in keiner Weise nach. Wie bei jenen kommen auch in den Moorbirkenwäldern spezifische Moorarten und auch Arten vor, die auf Birkenwälder spezialisiert sind.

Mykorrhiza-Partner

Birken bilden schon aufgrund der in aller Regel besiedelten nährstoffarmen Lebensräume in der Natur immer Symbiosen mit *Ektomykorrhizen* aus, woran hunderte verschiedene Pilzarten beteiligt sein können (Helfer 2000). Es handelt sich dabei sowohl um wenig wirtsspezifische Pilzarten wie auch solche, die streng nur mit Birken vergesellschaftet sind. In der mitteleuropäischen Pilzflora sind selbst jene Mykorrhizapilze, die ausschließlich mit Birken eine Verbindung eingehen, sehr zahlreich (Helfer 2000). Dazu gehören die Birkenpilz-Röhrlinge der Gattung *Leccinum*. Der Pilzsammler unterscheidet dabei die unterschiedlichen Birkenpilze weniger stark als der Mykologe und Wissenschaftler. Neben dem Gemeinen Birkenpilz (*Leccinum scabrum*) kennt man noch den Buntfärbenden Birkenpilz (*L. variicolor*), den Moor-Birkenpilz (*L. holopus*) und den ebenfalls in Mooren wachsenden Grobschuppigen Birkenpilz (*L. nucatatum*). Die rothütigen Arten der Gattung *Leccinum* werden auch vom Pilzsammler als Rotkappen bezeichnet. Die Birken-Rotkappe (*Leccinum versipelle*) (Abbildung 14) kommt ebenfalls nur mit Birken in Symbiose vor (Helfer 2000). Einige Beispiele weiterer Mykorrhiza-Partner der Birke sind Arten wie der Birken-Speitäubling (*Russula betularum*), der Birkenreizker (*Lactarius torminosus*), Kokosflocken-Milchling (*Lactarius glycosmus*), Gelbgestielter Schleimkopf (*Cortinarius triumphans*), Geschmückter Gürtelfuß (*Cortinarius armillatus*) oder Gelblättriger Ritterling (*Tricholoma fulvum*).

Der Fliegenpilz (*Amanita muscaria*), Pilz des Jahres 2022, ist durch sein unverwechselbares Aussehen weithin bekannt. Weniger bekannt ist jedoch, dass er



Abbildung 14: Birken-Rotkappe (*Leccinum versipelle*)

Foto: K. Stangl

zwar mit vielen Baumarten Mykorrhizen bildet, aber besonders gerne mit Birken. Er ist daher in lichten Nadel- und Mischwäldern mit Birken-Beteiligung auf sauren Standorten häufig zu finden.

Pilze an totem Birkenholz

Ein typischer und streng wirtsspezifischer Begleiter der Birken und Zersetzer ihres Holzes ist der Birkenporling (*Piptoporus betulinus*). Dieser Pilz wurde bisher noch an keiner anderen Baumgattung gefunden. Die einjährigen, glatten, muschelförmigen, oberseits braungrau gefleckten Fruchtkörper sind in allen Birkenwäldern häufig zu finden. Der Birkenporling verursacht eine kräftige Braunfäule, wobei er sich über Wunden wie beispielsweise Aststummel, Zutritt zum Holz lebender Bäume verschafft. Er kann als Schwächeparasit bezeichnet werden, denn er befällt bevorzugt ältere oder geschwächte Birken (Butin 2011). Meistens treten die Fruchtkörper am liegenden oder stehenden Totholz auf (Blaschke 2000). Helfer (2000) beschreibt ihn als aggressiven Parasiten, der vor allem Bäume befällt, die zu schattig stehen. Regelmäßig zersetzt diese Art den Stamm bereits vor dem Umstürzen so stark, dass er dann, wenn er stürzt, beim Aufprall auf den Boden in mehrere Teile zerbricht, was bei keiner ande-

ren Baumgattung so verbreitet sei (Helfer 2000). Auch der gern an Buchen vorkommende Zunderschwamm (*Fomes fomentarius*) besiedelt neben jener Baumart bevorzugt auch Birken. Seine stattlichen Fruchtkörper sind, wie erwähnt, Lebensraum mancher wirbellosen Tierart.

Manche der holzbewohnenden und -zersetzenden Pilzarten der Birken sind selten und weisen eine begrenzte Verbreitung in kühl-feuchten Regionen auf, wie der Abweichende Schüppling (*Pholiota heteroclita*) (Helfer 2000). Einhellinger (1976, 1977) fand diese Art im Birkenbruchwald des Erdinger Moores.

Parasitische Pilze

Im winterkahlen Zustand fallen in Birkenkronen oft große, büschelartige Gebilde auf, die an Elster-Nester oder Eichhörnchen-Kobel erinnern, auf. Es handelt sich um so genannte Hexenbesen, die durch Befall mit dem Schlauchpilz *Taphrina betulina* hervorgerufen werden (Blaschke 2000). Dieser Pilz lebt in den Knospen und in der Rinde von Birken und regt die befallenen Bäume immer wieder zum Austreiben zahlreicher schlafender Knospen an. Dies führt zu dichten, heftig verzweigten, rundlichen »Büschen« in den Birkenkronen, die man eben als Hexenbesen bezeichnet. Im Frühsommer bilden sich an der Unterseite der Blätter des Hexenbesens die Sporenlager des Pilzes (Butin 2011). Der Pilz selbst überdauert mit seinem Myzel in der Rinde und in den Knospen der Birken. Vor allem in Gebieten mit hoher Luftfeuchte oder bei feuchtem Mikroklima ist ein Befall mit *Taphrina betulina* häufig zu beobachten (Bacigalova 1997). Bei den befallenen Birken wird die Vitalität kaum beeinträchtigt. Helfer (2000) zufolge wird manchmal noch eine eigene Art dieser Gattung an der Sandbirke unterschieden (*T. turgida*), doch wird momentan davon ausgegangen, dass es sich um Synonyme handelt (Christita et al. 2023).

Gelb gesprenkelte Birkenblätter deuten meist auf den Befall mit dem Birkenrost (*Melampsorium betulinum*) hin. Die Flecken sind zahlreich und unregelmäßig verteilt. Stark befallene Blätter färben sich gelb und fallen vorzeitig ab. Es handelt sich um einen wirtswechselnden Rostpilz, der seine Entwicklung im Frühjahr auf den Nadeln der Lärche (*Larix decidua*) beginnt und später mit den sogenannten *Äcidiosporen* die Blätter der Birken infiziert (Butin 2011). Weitere parasitische Blattpilze an Birken (Kruse 2019) sind der die Moorbirke bevorzugende Kleinfrüchtige Birkenmehltau (*Erysiphe ornata*) und der die Sandbirke vorziehende, aber auch an Moorbirke vorkommende Großfrüchtige Birkenmehltau (*Phyllactinia betulae*).

Pflanzen

Auch für Gefäßpflanzen, Moose und Flechten haben Moorbirkenwälder eine Bedeutung als Lebensraum. In Birken-Moorwäldern sind diese die typischen Moor-Bodenpflanzen wie verschiedene Sauer- und Wollgräser sowie mehrere Torfmoosarten (z. B. Kneitz & Voss 1961). In Birken-Bruchwäldern dominieren deutlich andere Arten, u. a. und es treten neben weiteren Gehölzen wie der Grauweide (*Salix cinerea*) auch anspruchsvollere Gefäßpflanzen wie der Sumpf-Lappenfarn (*Thelypteris palustris*) hinzu (Walentowski et al. 2004). In moorarmen Regionen können solche Birken-Bruchwälder die naturnächsten Lebensräume und letzte Refugien von Moorpflanzen wie verschiedener torfbildender Torfmoose sein (Fuchs 2005, Gausmann & Jagel 2007).

Wachsen Moorbirkenwälder auf entwässerten Torfen, treten die lebensraumtypischen Arten stark zurück (Jeske 2022), können aber an Grabenrändern und in Senken teilweise noch in Restbeständen vorkommen und so Ausgangsbestände bei einer Wiedervernässung bilden.

Moorbirkenwälder als Lebensraum

Schließlich sind nicht nur Birken und konkret die Moorbirke als Gehölze, sondern auch von der Moorbirke geprägte Moorwälder und Blockhalden-Standorte (vgl. Lohmeyer & Bohn 1972) die spezielle Heimat einiger Arten, die hier ein Vorzugshabitat haben oder sogar an diesen Lebensraum gebunden sind. Auch für Laubwaldbewohner kältegeprägter Lebensräume in hohen Lagen der Gebirge sind Moorbirken wichtige Lebensraumelemente, da sie eine der wenigen Baumarten ist, die bis in hohe Lagen vorkommt (Hibsch-Jetter 1994). Diese Wälder und Gehölzbestände sind »Schutzwälder« auch für die angepasste Fauna kältegeprägter Lebensräume.

Unter die Gruppe der »Liebhaber« des Moorbirken-Moorwaldes fallen beispielsweise der Kurzflügelkäfer *Boreaphilus henningianus* und der Laufkäfer *Epaphius rivularis* (Leipold & Fischer 1987, Frisch & Müller-Kroehling 2012, Bußler et al. 2013, Müller-Kroehling 2015). Eine Laufkäfer-Art ist mit *Amara makolskii* sogar an birkenreiche Bestände regelrecht gebunden (Burakowski 1967). Sie tritt zwar nicht nur in Moorbirken-Moorwäldern, sondern auch in anderen Birkenwald-Typen auf (Müller-Kroehling 2013, 2015), ist aber

in Moorbirkenwäldern Südbayerns mit großer Regelmäßigkeit vertreten (Müller 2022).

Zusammenfassung und Ausblick

Moor- und Sandbirke sind wichtige Komponenten der Artenvielfalt und der Biodiversität in unseren Wäldern und Mooren. Aus ökologischen und ästhetischen Gründen stellen Birken in vielen Waldgebieten eine Bereicherung dar. Wo sie in größeren Beständen auftreten, hat meist ein Ereignis oder Prozess zu einer Störung im ökologischen Sinne geführt, auf die die Birkenarten reagiert haben. Da sie sehr lichte Bedingungen zum Keimen benötigen, sind sie nur unter ganz speziellen und vor allem auch sehr extremen ökologischen Bedingungen Klimaxbaumarten, sondern vielmehr meist Durchgangsstadien im Prozess der Waldsukzession. Dies gilt für die Moorbirke weniger als die Sandbirke, doch sind auch natürliche Moorbirken-Waldtypen als Klimaxstadium auf wenige, sehr konkrete Standortkombinationen beschränkt, die zudem sehr intakt sein müssen. Ihr Auftreten in gestörten Mooren ist gleichwohl mit einer erheblichen Förderung der Biodiversität, auch der moortypischen, verbunden. Statt ihrer meist ohnehin sich als »Kampf gegen Windmühlen« erweisenden Bekämpfung sollten stets eher die Wiederherstellung der natürlichen ökologischen Bedingungen, im Moor einer dauerhaft hoch anstehenden Vernässung, im Fokus der Bemühungen stehen.

Im Hinblick auf die Biodiversität sollte generell gerade die Bedeutung der Birken und der anderen **Pionierbaumarten**, Salweide, Aspe, Vogelbeere, für die Artenfülle unserer Wälder berücksichtigt werden. Bewusstes Belassen bzw. Fördern der Pionierbaumarten bei der Waldpflege leistet einen bedeutenden Beitrag für eine größere Artenvielfalt im Wald und ist häufig mit einem geringen Bewirtschaftungs- und Pflegeaufwand verbunden. Durch die Trockenschäden im Zuge des Klimawandels nimmt ihre Bedeutung noch einmal stark zu, um Wunden in den Wäldern zu heilen, das Waldhumuskapital zu erhalten und die erste Pioniergeneration auf dem Weg zu neuen, stabileren Mischwäldern zu stellen. Durch gewährte »Duldung« als Mischungselemente oder sogar, wo sie nur geringer beigemischt sind, gezielte Konkurrenz-Unterstützung bei der Bestandespflege, aber auch durch die aktive Berücksichtigung auf den Sonderstandorten und an Waldrändern, sollten sie wo immer möglich am Bestandaufbau auch dauerhaft beteiligt werden. Ihr Vorkommen dient dadurch auch der Reduktion

des Befallsdrucks von zu Massenvermehrung dienenden, forstschädlichen Arten, weil sich auf den Birken die Gilde von deren Gegenspielern und Antagonisten stets auf einem gewissen Niveau gleichsam »in Bereitschaft« halten kann.

Moorwälder geraten im **Klimawandel** unter Druck, wo ihnen aufgrund von Entwässerungsmaßnahmen und durch großflächige Landschaftseingriffe und sinkende Grundwasserspiegel das Wasser fehlt. Sie sind aber auch ein Teillebensraum der Moorkomplexe, der den Moorwasserhaushalt und das Moor-Eigenklima stabilisiert (Kaule et al. 2018). Oft sind es aufgrund einer regelrechten **Ammengehölzfunktion** in relativ trockenen Mooren auch gerade Bereiche unter Gehölzen, in denen sich aufgrund höherer Luftfeuchte noch letzte Reste der moortypischen Vegetation halten können (Laube 2009, vgl. auch Bachmaier 1963). Auch die von Gehölzen am Rand offener Moorbereiche gespendete Windruhe und reduzierte Aufheizung können für manche Moorbewohner offener Moorlebensräume wichtig sein (z. B. Heinecke et al. 2013 mit Beispielen aus der Gruppe der Schmetterlinge). Streng hochmoorbewohnende, tyrphobionte Arten kommen durchaus in Mooren mit Gehölzen vor (z. B. Nickel et al. 2002, Frisch 1995, Frisch & Müller-Kroehling 2012)

Lichte und auch dichtere Moorwälder erfüllen gerade in Mooren in tieferen und wärmeren Lagen zunehmend auch Refugialfunktionen für Arten, die eher offene Moorhabitate benötigen (Kaule et al. 2018). Im Hinblick auf häufigere heiße Extremsommer im Zuge des Klimawandels wird der Anspruch von Arten an einen mikroklimatischen Toleranzbereich zunehmend besser in den luftfeuchteren Gehölzbereichen erfüllt. Die meisten natürlichen Moore waren Mosaike mit zahlreichen Übergängen. Starre »Wald-Offenland-Grenzen« wie »Demarkationslinien« entlang Lebensraumtyp-Kartiergrenzen und Zuständigkeitsgrenzen werden dem nicht gerecht, zumal der Blick in historische Luftbilder und alte Karten oft zeigt, dass die vermeintlich ganz gehölzfreien Bereiche oft schon historisch das Ergebnis intensiver Schwendungsmaßnahmen waren. Gerade auch die räumlichen und zeitlichen Übergänge sind wichtige Lebensräume für viele Moorbewohner, auch die Moorbirke. Mit einem »In Dubio pro Betula« (Müller-Kroehling 2019a) und einem Ansetzen von Maßnahmen am Wasserhaushalt über die vorhandenen Gräben, die es wo immer möglich zu verschließen gilt, wird man dem Ziel des Erhalts intakter Moorlebensräume und ihrer vielfältigen, natürlichen Lebewelt am besten gerecht.

Danksagungen

Wir danken Dr. Peter Sprick und Dr. Daniel Burckhardt sowie Dr. Thomas Thieme für die wertvollen Hinweisen zu den Käfern, Blattflöhen bzw. Blattläusen und Markus Blaschke (LWF) für die Hinweise zur Pflanzenflora an Birken.

Literatur

- Amann, G. (1971): Kerfe des Waldes, 6. Aufl., Neumann Verlag 284 S.
- Stiftung Naturschutz Schleswig-Holstein (2012, Hrsg.): The Northern Birchmouse (*Sicista betulina*)-Ecology, Monitoring and Conservation. -Schleswig-Holstein, 181 S.
- Bachmaier, F. (1965): Untersuchungen über die Insekten- und Milbenfauna der Zwergbirke (*Betula nana* L.) in süddeutschen und österrreichischen Mooren, unter besonderer Berücksichtigung der phytophagen Arten und ihrer Parasiten. - Veröff. Zool. Staatssamml. München 9: 55-158.
- Bacigalova, K. (1997): Species of *Taphrina* on *Betula* in Slovakia. - Czech Mycol. 50: 107-118.
- Bellmann, H. (2003): Der neue Kosmos-Schmetterlingsführer, Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co KG Stuttgart, 445 S.
- Bellmann, H. (2012): Geheimnisvolle Pflanzengallen, Quelle & Meyer Verlag, 312 S.
- Bennell, A.P.; Millar, C.S. (1984): Fungal pathogens of birch in Britain, Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, 85B: 153-167.
- Bergmann, H.-H.; Klaus, S.; Müller, F.; Scherzinger, W.; Swenson, J.E.; Wiesner, J. (1996): Die Haselhühner (Neue Brehm-Bücherei 77). - Magdeburg, 278 S.
- Bezzel, E. (1993): Kompendium der Vögel Mitteleuropas, Passeres - Singvögel, AULA-Verlag, 766 S.
- Blackman, R.L.; Eastop, V.F. (1994): Aphids on the world's trees. An identification and information guide. Wallingford, 986 S. + Tafeln.
- Blackman, R.; Holopainen, J. (2023): A year in the life of a birch aphid. - <http://www.aphidsonworldsplants.info/Euceraphis%20article.htm> (Aufruf vom 20.3.2023).
- Blaschke, M. (2000): Wenn Hexen fegen wollen... - Parasiten und Saprophyten der Birke, LWF-aktuell 24: 12-15.
- Böhme, J. (2001): Phytophage Käfer und ihre Wirtspflanzen in Mitteleuropa. Ein Kompendium - Heroldsberg, 132 S.
- Börner, C. (1952): Europae centralis Aphides. Die Blattläuse Mitteleuropas (in 2 Teilen). - Schriften der Thür. Landesarbeitsgem. Heilpflanzenkde. und Heilpflanzenbeschaffung H. 4, 488 S.
- Brändle, M.; Brandl, R. (2001): Species richness of insects and mites on trees: expanding Southwood. - Journal of Animal Ecology 70: 491-504.
- Bräu, M.; Bolz, R.; Kolbeck, H.; Nunner, A.; Voith, J.; Wolf, W. (2013): Tagfalter in Bayern, Stuttgart (Eugen Ulmer-Verlag), 781 S.
- Brauns, A. (1976): Taschenbuch der Waldinsekten, 3. Aufl., Gustav Fischer Verlag Stuttgart
- Brechtel, F.; Kostenbader, H. (2002): Die Pracht- und Hirschkäfer Baden-Württembergs, Eugen Ulmer Verlag 632 S.
- Breitenbach, J.; Kränklin, F. (1986): Pilze der Schweiz, Bd. 2, Verlag Mykologia, Luzern.
- Bullock, J.A. (1992): Host plants of British beetles: a list of recorded associations. - Coleopt. Handbook, Suppl./The Amateur Entomol. 11a, Feltham, 24 S.
- Burakowski, B. (1967): Biology, ecology and distribution of *Amara pseudocommunis*. - Ann. Zool. 24: 485-526.
- Burckhardt, D. (2002): Verzeichnis der Blattflöhe Mitteleuropas mit Wirtspflanzenangaben (Insecta, Hemiptera, Psylloidea). - Beiträge zur Zikadenkunde 5: 1-.
- Bußler, H.; Bense, U. (2021): Rote Liste und Gesamtartenliste der Borkenkäfer, Kernkäfer und Breitrüssler (Coleoptera: Scolytidae, Platypodidae, Anthribidae) Deutschlands (3. Fassung, Stand. September 2011). - Naturschutz und Biologische Vielfalt 70(5): 415-432.
- Bußler, H.; Jarzabek-Müller, A.; Müller-Kroehling, S. (2013): Die boreomontane Käferfauna des Naturwaldreservates »Zwickelfilz« im Inneren Bayerischen Wald. - Nachr. Bl. Bayer. Ent. 62(3/4): 58-62.
- Butin, H.; Brand, T. (2017): Farbatlas Gehölzkrankheiten, 5. Auflage, Ulmer-Verlag, 287 S.
- Butin, H. (2011): Krankheiten der Wald- und Parkbäume, 4. Aufl., Ulmer-Verlag, 318 S.
- Christita, M.; Auzane, A.; Overmyer, K. (2023): Witches' broom disease of birch - Forest Microbiology. Chapter 5. Tree Diseases and Pests, S. 121-135. - <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-18694-3.00003-1>.
- Dansfield, B. & Brightwell, B. (2023): Aphids on birch (*Betula*). - https://influentialpoints.com/Gallery/Aphids_on_birch_betula.htm (Aufruf vom 20.3.2023).
- Deckert, J.; Wachmann, E. (2020): Die Wanzen Deutschlands, Quelle & Meyer Verlag, 715 S.
- Dieckmann, L. (1974): Beiträge zur Insektenfauna der DDR: Coleoptera - Curculionidae (Rhinomacrerinae, Rhynchitinae, Atteblabinae, Apoderinae). - Beitr. Ent. 24(1/4): 5-54.
- Dixon, T.; Thieme, T. (2007): Aphids on deciduous trees. - Naturalists' Handbooks 29, 138 S.
- Dreyer, W. (1992): Muttersorgen auf dem Birkenblatt, Kosmos Nr. 6, S. 56-57.
- Dreyer, W. (1993): Blattroller - Ein Thema mit Variationen, Kosmos Nr. 5 S. 72-73.
- Ehrhardt, W. (1998): Glasflügler - Falter auf gläsernen Flügeln. - AFZ/Der Wald 6: 312-313.
- Einhellinger, A. (1976): Die Pilze in primären und sekundären Pflanzengesellschaften oberbayerischer Moore, Teil 1 - Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft zur Erforschung der Flora 47: 75-149.
- Einhellinger, A. (1977): Die Pilze in primären und sekundären Pflanzengesellschaften oberbayerischer Moore, Teil 2 - Ber. Bayer. Bot. Ges. 48: 61-146.

- Engleder, T.; Lego, E.; Plass, J. (2005): Aktuelles zur Birkenmaus (*Sicista betulina* PALLAS 1749) in der Dreiländerregion Tschechien/Deutschland/Österreich, Beitr. Naturk. Oberösterreichs 14, S. 19-25
- Erhardt, P.; Kloft, W.; Kunkel, H. (1961): Die Aphidenfauna der Hochrhön. - Abh. Naturwiss. Ver. Würzburg 2: 35-40.
- Fauna Germanica (2023): Entomofauna Germanica. Verzeichnis der Käfer Deutschlands. - www.coleocat.de (Aufruf vom 9.3.2023).
- Favre, J. (1948): Les associations fongiques des hauts-marais jurassiens. Bern.
- Frisch, J. (1995): Die Käferfauna des Roten Moores. Eine ökologisch-faunistische Studie zur Käferfauna der Rhönmoore. - Beitr. Naturkde. Osthessen 30: 3-180.
- Frisch, J.; Müller-Kroehling, S. (2012): Käfer (Coleoptera). - In: Jenrich, J.; Kiefer, W. (2012): Das Rote Moor. Ein Juwel in der Hochrhön. - Fulda, 230-255.
- Fuchs, R. (2005): Erlen- und Birkenbruchwaldgesellschaften im Ruhrgebiet. - Tuexenia (Göttingen) 25: 83-92.
- Gausmann, P.; Jagel, A. (2007): Ein Moorbirkenbruch im Ruhrgebiet-Flora und Vegetation der Brandheide (Kreis Recklinghausen, NRW)-Natur und Heimat 67: 47-54.
- Grami, A. (1972): Die Birke, das Aschenbrödel unter den heimischen Holzarten. - Mitt. Dtsch. Dendrol. Ges. 65: 77-80.
- Grosscurt, A. (2017): Plantengallen. Gallen in Nederland. - Zeist, 424 S.
- Hacker, H. (2000): Schmetterlingsvielfalt an Birken, in: Beiträge zur Sandbirke, LWF-Wissen Nr. 28, S.34-38.
- Hartmann, G.; Butin, H. (2017): Farbatlas Waldschäden, 4.Auflage, Ulmer-Verlag, 269 S.
- Heie, O.E. (1980): The Aphoidea (Hemiptera) of Fennoscandia and Denmark. Teil I (Fauna Entomologica Scandinavica 9). - Klampenborg, 236 S.
- Heie, O.E. (1982): The Aphoidea (Hemiptera) of Fennoscandia and Denmark. Teil II (Fauna Entomologica Scandinavica 11). - Klampenborg, 176 S.
- Heinecke, C.; Kastner, F.; Freese, E. (2013): Die Großschmetterlinge (Makrolepidoptera) der Moore Oldenburgs (Deutschland, Niedersachsen)-Vorbereitung einer Langzeitstudie und erste Ergebnisse. - Drosera (2011): 81-97.
- Helfer, W. (2000): Pilze an Birke, in: Beiträge zur Sandbirke, LWF-Wissen 28: 9-43.
- Hellmann, R. (1986): Schadensdiagnose an Waldbäumen im Osten der USA, Pennstate, College of Agriculture, deutsche Fassung, 122 S.
- Hajek, A.E. (1985): Callipterinella minutissima, an aphid living in birch catkins. - J. Natl. Hist. 19: 623-626.
- Hajek, A.E. (1986): Aphid host preference used to detect a previously unrecognized birch in California. - Env. Ent. 15: 771-774.
- Hajek, A.E.; Dahlstein, D.L. (1987): The exotic Aphids (Homoptera: Drepanosiphidae) on ornamental birch in Northern California. - Pan-Pacific Entomologist 63(4): 319-323.
- Hibsch-Jetter, C. (1994): Birken in den Alpen. Taxonomisch-ökologische Untersuchungen an *Betula pubescens* EHRH. und *Betula pendula* ROTH (Contr. Biologiae Arborum, Bd. 6). - Landsberg am Lech, 166 S. + Anh.
- Hibsch-Jetter, C. (1997): *Betula pubescens* Erh. 1791. - Enzyklopädie der Holzgewächse, 8 EL, 16 S.
- Hock, W.; Kinkler, H.; Lechner, R.; Nippel, F.; Pähler, R.; Retzlaff, H.; von der Schulenburg, H.; Schulze, W.; Schumacher, H.; Vorbrüggen, W.; Wasner, U.; Weidner, A.; Wittland, W. (1997): Praxishandbuch Schmetterlingsschutz. - LÖBF-Reihe Artenschutz, Bd. 1, 286 S. + Beil.
- Jeske, E. (2022): Die Bedeutung von Moorbirkenwäldern südbayerischer Niedermoorstandorte für den Moorschutz im Licht ihrer charakteristischen Flora. - Unveröff. Msc-Arbeit TU München, Lehrstuhl für Renaturierungsökologie, 128 S.
- Kaule, G.; Carminati, A.; Huwe, B.; Kaule, R.; Müller-Kroehling, S.; Schwarz-von Raumer, H.G. (2018): Die Hochmoorwälder des süddeutschen Voralpengebietes: Bedeutung und Entwicklung im Klimawandel. - TELMA 48: 13-48.
- Klaiber, C.; Heydeck, P.; Majunke, C. (2000): Einschätzungen und Erkenntnisse aus der Sicht des Waldschutzes in: Die Birke im nordostdeutschen Tiefland, Eberswalder Forstliche Schriftenreihe IX, S. 76-84.
- Klaus, S.; Bergmann, H.-H.; Marti, C.; Müller, F.; Vítovic, O.A.; Wiesner, J. (1990): Die Birkhühner (*Tetrao tetrix* und *T. mlokosiewiczzi*). - Neue Brehm Bücherei (Wittenberg), 288 S.
- Klausnitzer, B.; Klausnitzer, H.; Wachmann, E. (2022): Marienkäfer (Coccinellidae). Neue Brehm-Bücherei 451 (5., stark überarbeitete und erweiterte Auflage). - Magdeburg, 568 S.
- Kneitz, G.; Voss, G. (1961): Die Vegetationsgliederung der Rhönhochmoore. - Abh. Naturwiss. Vern. Würzburg 2(1): 13-22.
- Kot, M. (2012): Ovariole structure in viviparous and oviparous generations of *Glyphina betulae* (Linnaeus 1758) (Insecta, Hemiptera, Aphidinea: Thelaxidae). - Aphids Hemipt. Insects 18: 13-20.
- Koteja, J.; Zak-Ogaza, B. (1981): The life history of *Steingelia gorodetskia* Nasonov (Homoptera, Coccinea). - Annales Zoologici (Warsaw) 36: 171-186.
- Kraft, R. (2008): Mäuse und Spitzmäuse in Bayern, Ulmer-Verlag, 111 S.
- Kruse, J. (2019): Faszinierende Pflanzenpilze. - Wiebelsheim, 528 S.
- Lampel, G.; Meier, W. (2003): Hemiptera: Sternorrhyncha - Aphidinea. Teil 1: Non-Aphididae. - Neuchatel, 312 S.
- Lampel, G.; Meier, W. (2007): Hemiptera: Sternorrhyncha - Aphidinea. Teil 2: Aphididae. Fauna Helvetica 16. - Neuchatel, 521 S.
- Lehmann (2000): Der Baum des Jahres 2000 hat ein Problem: Holzwespen. - Deutsche Baumschule 5: 37-38.
- Leipold, D.; Fischer, O. (1987): Die epigäische Spinnen-, Laufkäfer- und Kurzflügelkäferfauna des Großen Moores im NSG »Lange Rhön«. - Abh. Naturwiss. Verein Würzburg, 28: 111-137.
- Lindinger, L. (1912): Die Schildläuse (Coccidae) Europas, Nordafrikas und Vorderasiens, einschließlich der Azoren, der Kanaren und Madeiras. - Stuttgart, 388 S.

- Lohmeyer, W.; Bohn, U. (1972): Karpatenbirkenwälder als kennzeichnende Gehölzgesellschaften der Hohen Rhön und ihre Schutzwürdigkeit. - *Natur und Landschaft* 47(7): 196-200.
- Malec, F.; Stille, D.; Kraft, R.; Müller, J.; Ludwig, H. (2014): Weitere Nachweise der Waldbirkenmaus *Sicista betulina* (Pallas 1779) im Bayerischen Wald, Säugetierkundlichen Informationen 49, S. 429-434
- Malec, F.; Kraft, R. (2015): Erfassung der Waldbirkenmaus, *Sicista betulina*, im Bayerischen Wald im Rahmen der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie, Bericht über die 5. Untersuchungsperiode 2015: Methodentest, 14 S.
- McEwen, P.K.; New, T.R.; Whittington, A.F. (2001): Lacewings in the crop environment (Auszug Birch), Cambridge, S. 268.
- Michalik, K.; Szklarzewicz, T.; Kalandyk-Kołodziejczyk, M.; Michalik, A. (2019): Bacterial associates of *Orthezia urticae*, *Matsucoccus pini*, and *Steingelia gorodetskia* - scale insects of archaeocoid families *Ortheziidae*, *Matsucoccidae*, and *Steingeliidae* (Hemiptera, Coccothraupidae). *Protoplasma* 256:1205-1215.
- Möller, G.; Grube, R.; Wachmann, E. (2006): Der Fauna - Käferführer I - Käfer im und am Wald, Fauna Verlag, 334 S.
- Moritz, G. (2006): Thripse. (Neue Brehm Bücherei 663). - Hohenwarsleben, 384 S.
- Müller, L. (2022): Die Bedeutung von Moorbirkenwäldern südbayerischer Niedermoorgebiete für den Moorschutz im Lichte ihrer charakteristischen Laufkäferfauna. - Unveröff. Msc-Arbeit TU München, Lehrstuhl für Renaturierungsökologie, 87 S.
- Müller-Kroehling, S. (2013): Zum Vorkommen der bisher meist verkannten *Amara pulpani* KULT 1949 und *Amara makolskii* ROUBAL 1923 in Wäldern Bayerns. - *Angewandte Carabidologie* 10: 35-40.
- Müller-Kroehling, S. (2015): Laufkäfer als charakteristische Arten in Bayerns Wäldern - eine methodenkritische Auseinandersetzung mit Definition und Verfahren zur Herleitung charakteristischer Arten und zur Frage von Artengemeinschaften, unter besonderer Berücksichtigung der nach §30 BNatSchG geschützten Waldgesellschaften und der Wald-Lebensraumtypen des Anhanges I der FFH-Richtlinie und vergleichenden Einbeziehung natürlicherweise waldfreier Sonderstandorte im Wald. Diss. TU München, 312 S. + Anh. (Zugleich Skripten des BfN, Band 424, in 2 Teilbänden).
- Müller-Kroehling, S. (2019a): In Dubio pro *Betula*-Plädoyer für mehr Toleranz gegenüber der Moorbirke in Mooren, *ANLIEGEN NATUR* 41(1), S. 135-144.
- Müller-Kroehling, S. (2019b): Birken in Mooren: Plädoyer für eine forstliche Neubewertung, *Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald* 4, S. 10-13.
- Nentwig, W.; Droste, M. (Hrsg.): Die Fauna des Roten Moores in der Rhön. Erhebungen im Jahr 1982 im Auftrag Bundesanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie. - Marburg, 201 S.
- Nickel, H. (2003): The leafhoppers and planthoppers of Germany (Hemiptera, Auchenorrhyncha): patterns and strategies in a highly diverse group of phytophagous insects. - Pensoft, Sofia und Moskau. 460 S.
- Nickel H. (2008): Tracking the elusive: leafhoppers and planthoppers in tree canopies of European deciduous forests - In: Floren A., Schmid J., (Hrsg.): Canopy arthropod research in Europe: basic and applied studies from the high frontier. - Nürnberg, S. 175-214.
- Nickel, H.; Gärtner, E. (2009): Tyrphobionte und tyrphophile Zikaden (Hemiptera, Auchenorrhyncha) in der Hannoverschen Moorgeest - Biotopspezifische Insekten als Zeigerarten für den Zustand von Hochmooren - *Telma* 39: 49-74.
- Nickel, H.; Holzinger, W.E.; Wachmann, E. (2002): Mitteleuropäische Lebensräume und ihre Zikaden (Insecta: Hemiptera: Auchenorrhyncha). - In: Zikaden - Leafhoppers, planthoppers and cicadas (Hrsg. Holzinger). - *Denisia* 4: 279-328.
- Niehuis, M. (2004): Die Prachtkäfer in Rheinland-Pfalz und im Saarland. - Mainz, 713 S.
- Ortner, H.A. (2015): Die Birke - Ihre Bedeutung aus interdisziplinärer Sicht. Basel (Ott-Verlag), 283 S.
- Pähler, R.; Dudler, H. (2013): Die Schmetterlingsfauna von Ostwestfalen-Lippe und angrenzender Gebiete in Nordhessen und Südniedersachsen. Bd 2. - Verl (Selbstverlag), 544 S.
- Palm, E. (1996): Nordeuropas Snudebiller. 1. De kortsnudene arter (Col.: Cuculionidea). - *Danm. Dyreliv Bind 7*, Stenstrup, 356 S.
- Pfister, H. (1956): Der Birkenschlag und seine Falter. - *Nachrichtenbl. Bayer. Entomol.* 5(8): 73-75.
- Pfeifer, R.; Schmidt, O. (2023): Singvögel im Wald, AULA-Verlag Wiebelsheim, 272 S.
- Prien, S. (1997): Wildschäden im Wald. Ökologische Grundlagen und integrierte Schutzmaßnahmen, Berlin, 257 S.
- Rajala, P. (1980): Die Birkhuhnbestände Finnlands und deren zukünftige Entwicklung. - *Beih. Veröff. Natursch. Landschaftspfl. Bad.-Württ.* 16: 147-157.
- Redfern, M.; Shirley, P. (2011): *British plant galls* (2. Aufl.). - *Telford*, 432 S.
- Resch, C.; Resch, S.; Mätzler, A. (2012): Die Waldbirkenmaus (*Sicista betulina* Pallas, 1779) in Vorarlberg, *inatura-Forschung online* 81, 7 S.
- Resch, S.; Blatt, C. (2017): Die Birkenmaus (*Sicista betulina*) im Mühlviertel - Erstnachweis im Leonberger Hochland, *ÖKO.L Zeitschrift für Ökologie, Natur- und Umweltschutz*, S. 11-12
- Rittershofer, B. (2000): Die verborgenen Ressourcen der Birken. - *AFZ/Der Wald* 24: 1284-1288.
- Riedl, A. (1961): Ökologische Untersuchungen über terrestrische Milben aus Rhönmooren. - *Abh. Naturwiss. Ver. Würzburg* 2: 85-100.
- Sanden-Guja, W. v. (1952): Alles um eine Maus. Wie ich die erste lebende Birkenmaus fing. - *Stuttgart*, 72 S. + Tafel.
- Schimmel, R. (1989): Monographie der rheinland-pfälzischen Schnellkäfer (Coleoptera: Elateridae). - *Pollichia-Buch Nr. 16.* - Bad Dürkheim, 157 S. + Anh.
- Schmalzer, A. (1988): Birkhühner im Mühlviertel - Aufstieg und Untergang. *Kataloge des OÖ. Landesmuseums MUE88*: 199-204.
- Schmidt, A. (1997): Die Birken. - In: Bayer. Forstver. (Hrsg.): *Sträucher in Wald und Flur.* - Landsberg (ecomede-Verlag), 569 S.
- Schmidt, O. (2000): Ökologische Bedeutung der Birke für die einheimische Tierwelt, in: *Beiträge zur Sandbirke*, LWF-Wissen Nr. 28, S. 27-33

- Schmidt, O. (2015): Zur tierökologischen Bedeutung der Salweide, LWF-aktuell 106, S. 41-43
- Schmidt, O. (2016): Auftreten des Wollafters (*Eriogaster lanestris*) in Südbayern an Alleelinden, Jahrbuch der Baumpflege, S. 291-295
- Schmidt, O. (2019): Vielfältige Pionierbaumarten, LWF-aktuell 3, S. 33-36
- Schmidt, O. (2020): Biotische Schäden an Baum-Hasel (*Corylus colurna*)-eine aktuelle Einschätzung, Jahrbuch der Baumpflege, S. 356-359
- Schmutterer, H.; Hoffmann, C. (2003): Zur Schildlausfauna von Baden-Württemberg und benachbarten Gebieten (Coccina). - Entomologische Nachrichten und Berichte 47: 13-17.
- Schmutterer, H.; Hoffmann, C. (2016): Die wild lebenden Schildläuse Deutschlands (Sternorrhyncha, Coccina). - Ent. Nachr. Ber. Beih. 20, 103 S.
- Schulz, B.; Schulz, J. (2021): Achtfacher Nachweis der Waldbirkenmaus (*Sicista betulina*) in einer Fotofallennacht im Nationalpark Bayerischer Wald, Faunistisch-ökologische Mittlg. 10, S. 73-78
- Seifert, B. (2018): The Ants of Central and North Europe. Tauer, 408 S.
- Segerer, A.H. (2001): Zum Vorkommen einiger bemerkenswerter blattminierender »Kleinschmetterlinge« in bayerischen Moorbiotopen. - Beitr. Bayer. Entomofaunistik 4: 33-40.
- Sobczyk, T.; Stöckel, D.; Graf, F.; Jorntitz, H.; Karisch, T.; Wauer, S. (2018): Die Schmetterlingsfauna der Oberlausitz. Kleinschmetterlinge (Microlepidoptera) I. Teil. - Beitr. Insektenfauna Sachsen 20 Teil V. - Dresden, 439 S.
- Spohn, M.; Spohn, R. (2016): Baume und ihre Bewohner. - Bern (Haupt-Verlag), 302 S.
- Sprick, P. (2015): Für mehr Gehölze im Moor? Beitrag zur phytophagen Käferfauna von Hoch- und Zwischenmooren. - ANLIEGEN NATUR 37: 2.
- Sprick, P.; Kippenberg, H.; Schmidl, J.; Behne, L. (2003): Rote Liste gefährdete Rüsselkäfer (Coleoptera: Curculionidae) Bayerns. - Schriftenr. LfU 166: 161-171.
- Sprick, P.; Schmidt, L.; Gärtner, E. (2013): Bemerkenswerte Kurzflügelkäfer (Staphylinidae), phytophage (Chrysomelidae, Curculionoidea) und diverse Käfer aus der Hannoverschen Moorgeest-1. Beitrag zur Käferfauna (Coleoptera). - TELMA 43: 123-162.
- Stille, D.; Kraft, R.; Ludwig, H. (2018): Die Waldbirkenmaus (*Sicista betulina*) im Bayerischen Wald-FFH-Monitoring einer schwer erfassbaren Kleinsäugerart mit Hilfe von Wildkameras, ANLIEGEN NATUR 40 (2), S. 63-68
- Steiner, A.; Ratzel, U.; Top-Jensen, M.; Fibiger, M. (2014): Die Nachtfalter Deutschlands. - Oestermarie, 878 S.
- Taeger, A.; Altenhofer, E.; Blank, S.M. (1998): Kommentare zur Biologie, Verbreitung und Gefährdung der Pflanzenwespen Deutschlands. - In: Taeger, A. & Blank, S. M. (Hrsg.): Pflanzenwespen Deutschlands (Hymenoptera, Symphyta): 49-135.
- Terlutter, H. (1996): Zur Verbreitung von *Oenopia* (= *Synharmonia*) *impustulata* (L.) und *Coccinella hieroglyphica* L. in Westfalen (Col.: Coccinellidae). - Natur und Heimat 56 (1): 1-4.
- Turcek, F. (1961): Die ökologischen Beziehungen der Vögel und Gehölze, Bratislava, Reprint 2019 by Exlibra Publish, 330 S.
- Von der Dunk, K. (2016): Auf Minensuche im Herbst-galathea 32: 49-67.
- Walentowski, H.; Ewald, J.; Fischer, A.; Kölling, C.; Türk, E. (2004): Handbuch der natürlichen Waldgesellschaften Bayerns.- Freising, 441 S.
- Wermelinger, B. (2017): Insekten im Wald-Vielfalt, Funktionen und Bedeutung, Haupt-Verlag, WSL Zürich, 367 S.
- Zerbe, S. (2000): Eberesche und Birke: ein biologisch-ökologisches Kurzporträt von zwei sehr unterschiedlichen Weichlaubhölzern. Forst und Holz 55 (16): 499-502.
- zur Straßen, R. (2003): Die terebranten Thysanopteren Europas (Tierwelt Deutschlands 74). - Keltern, 277 S.

Keywords: Downy birch, genus *Betula*, species diversity, biodiversity, ecological importance for moors and forests, species of animals and fungi on birches, peatland forest

Summary: A total of 499 phytophagous insect and mite species occur on the native representatives of the genus *Betula*, of which 133 species are specialized on birch trees. Birch trees are therefore very important carriers of biodiversity in general in open country and in forests and especially in peatlands. In this article, the species of insects, mites, vertebrates and fungi that are largely related to the genus *Betula* are presented and treated, particularly from the perspective of peat bog biodiversity. Many of the species that are specially adapted to downy birch and birch in bogs have been little researched and have often only rarely been recorded or are endangered. Many of them are rather inconspicuous and do not belong to the species groups that are preferably examined in surveys. This component of the biodiversity of bogs and other habitats characterized by downy birch deserves much more attention, also with regard to the measures that are often carried out in bogs, such as the clearing and removal of downy birch, although they actually belong to the bog vegetation and an unwanted dominance under certain site conditions should be controlled through raising the water table and closing ditches. The importance of birches, but also of other pioneer tree species such as willow, aspen and rowan, should be given more consideration for the biodiversity of our forests. Consciously leaving and also promoting the pioneer tree species makes an important contribution to a greater abundance of species in our forests. In bogs, too, sparse and dense downy birch forests, especially in lower and warmer locations, increasingly fulfill refugial functions for species that require more open bog habitats.

Moorbirke und Moorschutz

Stefan Müller-Kroehling

Schlüsselwörter: Moorbirke, Birkenmoorwald, Birkenbruchwald, Moorschutz, Vernässung, Entkusseln

Zusammenfassung: Die Moorbirke ist durch zahlreiche ökologische Unterschiede zur Sandbirke gekennzeichnet und im Gegensatz zu jener eine Art, die Moorstandorte stark bevorzugt. Auf Niedermoorstandorten kann sie Birkenbruchwälder bilden oder an gemischten Bruchwäldern beteiligt sein, in Hochmooren ist sie natürlicherweise vor allem eine Mischbaumart der Randwälder. Insgesamt benötigt die Moorbirke jedoch Moore, die nicht ganz nass sind, sondern zumindest zeitweise oberflächlich austrocknen. Durch die Entwässerung von Mooren wurde sie daher vielfach indirekt gefördert, ging dann aber vielerorts durch die fortschreitende Austrocknung wieder zurück. Werden entwässerte Moorstandorte wieder vernässt, profitieren davon bis zu einem gewissen Grad der Vernässung die Moorbirken. Aufgrund ihrer zahlreichen günstigen Wirkungen für alle Moorschutzfunktionen sind Moorbirken- und Moorbirkenwälder, die zu den gefährdeten und national und europaweit geschützten Lebensräumen gehören, mehr wertzuschätzen und zu erhalten.

Birken sind lichtliebende Baumarten, deren Wertschätzung in Mitteleuropa durch Forstleute und Moorschützer gleichermaßen traditionell gering ist. In diesem Beitrag soll ihre Rolle in natürlichen und veränderten Mooren betrachtet werden, einschließlich der Frage, welche Potenziale im Zusammenhang mit Moorerneuerungen und den mit dem Moorschutz verbundenen Zielen mit dieser Baumart verknüpft sind.

Die forstliche Geringschätzung für Birken manifestiert sich bereits in der häufig praktizierten Nichtunterscheidung beider Arten, so dass vereinfachend von »der Birke« gesprochen wird, und auch in forstlichen Inventuren z. T. vollständig unterblieb (Müller-Kroehling 2019b). Obwohl die Moorbirke sich durch deutlich andere ökologische Ansprüche und Eigenschaften als die Sandbirke auszeichnet, und obwohl es eine der wenigen Baumarten für bestimmte »forstliche Problemstandorte« ist, erfährt sie bislang meist kaum mehr »Gegenliebe« seitens des Forstes als die Sandbirke (vgl. ausführlicher Müller-Kroehling 2019b).

Auch bei Naturschützern ist sie gerade in Mooren meist mit einer überwiegend negativen Einschätzung belegt (vgl. hierzu Müller-Kroehling 2019a). Geschlossene Birkenwälder entwickeln sich auf organischen Böden meist dort, wo die Moore nicht ganz intakt sind. Oft geht dies mit der Vorstellung einher, dass die Birken ihrerseits einen Teil dazu beitragen, die Moorböden regelrecht »leerzupumpen«, sowie ferner auch die lichtliebende Moorvegetation mit ihren torfbildenden Moosen und Sauergräsern und ihre ebenfalls lichtliebenden tierischen Bewohner zu verschatten.

Weder Forst- noch Naturschutz bringen also in der Regel dieser Baumart bisher viel Wertschätzung entgegen. In dem vorliegenden Beitrag soll die natürliche und heutige Verbreitung der Moorbirke und ihre Ansprüche und Toleranzen gegenüber den Standortseigenschaften beleuchtet werden. Ziel ist eine Standortbestimmung ihrer Rolle im und ihres Verhältnisses zu einem umfassend verstandenen Moorschutz, der Aspekte des Moorbodenschutzes und des Klimaschutzes ebenso umfasst wie auch den Erhalt der moortypischen Biodiversität.

Wo wächst die Moorbirke natürlicherweise?

Standortsansprüche

In den Zeigerwerten nach Ellenberg et al. (1992), werden Moorbirke (und die Karpatenbirke als Unterart derselben getrennt aufgeführt) wie in Tabelle 1 dargestellt eingestuft.

Die Nominatform der Moorbirke hat eine Lichtzahl der Verjüngung von 7 (Karpatenbirke von 9), was bedeutet, dass die Verjüngung lichtbedürftig bzw. extrem lichtbedürftig ist. In geschlossenen und daher relativ schattigen Ausgangsbeständen ist sie nicht in der Lage, sich durch Naturverjüngung an der Folgebstockung zu beteiligen (Jeske 2022). Die Temperaturzahl ist bei der Nominatform indifferent, bei der Karpatenbirke mit 4 angegeben (»hochmontan-(montan)«). Die Kontinentalität ist als indifferent angegeben. Die Feuchtigkeitszahl ist bei der Nominatform für Verjüngungspflanzen 8, d.h. nur eine Wertstufe unter dem maximalen Wert für terrestrische Pflanzen

| | Lichtzahl | Temperaturzahl | Kontinentalitätszahl | Feuchtezahl | Reaktionszahl | Stickstoffzahl |
|---|-----------|----------------|----------------------|-------------|---------------|----------------|
| <i>Betula pubescens</i> (Baumschicht) | 8 | | X | X | 3 | 3 |
| <i>Betula pubescens</i> (Strauchschicht) | 7 | | X | X | 3 | 3 |
| <i>Betula pubescens</i> | (7) | X | X | 8 | 3 | 3 |
| <i>Betula pubescens</i> ssp. <i>carpatica</i> | (9) | 4 | X | X | 1 | 1 |

Tabelle 1: Wichtige Zeigerwerte nach Ellenberg (aus <https://statedv.boku.ac.at/zeigerwerte>)

von 9. Bei der Karpatenbirke ist die Feuchtezahl als indifferent angegeben, was wohl auf ihre ohnehin kühl-feuchte Umgebung bezogen werden muss. Als Reaktionszahl ist 3 (Nominatform) bzw. 1 (Karpatenbirke) angegeben, und sind somit saure Verhältnisse für das Vorkommen der Art prägend, und zwar noch stärker für die Karpatenbirke als für die Nominatform. Ähnlich ist es bei der Stickstoff- bzw. Nährstoff-Zahl (Nominatform 3, Karpatenbirke 1). Beide Arten vertragen kein Salz im Boden (Salzzahl 0).

Der Vergleich mit der Sandbirke (*B. pendula*) zeigt in den Zeigerwerten große Unterschiede in den meisten Merkmalen. Zutreffend schrieb bereits Gayer (1898), dass die Moorbirke anspruchsvoller an den Wasserhaushalt ist und Rubner (1953), dass die Sandbirke auf (nassen) Moorböden nicht vorkommt.

Moorbirken sind zwar die namensgebende Baumart des Moorbirken-Moorwaldes, aber nicht vollständig auf Moore und Brüche beschränkt. Vielmehr kommen sie auch auf mineralischen, oft allerdings anmoorigen Feuchtstandorten vor, sowie beispielsweise

auf Kaltluftsystem-geprägten Blockhaldenstandorten (Pott 1992, Sautter 2003). Gemeinsamer Nenner dieser Standorte mit dem Vorkommen in Mooren sind Nährstoffarmut und Kältetoleranz – beides kennt sie aus ihrer subarktischen Heimat. Hier ist die Moorbirke unter anderem natürlich auch auf Moorstandorten, aber auch allgemein in der Taiga und Baumtundra, eine wichtige Waldbaumart, die nördlich des Nadelwaldgürtels aus Fichten- und Waldkiefern einen reinen Birkenwaldgürtel und dort die subarktische Baumgrenze ausbildet (Hibsch-Jetter 1997). Auch im Gebirge steigt die Moorbirke etwas höher als die Sandbirke (Hibsch-Jetter 1994). Südlich der Alpen ist es ihr zu trocken und warm. Es ist also gerechtfertigt, die Moorbirke unter allen heimischen Baumarten als einen »kälteadaptierten Lebenskünstler« zu sehen. (vgl. Abbildung 1)

Zur Illustration der ökologischen Ansprüche und Toleranzen seien auch die Vorkommen in feuchten, bodensauren Eichen-Mischwäldern Norddeutschlands (Pott 1992, Ellenberg 1996), auch als dauerhaft beteilig-



Abbildung 1: Urige Uralt-Moorbirken bereichern halboffene Moorbereiche, Engenkopfmoore im Hochallgäu. Foto: B. Mittermeier

Birken in Mooren – Moorbirken? Hinweise zur Artbestimmung und der Frage von Hybriden

Die Moorbirke kann speziell auf erheblich entwässerten Moorstandorten unter Bedingungen auftreten, unter denen auch (und nur dort!) die Sandbirke (*Betula pendula*) im Moor gedeihen kann. Erst menschliche Aktivitäten haben dazu geführt, dass beide Arten in Mooren nicht selten gemeinsam vorkommen (Wagner 1994).

Da zudem häufig Exemplare vorhanden sein können, die in ihren Blattmerkmalen zwischen beiden Arten stehen oder Übergangsformen darstellen, wird vielfach davon ausgegangen, dass solche Hybriden verbreitet seien. Das ist jedoch aus verschiedenen Gründen meist nicht der Fall (Rubner 1953, Hibschi-Jetter 1997). Es existieren verschiedene relativ wirksame, phänologische wie auch morphologische Kreuzungsbarrieren, die dafür sorgen, dass beide Arten sich als solche erhalten, auch wenn beide in einem Gebiet gemeinsam vorkommen. Bereits die unterschiedliche Blütezeit und Chromosomenzahl unterbinden weitgehend das Bastardieren beider heimischen baumförmigen Birken-Arten, geringe Vitalität und meist gegebene Sterilität der Nachkommen sorgen dafür, dass es nicht zu einer fortschreitenden Vermischung kommt (Rubner 1953, Bonemann & Röhrig 1971/72). Morphologisch als Hybriden erscheinende Individuen sind meistens tatsächlich Moorbirken (Hibschi-Jetter 1997).

Ihre Unterscheidung bei Waldinventuren und in der Forsteinrichtung ist sinnvoll und möglich (Müller-Kroehling 2019b). Wenn bei der Jungbestandspflege beide Arten unterschieden werden sollen, z. B. um die Moorbirke zu fördern und die Sandbirke herauszupflegen, ist vor allem die Behaarung der jungen Triebe der auch »Haarbirke« genannten Moorbirken ein zuverlässiges Merkmal (Hibschi-Jetter 1997), während jene der Sand- oder Warzenbirke an den Enden der Zweiglein warzig und rau, aber nicht behaart sind.

Die Karpatenbirke (ssp. *carpathica*) ist eine Unterart der Moorbirke, mit der es fließende Übergänge gibt (Wagner 1994, Hibschi-Jetter 1997), und deren genaue Einordnung und Entstehung durch mögliche Kreuzungs- oder Introgressionereignisse der Vergangenheit noch nicht abschließend geklärt sind. Wenn hier von der Moorbirke die Rede ist, so ist damit die Sammelart »sensu lato« gemeint. Die Unterscheidung der »normalen« Moor- und der Karpatenbirke ist eher eine Frage bei künstlich neu zu begründenden Flächen. Steht deutlich der Naturschutz im Vordergrund, sollte Karpatenbirken-Herkünften der Vorzug gegeben werden, die ja auch meist über Naturverjüngung von örtlich standortsheimischen Ausgangsbäumen zu realisieren sein werden. Sind es jedoch eher forstliche Produktionsziele im Sinne einer zwar moorfreundlichen, aber doch Nutzholzsortimente anstrebenden Nass-Bewirtschaftung, so sind es eher entsprechende Herkünfte der Nominatform, deren Verwendung naheliegt.

te Baumart (Brauer 2017 mit einem Fallbeispiel) und als Schlussgesellschaft vermoorter Dünentäler der Nordseeinseln (Pott 1992), aber auch als Pioniergesellschaft auf Trümmer- und Schuttstandorten (Ellenberg 1996) erwähnt.

Sie kann auch in Bayern auf verschiedenen, jedoch stets eher sauren Standorten als Mischbaumart beige-mischt sein, sei es in Nadelforsten, aber auch in natur-näheren Laubwaldgesellschaften mit führenden Eichen, oder auch auf bestimmten Standorten in Auwäldern. Selbst in carbonatreichen Auen tritt sie teilweise auf, beispielsweise in anmoorigen und vermoorten, abflussschwachen Altwasserrinnen. Ihre Präferenz für saure Standortsbedingungen wird hier durch mooriges Substrat ausgeglichen, also durch organisch angereicherte Standorte mit gehemmter Zersetzung. In Buchen-geprägten Lebensräumen hat sie meistens nur eine kurze Stippvisite als Pionier in Lücken, bevor sie von den plastischen Kronen der Buchen ausgedunkelt wird.

Waldgesellschaften mit Moorbirken

Oberdorfer (1983) charakterisiert die Moorbirke als »zerstreut in Moor- und Bruchwäldern, vor allem des Gebirges, in Zwischenmooren, auf staunassen, staufeuchten, mäßig nährstoffreichen, basenarmen, sauren, humosen Sand- und oder modrig humosen Torfböden, frosthartes Pionierholz, vor allem im Birkenmoor (mit *Vaccinium uliginosum*) und Birkenbruch (*Salicetum auritae betuletosum*), im Süden vor allem im Gebirge (selten auch Rheinland), im Norden auch im Hügel- und Tiefland, Alpen bis 1580 m.«

Moorbirken-Moorwald ist unter dem EU-Code »*91D1« ein eigener Subtyp des prioritären FFH-Lebensraumtyps Moorwald. Torf- und wollgrasreiche Vorkommen im feuchten Randstau der Hochmoore, dem Lagg, sind der typische Moorbirken-Moorwald. Hier sind stets Torfmoose, Wollgräser und die moortypischen Zwergsträucher Rauschbeere (*Vaccinium uliginosum*) und Moosbeere (*Oxycoccus oxycoccus*)

ihre Begleiter. Hingegen werden Vorkommen auf basenreicheren Torfen, in Nieder- und Quellmooren und auf Anmoorgleyen, in denen sie von der Ohrweide und einer bessere Nährstoffausstattung und Mineralbodenwassereinfluss anzeigenden Pflanzenarten begleitet wird, als Birken-Bruchwald bezeichnet. (vgl. Abbildung 2). Es bestehen jedoch fließende Übergänge zwischen beiden Typen (vgl. Abbildung 4), und die Verwendung beider Begriffe ist zwischen den verschiedenen vegetationskundlichen »Schulen« auch nicht immer ganz einheitlich. Auch werden die Birkenbruchwälder verbreitet vegetationskundlich zu den Nadelbaum-betonten Moorwäldern gestellt (Mucina et al. 1993, Walentowski et al. 2004) oder mit diesen sogar als »*Sphagno-Betuletalia*« zusammengefasst (z. B. Scamoni 1960, ähnlich auch Pott 1992). Alternativ werden sie aber von anderen Autoren mit den Erlen-Bruchwäldern gemeinsam gruppiert (z. B. Sautter 2003), in denen Moorbirken zumindest regional auch verbreitet vorkommen können (Scamoni 1960). Ellenberg (1996) schließlich sieht die Birkenbruchwälder mit den feuchten Eichen-Hainbuchenwäldern Norddeutschlands verwandt und die Birkenwälder der Hochmoore v. a. als vorübergehende Stadien.

Die insofern nicht immer einfache Trennung von Birkenmoor- und -bruchwald ist aber v. a. eine akademische Frage, denn beide sind gesetzlich geschützt (LfU 2022) und können auch beide dem FFH-LRT *91D1 zugeordnet werden (LfU & LWF 2022), der Birken-Bruchwald zumindest in seinen besonders nährstoffarmen Ausprägungen, die in Bayern auch die vorherrschenden sind. Auf nährstoffreicheren Bruch-

waldstandorten setzt sich unter bayerischen Verhältnissen meist die Schwarzerle durch, außer in hohen Lagen, wo die Schwarzerle u. a. wegen Schneebruchgefahr fehlt.

Moorbirken-Moorwald (FFH-Subtyp *91D1) wird in Bayern in der Kartierpraxis nur dort ausgeschieden, wo die Moorbirke dominiert (mindestens 50 % Anteil) und meist nur dort, wo die Annahme besteht, dass dies nicht nur ein Sukzessions-bedingtes Durchgangsstadium ist (vgl. Sautter 2003). Häufig kommt die sehr »verträgliche« Baumart ohnehin in Form von Mischbeständen vor, die dann dem »Mischtyp« (*91D0) zugeordnet werden.

Unter ganz bestimmten Standortsbedingungen halten sich aber auch als stabile »Klimaxgesellschaft« Birken-Moor- oder Birken-Bruchwälder (Hibsch-Jetter 1997, vgl. Abbildung 6). Laut FFH-Kartierhandbuch sind es jene »Anmoor-, Nieder- und Zwischenmoore-Standorte, die für die Schwarz-Erle zu basenarm sind, in sommerkühlen, schneereichen Mittelgebirgen oberhalb der Höhenverbreitung von Schwarz-Erle, Wald-Kiefer, Spirke (hochmontane Stufe) liegen und die für die Fichte zu basen- und nährstoffarm oder zu nass sind« (LfU & LWF 2022).

Eine spezielle Situation stellen die Vorkommen in der Rhön dar (vgl. Abbildung 5), die außerhalb der natürlichen Verbreitung von Fichte (*Picea abies*) und Bergkiefer (*Pinus mugo* und *P. rotundata*) liegen, so dass als Konkurrenzbaumart auf wald- bzw. baumfähigen Moorstandorten hier nur die Waldkiefer (*Pinus sylvestris*) in Frage kommt, die aber auf kontinentale,



Abbildung 2: In nährstoffreicheren Niedermooren bilden sich Birken-Bruchwälder aus. Foto: E. Lohberger

sommertrockene Moore spezialisiert ist. Für die meisten anderen Regionen Süddeutschlands wird hingegen, wie dargestellt oft angenommen, dass die vorhandenen Birken-Moorwälder nur Durchgangsstadien darstellen. Insgesamt wird der Moorbirke-Subtyp in den meisten FFH-Gebieten nur auf geringen Flächen kartiert (vgl. Tabelle in Müller-Kroehling 2019a). Er stellt daher einen der seltensten Moorwald-Typen Bayerns und Süddeutschlands dar.

Die Moorbirke ist also vorwiegend als Mischbaumart in den anderen Moorwald-Subtypen enthalten, kann aber je nach Entstehungsgeschichte des Bestandes auch mehr oder weniger fehlen. Beispielsweise im FFH-Gebiet der »Todtenau und umgebende Auen« (FFH-Gebiet DE 7144-301) nimmt die Moorbirke 29 % des Moorwald-Mischtyps ein, in der Verjüngung ist sie dort mit 11 % vertreten. Ferner ist sie in geringeren Anteilen auch in den auskartierten Moorwald-Subtypen Bergkiefern- und Fichten-Moorwald vorhanden. Moorbirken-Moorwald wurde hingegen nicht auskartiert. Manchmal, wie im »Rotter Forst« (FFH-Gebiet DE 7038-371), wurde trotz hohen Anteils der Moorbirke am Mischtyp von über 70 % auf die Auskartierung von Moorbirken-Moorwald verzichtet, wohl in der Annahme, dass es sich um ein Durchgangsstadium handelt. Selbst im NSG und FFH-Gebiet »Birkenbruchwald Öd«, dessen namensgebende Baumart sie dort ist, nimmt der Subtyp nur eine kleine Fläche ein.

Die LWF hat für verschiedene Zwecke eine Liste besonders repräsentativer Moorbirkenbestände erstellt, die auf Anfrage zur Verfügung gestellt werden kann.

Moorbirken-Moorwald in Bayern

Flächenhafte Kartierungen der Moorbirkenbestände gibt es für Deutschland und auch speziell für Bayern nicht. Der Dritten Bundeswaldinventur zufolge nehmen Moorbirken auf organischen Böden etwa 34.200 Hektar der deutschen Wälder ein (Müller-Kroehling 2019b), auf dem Großteil dieser Fläche sicherlich als Mischbaumart.

Es kann davon ausgegangen werden, dass fast alle Moorbirkenbestände in Bayern durch Naturverjüngung entstanden sind. Pflanzungen dieser Baumart kommen zwar vor (Abbildung 3 und Beitrag »GRIMO-Projekt« auf Seite 59), stellen aber angesichts der insgesamt eher geringen Wertschätzung für diese Baumart dennoch eine Ausnahme dar.

Besonders interessant ist speziell ihre Rolle in Wäldern, die der natürlichen Waldentwicklung unterliegen. Hierzu liegen bislang nur für die Naturwaldreservate, nicht aber die relativ neue Kategorie der Naturwälder Daten vor. Auch liefern bislang nur die Vegetationsaufnahmen hierfür verwendbare Daten, da in den waldkundlichen Aufnahmen die beiden baumförmigen Birken-Arten bisher leider nicht unterschieden werden. Aus 158 und somit fast allen bayerischen NWRen lagen zum Zeitpunkt der Auswertung Vegetationsdaten in der NWR-Datenbank vor (vgl. Müller-Kroehling 2019a). Diesen liegen zwar unterschiedlich intensive Erhebungen zugrunde, doch kann davon ausgegangen werden, dass die Gehölzarten tendenziell relativ gut erfasst sind. In 28 (17 %) der in dieser Hinsicht untersuchten NWRe konnte die



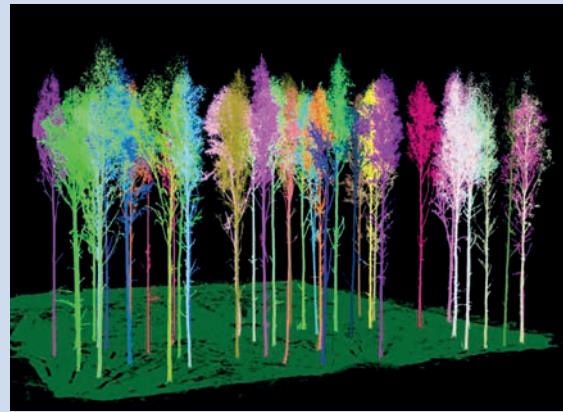
Abbildung 3: Aus Naturverjüngung entstandener Moorbirken-Bestand im Griefenbacher Moos (Lkr. Landshut).

Foto: J. Stiegler

Projekt »GRIMO« – Vernässung und Nutzung von Moorwäldern auf Niedermoor

Bisher beschäftigt sich die Moorrenaturierung in Bayern vorwiegend mit Hoch- und Übergangsmoor-Komplexen. In intakten Hochmooren spielen Moorbirken vor allem in den Moorrandwäldern eine wichtige Rolle. Nieder- und Anmoore machen jedoch in Bayern einen erheblich größeren Anteil der Fläche aus. Sie funktionieren anders als Hochmoore. Während jene wie ein Schwamm das Wasser festhalten und daher einfacher vernässt werden können, sind Niedermoore Grundwassermoore und funktionieren nach dem Prinzip »Badewanne«: am tiefsten Punkt läuft das Wasser heraus. Noch viel stärker waren diese Moore einer Intensivierung der Nutzung zugänglich. Vielfach wurden sie zudem bereits durch die Landschaftsentwässerung durch Flussbegradigungen und Autobahnbauten vorentwässert. Um sie wieder vernässen zu können, muss daher der Grundwasserspiegel wieder angehoben werden. Dies ist nicht nur wegen nachlassender Grundwasserspense durch den Klimawandel, sondern auch wegen zahlreicher, widerstreitender Nutzungsinteressen vielfach eine schwierige Aufgabe. Nur umfassende, allen Aspekten gerecht werdende Planungen können zu einer Verbesserung der aktuellen Moorzustände führen. Die Torfe und das Moor erhaltende Wasserstände können in den Niedermoorgebieten vielfach nicht vollständig, sondern nur bis zu gewissen Grundwasserständen wiedervernässt werden.

In solchen teilrückvernässenen Mooren kann eine extensive Forstwirtschaft mit an Nässe angepassten, heimischen Baumarten potenziell eine Rolle spielen. Im vom StMELF finanzierten Forschungsprojekt »GRIMO« untersucht die LWF im Griebenbacher Moos (Landkreis Landshut) alle Aspekte rund um eine solche mögliche Vernässung, in einem ca. 80 ha großen Waldgebiet auf noch über 2 Meter mächtigen Niedermoor-torfen. Das Gebiet ist Großprivatwald. Der Waldbesitzer unterstützt das Projekt maßgeblich, da er an einer zukunftsfähigen, das Bodenkapital erhaltenden Bewirtschaftung der Bestände interessiert ist. Torfschwund durch Entwässerung und die Probleme rund um standortsfremde Nadelbäume stellen auf diesen Standorten eine nicht nachhaltige und risikobehaftete Option dar. In dem Projekt sollen Alternativen beleuchtet werden. Auf einem erheblichen Teil der Waldfläche stocken bereits gutförmige Schwarzerlen und Moorbirken-Jungdurchforstungen, die für eine Vernässung



Z-Baum-Kandidaten mit A- und B-Qualitäten der Moorbirke sind im Aufnahmebestand in ausreichendem Maß vorhanden (aus Bsc-Arbeit F. Eisenschmid, 2023).

geeignet sind, ohne erst einen Waldumbau initiieren zu müssen, was eine denkbar günstige Voraussetzung darstellt, noch dazu in einem so gut arrondierten Moorwaldgebiet, mit einer geringen Angrenzerproblematik und ohne Besitzersplitterung.

Torfmächtigkeit und -zustand, Hydrologie, Gräben, Vegetation, aber auch die Fauna, ferner auch die Treibhausgasbilanz der Torfböden und der Holznutzung, und nicht zuletzt die Waldbestockung wurden hierfür einer interdisziplinären Untersuchung unterzogen. Für die waldwachstumkundlichen Analysen kam das terrestrische Laserscanning zum Einsatz.

Die Wertanalysen, die auch im Rahmen einer Bachelorarbeit an der TU München bearbeitet wurden (Eisenschmid 2023), ergaben für die aufgenommenen Moorbirken- und Schwarzerlenbestände ein sehr hohes Nutz- und Wertholzpotenzial. Durch Förderung der bestveranlagten Zuwachsträger kann in den Beständen wesentlich mehr erzeugt werden als Brennholz. Wichtig für die Wirtschaftlichkeit dieser Form der Nutzung ist aber auch, wie das Holz zukünftig gerückt und aus dem Wald abgefahren werden kann. Das Erschließungssystem muss hierfür an die zukünftig vernässte Situation angepasst werden.

Von der Vernässung profitiert die Treibhausgasbilanz, der Torfkörper bleibt erhalten, und die durchaus noch vorhandenen Moorbewohner aus Flora und Fauna können im Gebiet gesichert werden.

Aufgrund der großen potenziellen Bedeutung des abteilungsübergreifenden Projektes wurde auch bereits im Bayerischen Fernsehen und in der Süddeutschen Zeitung darüber berichtet. Die wichtigsten Ergebnisse des Projektes sollen noch dieses Jahres in »LWFaktuell« vorgestellt werden.

Moor- einschließlich der Karpatenbirke nachgewiesen werden. Über drei Viertel der Nachweise (77 %) stammen aus den »Moor-NWRen«, die fast vollständig von Moor- (oder Bruchwald) -Standorten eingenommen werden, die übrigen aus allen anderen NWRen, wobei auch diese zum Teil über (an)moorige Standorte verfügen können. Die Moorbirke wurde in 94 % der NWRen nachgewiesen, die Moorstandorte (Hoch- oder Niedermoore und Anmoore) enthalten.

Eine führende, bestandsbildende Rolle kommt ihr vor allem in den drei Moor-Reservaten der Rhön »Schwarzes Moor«, »Großes Moor« und »Kleines Moor« (Abbildung 5) zu. Ferner ist sie wohl in allen Rhön-NWRen auch in den dortigen Blockhalden präsent (eig. Aufzeichnungen). Dass sie in ihrer Unterart Karpatenbirke in verschiedenen Waldgesellschaften der Rhön eine so prominente Rolle spielt, wurde auch bereits in umfangreichen Arbeiten als große Besonderheit und spezielles Schutzgut dieser artenreichen Mittelgebirgsregion von bundesweiter Naturschutzseite gewürdigt (Lohmeyer & Bohn 1972).

In den übrigen Reservaten ist die Moorbirke meist nur beigemischt vorhanden. Den Aspekt eines auch über etliche Jahrzehnte bestehenden Pionierwaldes dieser Baumart spiegelt der Westhang des Naturwaldreservates »Seebuchet« in der oberbayerischen Jungmoräne wider. Hier hatten »Vivian und Wiebcke« Anfang 1990 großflächig den Ausgangsbestand sturmgeworfen und sich in der Folge, vermutlich ausgehend von westlich vorgelagerten Moorbeständen, auf diesem Mineralbodenstandort ein Moorbirkenbestand

etabliert, der bis heute die Waldbestockung in diesem Teil des Reservates prägt.

Natürliche (und weniger natürliche) Gegenspieler

Die Moorbirke hat nicht viele bei uns heimische Schädlinge, die Kahlfraß verursachen können, und wohl aktuell keine, die bestandsbedrohend werden können, zumal eingeschleppte Schädlinge, an die keine Anpassung stattfinden konnte, bisher bei ihr noch nicht vorkommen. An natürliche Gegenspieler ist sie angepasst und sind nirgends ein ausschließender Faktor. Helfer (2000) weist allerdings darauf hin, dass einige holzersetzen Pilzarten unter zu starkem Konkurrenzdruck stehende Birken befallen können.

Wesentlich unterscheidet sich die Moorbirke von der Sandbirke in Bezug auf die hohe Verbissgefährdung (Hibsch-Jetter 1997, Prien 1997, Ehrhart et al. 2016). Ursache sind die weicheren, weniger warzigen Triebe und auch anders zusammengesetzte Inhaltsstoffe der Knospen und Triebe, die u. a. über ein günstigeres C/N-Verhältnis verfügen (Moody et al. 2001, Ritter 2007). Dass Moorbirken in Gebieten mit hohem Rehwild-Aufkommen selektiv verbissen werden, ist auch aus Sicht der Entwicklung eines moortypischen Pionierwaldes problematisch und kann eine Zäunung erforderlich machen. Im Nationalpark Harz wird sie als Weiserpflanze in Bezug auf den Wildverbiss verwendet (Ehrhart et al. 2016).

Bestandsbedrohende invasive Arten wurden hierzulande an Birken bisher nicht nachgewiesen, doch gibt es durchaus Arten mit erheblichem Schädigungspotenzial.



Abbildung 4: In hochgelegenen Nieder- und Übergangsmooren bildet die Moorbirke natürliche Randwälder, die einen stabilen Zustand darstellen können (Oberbreitenau, Bayerischer Wald).
Foto: S. Müller-Kroehling

Abbildung 5: Urwaldartige Bestände der Karpatenbirke bilden die Klimaxvegetation auf Übergangsmoor im Naturwaldreservat »Kleines Moor« der Hohen Rhön.

Foto: S. Müller-Kroehling



Wichtigster »Feind« der Moorbirke ist sicher der Mensch, denn das Fällen von Birken in Mooren gehört zu den verbreiteten Aktionen im angewandten Moorschutz. Allerdings haben anthropogene Veränderungen ihre Ausbreitung in manchen Gebieten durch Abtorfung und Veränderung des Wasserstandes, sowie durch Schaffung verbesserter Wachstumsbedingungen für die Pionierbaumart, die unter feuchten Bedingungen besser wächst als unter nassen, indirekt auch gefördert.

Galten Birken-Moorwälder zuvor eher als »Degradationsstadien oder Initialphasen« (Walentowski in Rennwald 2000), wird heute zunehmend erkannt, dass Moorbirken-Wälder schützenswert und gefährdet sind. Sie werden beispielsweise aktuell bundesweit als »von vollständiger Vernichtung bedroht bis stark gefährdet« eingestuft (Finck et al. 2017).

Moorbirken und Moorrenaturierung

Torfbildung auch unter Moorbirke

Von entscheidender Bedeutung für die Rolle der Moorbirke in Mooren und im Moorschutz ist die Einschätzung ihres Verhältnisses zu den natürlichen Bedingungen in Mooren. In hydrologisch intakten Birkenmoor- und -bruchwäldern wird Birkenbruchtorf gebildet (Obidowicz 1990, Luthardt et al. 2015): »Birkenbruchtorf entsteht unter dem Einfluss von mäßig nährstoffarm-saurem oder -basenreichem Mineralbodenwasser. Die Bildung des Bruchtorfes setzt

stagnierende oder periodisch schwankende Moorwasserstände voraus, die ein starkes Gehölzaufkommen ermöglichen« (Luthardt et al. 2015).

Die Baumschicht kann unterschiedlich zusammengesetzt sein und auch Mischbaumarten anderer moorwaldheimischer Baumarten enthalten: »Birkenbruchtorf wird in Moorwäldern gebildet, in denen Birkenarten (meist Moorbirke) die Baumschicht dominieren. Schwarz-Erle, Kiefern und verschiedene Weidenarten können beigemischt sein, die Krautschicht bilden meist Seggen oder Torfmoose. Beispiele für konkrete Bestände: Torfmoos-Moorbirkenwald, Schnabelseggen-Moorbirken-Wald, Torfmoos-Moorbirken-Erlen-Wald« (Luthardt et al. 2015).

Die Zusammensetzung von Birkenbruchwaldtorf zeigt an, welche Pflanzen in diesem Moorwaldtyp an der Torfbildung beteiligt sind: »Typische Beimengungen sind höher zersetzte Torfmoose, Seggenausläufer und -wurzeln, Erlenholz, Kiefernholz. Birkenbruchtorf wird oft in Mischform mit anderen Torfen gebildet und ist oft durch Zersetzungsgrade gekennzeichnet, die für schwankende Wasserstände oder nicht volle Wassersättigung des Oberbodens typisch sind (Luthardt et al. 2015).

Es steht daher außer Frage, dass in Birken-geprägten Lebensräumen auf organischen Böden Torfbildung stattfinden kann, eine Tatsache, die oft übersehen wird.

Gleichzeitig finden sich Moorbirken (und noch stärker Sandbirken, und beide Arten werden wie dargestellt oft nicht unterschieden) in veränderten Mooren,

v.a. Hochmooren, vielfach auch auf eher trockenen Resttorfrückeren oder entlang von Gräben, so dass oft die Annahme im Raum steht, dass ihr Vorkommen eine Folge von Degradation ist, oder gar eine Ursache derselben. Dass ihr Auftreten eine Folge von Veränderungen im Nährstoff- und Wasserhaushalt oder Moorkörper ist, mag in rein ombrotrophen Hochmooren durchaus auch zutreffen, bei denen allein schon die Nährstoffbedingungen, aber auch der sehr hohe Wasserstand bzw. die hohe Wassersättigung der Torfmoos-geprägten Vegetation eine Ansiedlung baumförmiger Birken weitestgehend einschränken. Den allergrößten Anteil an den organischen Böden Deutschlands stellen jedoch Nieder- und Anmoore sowie Übergangsmoore. Ferner sind viele der Moore, die wir aufgrund ihrer »hochmoorartigen« Vegetation (mit Torfmoosen, Wollgräsern u. ä. Arten) in der Vegetationsklassifizierung als »Hochmoore« subsumieren, in Wirklichkeit eher Übergangsmoore, da sie in gewissem Umfang einer Durchströmung mit Mineralbodenwassereinfluss unterliegen. Diese, wie auch die Kermi-Hochmoore, sind auch in Regionen Europas, wo völlig natürliche Verhältnisse herrschen, oftmals auf leicht erhöht liegenden Geländestrukturen und zumindest in Teilen des Moorkörpers mosaikartig auch mit krüppelförmig wachsenden Bäumen bewachsen (Eurola 1962). Die jahrhundertelange Praxis der Beweidung und Streunutzung und damit einhergehende Schwendung der Moorflächen sollte nicht über diesen Umstand hinwegtäuschen. In den süddeutschen Mooren mit ihrem subkontinentalen Klima spielen Bäume auch bereits natürlicherweise eine erheblich größere

Rolle als in den atlantischen Regenmoorweiten Nordwestdeutschlands (Fischer 1995, Ellenberg 1996), die aufgrund von Heimatfilmen und ihrer plakativen Naturschutzromantik oft das deutsche Bild naturnaher Moore prägen und damit für mit dem Moorschutz verbundene, zu einheitlich verstandene Leitbilder verantwortlich sind, die der Vielfalt an Moortypen in den deutschen Moorregionen nicht gerecht werden.

Die Standortbedingungen, die von Moorbirken ertragen bzw. benötigt werden, und ihre mutmaßlichen Auswirkungen auf die Moore, wurden und werden dabei oft relativ subjektiv geführt und ergeben in der Summe oft negative Einwertung bei Moorschützern (z. B. Precker 2020). »Entkusselungen« und andere Formen der Ausstockung von Mooren und Schwendungen des Gehölzbestandes gehören daher vielfach zum Standard-Repertoire moorschützerischer Maßnahmen (z. B. Bretschneider 2012 und Dierßen & Dierßen 1974 mit kritischen Bewertungen).

Mehrere Aspekte ihrer Morphologie und Physiologie können helfen, das Verhältnis der Moorbirke zum Moor-Lebensraum differenzierter zu betrachten.

Da ist das **Wurzelsystem**, das bei der Moorbirke stark abhängig von Standortseigenschaften ausgebildet wird. Schlecht durchwurzelbare, schwere Böden kann die Moorbirke durchwurzeln, dauerhaft nasse Bodenschichten hingegen nach Kutschera & Lichtenegger (2013) nur auf mineralischen Standorten. Auf hoch anstehend nassen organischen Standorten bleibt das Wurzelsystem flachgründig (Köstler et al. 1968, Kutschera & Lichtenegger 2013). In drainierte Moorböden dringt das Wurzelsystem tiefer vor als das von Sand-



Abbildung 6: In natürlichen Mooren nimmt die Moorbirke einen schmalen Bereich auch als Klimaxbaumart ein (Sandholzfilz).

Foto: S. Müller-Kroehling

Abbildung 7: Liegt die Fläche aufgrund Entwässerung trocken (links), würde auch ein Kahlschlag nichts helfen, um den Wasserstand zu sanieren. Wird sie eingestaut (rechts), können die Moorbirken dem nichts entgegensetzen. Auch hier ist ein Einschlag überflüssig.

Foto: S. Müller-Kroehling



birke oder Koniferen (Paivänen & Hanell 2012). Es ist besser angepasst an anaerobe Verhältnisse als das andere in der Moor-Forstwirtschaft verwendeter Baumarten Skandinaviens (Paivänen & Hanell 2012).

Der Standort kann jedoch zeitweise (v. a. im Winter auch länger) überstaut werden (Ellenberg 1996). Hohe Wasserstände zwischen 10 und 20 cm unter Flur von über 10 Wochen werden vertragen, und sinken während trockener Phasen auf ca. 30–35 oder auch 50 cm unter Flur (Ellenberg 1996).

Spezielle Anpassungen der Moorbirke an die kalten und nassen Standortbedingungen sind ein erhöhter Anthocyangehalt, der vor Kälte und Fäulnis schützt, sowie ein potenziell erhöhter Anteil an Fasertracheiden als mögliche Reaktion auf wechselnde Feuchte (Kutschera & Lichtenegger 2013).

Die Belaubung von Birken ist eher licht, mit einer Spanne des Leaf Area Index (LAI) von 2,37 (1,63 bis 3,47) bei der Sandbirke (Kram 1998). Diese liegen unter den aller anderen bei Kram (1998) aufgeführten Laub- und Nadelbaumarten. Jeske (2022) ermittelte für südbayerische Moorbirkenbestände auf Niedermoorstandorten LAI-Werte zwischen 2,1 und 4,05.

Spezielle Anpassungen des Baumes an hohe Wasserstände, wie die Möglichkeit zur Wurzelatmung bei überstautem Wurzelraum, kennzeichnen die Moorbirke nicht bzw. nicht in dem Maße, dass sie vergleichbar Schwarzerle (*Alnus glutinosa*) oder Sumpfpypresse (*Taxodium distichum*) langfristig überstaute Lebens-

räume für sich erschließen kann. Längerer Überstau wird daher vor allem während des Winterhalbjahres vertragen.

Zu einer Adventivbewurzelung des Stammes bei wachsendem Torfmooskörper (Torfmoos-Aufwuchs) und somit einem Mitwachsen mit dem wachsenden Hochmoor sind Moorbirken nur in beschränktem Umfang in der Lage (Wagner 1994). Auch bereits ihre Konkurrenzunterlegenheit hinsichtlich dem in Hochmooren in der Regel kritischen Nährstoff-Mangelement Phosphor gegenüber Torfmoosen (*Sphagnum spec.*) setzt einem solchen »Mitwachsen« mit wachsenden Torfmoosdecken enge Grenzen (s.u.). Sind die Niederschlags- und insgesamt die Wasserverhältnisse des Moores naturnah, ist das Moorwachstum (»Vermoorung«) für den Baumbestand gefährlicher als der Baumbestand für die Vermoorung.

Vergleichbar dem schmalen Bereich, den von ihr gebildete Wälder als Klimaxgesellschaft einnehmen, ist auch der hydrologische Bereich der Wassersäule, in denen Moorbirken einerseits wachsen können und andererseits der Moorboden so nass ist, dass Torf gebildet wird, nicht sehr breit ausgeprägt. Ihn gilt es in all jenen Mooren zu finden und zu nutzen, wo eine vollständige Vernässung faktisch nicht möglich ist oder nicht angestrebt werden kann, wo aber eine Teilvernässung und naturnahe extensive forstliche Nutzung eine Option darstellen.

Pumpen Birken Moore leer?

Gelegentlich werden Zahlen über den Wasserverbrauch von Birken kommuniziert, die ein regelrechtes „Leerpumpen“ von Mooren nahelegen, und ein solches auch in Wort und Bild beschrieben (z.B. Precker 2000).

Birken, auch speziell Moorbirken, sind nicht in der Lage, einen Wasserüberschuss aus dem Boden zu pumpen. Trockenheit von Moorflächen entstammt immer einem abgesenkten Grundwasserspiegel oder einem Grabensystem.

Die Tatsache, dass Birken in manchen Regionen, vor allem im Baltikum, zum Anzapfen des Stammes für die Gewinnung von Birkenwasser genutzt werden, nutzt dabei jedoch vor allem den Effekt eines temporären, aktiv vom Baum erzeugten osmotischen Überdrucks. Mit diesem stellen die Bäume – auch bei anderen Baumarten – vor dem Laubaustrieb die Wiederherstellung der Wasserdurchleitung in den Wasserleitbahnen sicher.



Foto: R adept, <https://commons.wikimedia.org>

Nährstoffansprüche als limitierender Faktor

Der Wasserhaushalt ist nicht der einzige limitierende Faktor für das Vorkommen und Wachstum von Moorbirken im Moor. Auch die Nährstoffsituation und die Konkurrenz um die in Mooren oft begrenzten Nährstoffe sind entscheidend.

Die Zusammenhänge, die Wagner (1994, 2006) in nordwestdeutschen Hochmooren sehr gründlich analysiert hat, können auch auf bayerische Verhältnisse übertragen werden. Da die Moorbirke empfindlich auf zu geringe Phosphorgehalte im Boden reagiert, profitiert sie zwar von einer Mineralisation trockengelegter Torfe. Andererseits entzieht der Torfaufwuchs wieder vernässter oder spontan wieder »versumpfender« Moore rasch und effektiv dem Torfsubstrat im Wurzelbereich der Birken eben diese benötigten Nährstoffe wie v.a. das Phosphor, so dass Wachstum und Vitalität der Moorbirken rasch nachlässt (Wagner 1994). Da ein solcher Torfaufwuchs, der die Verhältnisse zuungunsten der Moorbirken reguliert, auch durch Torfmoose gestellt werden kann, die in schattigeren Verhältnissen wachsen, ist dieser Prozess also auch in Moorbirken-Beständen möglich. Mit anderen Worten können Moorbirken-Wälder auch erfolgreich renaturiert werden.

Athmogene Stickstoffeinträge, die für viele Ökosysteme eine große Belastung darstellen, verändern die Vegetationszusammensetzung von Hochmooren, in dem sie beispielsweise das Pfeifengras (*Molinia caerulea*) fördern (Tomassen et al. 2003). Für die Moorbirke fanden diese Autoren in ihrer Studie in den Niederlanden hingegen keine Förderung von deren Wachstum durch erhöhte Stickstoffeinträge.

Moorbirken und Wasserbilanz

Ein weiterer Aspekt bei der Bilanzierung der Auswirkungen von Bäumen auf Moorlebensräume ist die lokalklimatische Wirkung von Gehölzen – auch Moorbirken-geprägten (Kaule et al. 2018). Gehölze haben über die Transpirationskühlung, die von ihnen erzeugte Windruhe sowie den »Oasen-Effekt« lokalklimatisch positive Wirkungen auf die Wasserbilanz, das Lokalklima (vgl. Matuszkiewicz 1963), und auch die Vorkommensmöglichkeit von Moorpflanzen wie den Torfmoosen, vor allem in eher trockener Umgebung (Ellenberg 1996, Laube 2009), was als »Ammengehölz«-Wirkung beschrieben werden kann. Wie dargestellt, sind torfbildende Pflanzen, die auch im Halbschatten mehr oder weniger lichter Moorwälder wachsen können, charakteristische Bestandteile von Moorwäldern.

Bei der Rolle von Birken für den Wasserhaushalt von Mooren dürfen Ursache und Wirkung nicht ver-

tauscht werden. Dichte Moorbirkenbestände mit einer hohen Interception und Transpiration können sich nur dort bilden, wo eine funktionierende Entwässerung vorhanden ist, und diese dann verstärken (»Selbstdrainage«). Auch ist die Interception selbst dichter Moorbirkenbestände geringer als jene von Nadelbaumbeständen (Paivänen & Hanell 2012).

Auf eine solche Grundentwässerung durch Gräben sind diese Bestände ferner auch dauerhaft angewiesen (Paivänen & Hanell 2012). Werden die Gräben nicht regelmäßig unterhalten und verfällt das Grabensystem allmählich, werden die Flächen nasser und die Bedingungen für das Wachstum dichter Birkenbestände schlechter. Eine Schwächung der auf nasserem Kleinstandorten stockenden Bereiche des Bestandes ist die Folge, diese Bäume fallen zurück oder sterben aufgrund von Pilzbefall ab. Ohne Gräben keine Entwässerung – eine dauerhafte »Selbstdrainage« nur durch Baumtranspiration existiert nicht (Sarkkola et al. 2010).

Daher ist der Verschluss der Gräben oder anderweitig geeignete Maßnahmen, um den Wasserstand des Moorkörpers wieder herzustellen, der Schlüssel zum Umgang mit zu dichten Waldbeständen auf Torfböden, die zu viel Wasser interceptieren und verbrauchen. Alles andere reguliert sich letztlich von selbst. Es spricht aber vieles dafür, die folgenden Prozesse der Bestockungsreduktion durchaus aktiv mitzugestalten, also solche vernässten Bestände auch zu durchforsten, und zwar natürlich, bevor die Grabenvernässung starke Wirkung zeigt, weil dann die Holzbringung erschwert wird. Die Durchforstung sollte zum Ziel haben, dass vorkommende, im Bestand eher seltene Mischbaumarten gefördert werden, wenn sie für Moorwälder typisch sind und am konkreten Standort die initiierte Vernässung auch vertragen werden. Bestandsglieder, die in Senken stocken und keine weitere Vernässung vertragen, oder die Mischbaumarten bedrängen, gilt es in ihren Anteilen zu reduzieren, dabei immer eine moorwaldtypische und Kleinstandorte beachtende **Rottenstruktur** anstrebend.

Transpirationsleistungen der Moorbirken in den trockenen gelegten Mooren (»Selbstdrängung«, »biologische Entwässerung«) werden oft sehr stark in den Vordergrund gestellt (Precker 2020). Solche Effekte bestehen zwar und können den Effekt einer bestehenden Entwässerung verschärfen oder erhalten (z. B. Paivänen & Hanell 2012), werden aber in Bezug auf die Selbständigkeit und der Nachhaltigkeit dieses Effektes tendenziell deutlich überschätzt (Wagner 2006, Bretschneider 2012). Letztlich sind starke Transpirationsleistungen nicht die Ursache der Austrocknung eines Moores, sondern

eine Folge derselben (Wagner 1994). Ursache und Wirkung sollten hier nicht vertauscht werden. Vorhandene Nässe (Dierßen & Dierßen 1974) oder eine erfolgreiche Vernässung können die Birken nicht »wegpumpen« (Wagner 2006), und ihr trotz gewisser Verlagerung des Wurzelsystems durch Adventivbewurzelung (Wagner 1994) auch nicht entgehen. Eine aktive Selbstvernässung vormals entwässerter Waldbestände bei nicht regelmäßig erfolgreicher Grabenpflege und infolgedessen verfallenden und zuwachsenden Gräben ist in vielen Mooregebieten zu beobachten (Kaule & Peringer 2015).

Mitchell et al. (2007) beschreiben die Moorbirke als »Top-down-Ökosystem-Ingenieur«, der Calluna-geprägte anmoorigen bzw. auf Podsol-Standorten wachsenden Heiden Schottlands nachteilige verändere, u. a. bezogen auf die Artenvielfalt der Pflanzen. Es ist bezeichnend für eine anthropozentrische und statische statt ökosystemarer Sichtweise, dass diese Studie ein bereits stark verändertes, ja degradiertes Ökosystem (*Callunaheiden*) zum Gegenstand einer als solche wahrgenommenen negativen Veränderung macht, obwohl in gewisser Hinsicht die – in diesem Fall gepflanzten – Moorbirken möglicherweise Ausdruck einer natürlichen Regeneration und jedenfalls nicht weniger naturnahen Vegetationsentwicklung sind.

Sinnhaftigkeit und Zulässigkeit von »Entkusselungen«

Bereits die Naturverjüngung der Moorbirke in Mooren ist an bestimmte Voraussetzungen geknüpft. Sie ist nur bei deutlichem Mineralbodenwasser-Einfluss in der Lage, auch in vernässten Moorbereichen wie etwa Torfmoosrasen zu keimen (Wagner 2006; vgl. auch Ellenberg 1996). Sie benötigt hingegen in Regenwassermooren (wie den Hochmooren) degenerierte Zustände der entwässerten Torfmoos-Wollgrasbestände zur Keimung (Wagner 1994). Schließt sich die dortige Torfmoosdecke infolge Verbesserung des Wasserhaushaltes wieder, gehen die Moorbirken-Keimlinge ein (Wagner 1994). Moorbirken-Jungpflanzen in nassen Torfmoosrasen stammen daher in der Regel aus trockenen Phasen vor der Vernässung der Fläche (Wagner 2006) und sind kein Zeichen einer dauerhaften Etablierung. Für einen guten Verjüngungserfolg benötigen Moorbirken in Hochmooren entweder ein »gut drainiertes Substrat« oder eine grundlegende Veränderung der Torfbeschaffenheit, wie etwa durch einen Moorbrand (Cabiaux & Devillez 1976).



Abbildung 8: Auch unter Moorbirkenbewuchs können Torfmoose wachsen, wenn es nass genug ist. Foto: S. Müller-Kroehling

»Entkusselungen« ohne erfolgreiche Wiedervernässung sind zum Scheitern verurteilt (Wagner 2006, Bretschneider 2012), ja erzielen oft das Gegenteil, wenn dichtere Bestände aufwachsen als vor der Maßnahme (Bretschneider 2012). »Im Voralpengebiet sind am Rand der Hochmoorregion alle Versuche, durch Rodung Übergangs- und Hochmoorvegetation ohne Wiedervernässung zu entwickeln, fehlgeschlagen. Eine Fläche mit *Carex chordorrhiza*-Übergangsmoor wurde Birken-Kiefernwald und ist nach Rodung jetzt ein dichtes Faulbaum-Molinia-Gebüsch (Weiteres siehe KAULE in LfU 2015)« (G. Kaule, schriftl. Mitt. 2 (2023). Kaule & Perring (2015) kommen zu dem Schluss, »dass bei deutlichem Torfmooswachstum und einer geschlossenen Moos- und Krautschicht [die Moorbirke] geringe Chancen zur Ansiedlung hat. Umgekehrt sind in Gebieten unter 1150 mm Jahresniederschlag Rodungsmaßnahmen von Birken ohne Rückstau erfolglos geblieben.«

Die Evapotranspiration baumfreier Moorvegetation erwies sich bei der Untersuchung eines völlig intakten russischen Moores als deutlich höher als jene im Moorbirken-Randwald (Olchev et al. 2013). Die Verjüngung der Moorbirke hing in einer experimentellen polnischen Studie (Ejankowski 2010) von der oberflächlichen Austrocknung in Kombination mit Oberbodenstörungen ab. Intakte Hydrologie ist der Schlüssel. Störungen des Oberbodens erzeugen gerade bei hydrologisch gestörten Mooren Verjüngungsimpulse, die zum »perpetuum mobile« werden.

Dass die Moorbirken von Entwässerung zunächst profitieren, ist also ein reversibler Prozess, und kann über den Wasserhaushalt gesteuert werden. Da gerade absterbende und wenig vitale Bäume häufig besonders wertvoll für verschiedene Artengruppen sind (u. a. viele Xylobionte, vgl. Müller-Kroehling & Schmidt in diesem Band), ist das Heraushauen der Birken also vielfach nicht nur überflüssig, sondern auch schädlich. Bretschneider (2012) empfiehlt, sofern der Birkenbestand aufgelichtet werden soll, das in verschiedener Hinsicht günstigere Ringeln eines Teils des Bestandes.

Zunehmend setzt sich für die Vernässung als bessere Methode die allmähliche, ja sogar »sehr langsame« Wiedervernässung durch (z. B. Fuchs 2016). Eine solche ist mit einem Erhalt eines wieder nasser werdenden Moores mit Moorbirken-Moorwald (der sich irgendwann dann möglicherweise auch stellenweise ganz auflöst, zumindest vorübergehend) auch besser vereinbar ist als ein »Ruck-Zuck-Sofortinstaur« gesamter Gebiete. Eine solche »moorwaldschonende« Renaturierung hat sowohl für Moorrenaturierungs- als auch Biodiversitätsziele und Treibhausgasbilanz ausschließlich Vorteile (Wagner 2006, Bretschneider 2012), und ist ausdrücklich auch sogar mit einem – für diese Lichtbaumart relativ dichten – Moorbirken-Schirm vereinbar (Wagner 2006).

Entscheidender Faktor für den Erfolg der Vernässung ist der Wasserhaushalt und die Geländesituation (Wagner 2006), vgl. Abbildung 7. Hingegen wird durch das

»Entkusseln« kein nachhaltiger Effekt erzielt (Dierßen & Dierßen 1974, Wagner 2006, Bretschneider 2012). Vielmehr kommt es durch die regelmäßigen Eingriffe zu verschiedenen negativen Effekten und vielfach auch zu Schäden in den Mooren (Bretschneider 2012). Wagner (2006) und Bretschneider (2012) sehen daher überhaupt nur einen sehr engen sinnvollen Einsatzbereich für »Entkusselungen«, und fordern, das Vorliegen der Voraussetzungen streng zu prüfen. Auch Dierßen & Dierßen (1974) raten für Moorstandorte ebenfalls als nicht erfolgversprechende Maßnahme davon ab. Ammer et al. (1991) beispielsweise beziffern die Absenkung des Grundwasserstandes durch Evapotranspiration eines Nadel-Laub-Mischbestandes auf 2,3 cm. Es wird schnell ersichtlich, dass bei Wasserständen von 40–70 cm unter Flur diese Wassermenge keinesfalls ausreichen kann, um den veränderten Wasserhaushalt wiederherzustellen (vgl. Abbildung 7).

An dieser Stelle muss auch darauf hingewiesen werden, dass das Entfernen von Moorbirken-Moorwald an bestimmte rechtliche Voraussetzungen geknüpft ist, zumal es sich um einen prioritären FFH-Lebensraumtyp handelt. Jedwede Maßnahme, die zu einer erheblichen Verschlechterung des LRTs, oder zu einer Beeinträchtigung des gesetzlich geschützten Biotoptyps führen kann, ist grundsätzlich unzulässig. Ein Eingriff in einen Moorwald, um einen mutmaßlich hier natürlichen offenen Moor-LRT (wieder) herzustellen, bedarf ebenfalls sehr sorgfältiger vorheriger Überlegungen und Prüfung der fachlichen und rechtlichen Voraussetzungen (Ssymanek et al. 2015). Oftmals liegen diese nicht vor. Es ist daher äußerst sinnvoll, dass die Forstbehörden in den Entscheidungsprozess als »Regulativ« eingebunden sind (Müller-Kroehling et al. 2019).

Wie dargestellt verdienen die günstigen Wirkungen des Moorrandwaldes als »Klimaschutzwald« des Moorzentrums der Erwähnung (Kaule et al. 2018). Gerade die Moorbirke sollte im Idealfall wohl fast immer an einem gut aufgebauten Moorrandwald beteiligt sein. Ferner können Moorbirken wie dargestellt auch eine günstige Wirkung auf das Vorkommen typischer Moorpflanzen haben, die in ihrem lichten Schatten ein günstigeres Mikroklima vorfinden. Werden beide Effekte mit den Randwäldern vernichtet, kommt es zu sehr negativen Effekten auf den eigentlich zu schützenden Moorkörper (Bretschneider 2012, Müller-Kroehling et al. 2013).

Moorwachstum durch Torfmoosaufwuchs und Torfneubildung ist also auch im Moorwald möglich (Wagner 2006). Bedenkt man, dass viele Moorregionen heu-

te im Niederschlagsgradienten an der Grenze eines Bereichs stehen, der überhaupt natürlicherweise offene Moore erlaubt (Kaule & Peringer 2015), müssen wir zukünftig häufiger als bisher intakten Moorwald als Renaturierungsziel im Blick haben (Kaule et al. 2018).

Auf den Wert der Moorbirke für die moortypische Biodiversität weisen wir in einem weiteren Beitrag in diesem Band (Müller-Kroehling & Schmidt) hin.

Klimawandel und Moorbirke

Wälder sind Leidtragende des Klimawandels, aber vor allem auch Hoffnungsträger, über ihre CO₂-Speicherung, und über Holznutzung, als Ersatz für Bau- und Werkstoffe aus fossilen Energien, wie Beton.

Es macht wenig Sinn, die globale oder regionale Rolle von Wäldern und Mooren vergleichen zu wollen, denn viele Moore weltweit (Taiga, Sarawak, Amazonasbecken) sind ja natürlicherweise bewaldet. Auch haben Moore überwiegend eine Rolle als Emittenden, wenn man sie entwässert, aber eine begrenzte zusätzliche Speicherfunktion, wenn sie intakt sind. Ganz anders Wälder, die ein riesiges Potenzial weltweit bieten, zusätzliches CO₂ zu speichern, und Substitutionsprodukte zu liefern.

Wälder auf organischen Böden sind im globalen Durchschnitt in Bezug auf ihre Treibhausgasbilanz wesentlich günstiger zu bewerten als Acker- und Grünlandnutzungen (UNEP & IPCC 2022). Es muss daher auch in Bezug auf diese Klimaziele der richtige Fokus bestehen und nicht, wie häufig irreführend der Fall, das Missverständnis bestehen, durch Moorwälderrodungen werde »etwas für das Klima getan.« Moorschutz durch Klimaschutz muss über die Wiederherstellung des Wasserhaushalts erfolgen, also durch Grabenverschluss und Grundwasseranhebungen, im Wald wie im Offenland, wo immer dies möglich ist im Kontext aller relevanten Rahmenbedingungen. Die Moorbirke sollte bei dieser Sichtweise ihre Rolle als »Sündenbock« und »Ventil« von Moorschutz-Aktivitäten so bald wie möglich verlieren.

Macht die eingangs getroffene Charakterisierung als kältetolerante Art die Moorbirke automatisch wenig geeignet in Zeiten eines rasch voranschreitenden Klimawandels? Folgende Überlegungen sprechen dafür, dass dem nicht so ist: aufgrund des natürlichen, dauerkühlen Standortklimas intakter Feucht- und an-

derer Sonderstandorte mit lokalem Kälteregime und Feuchtigkeitshaushalt (wie z. B. den Kaltluft-Bockhalden) kann sie auf diesen Sonderstandorten auch in einer insgesamt wärmeren Umgebung gedeihen. Dies setzt allerdings voraus, dass die natürlichen Standortbedingungen auch wirksam sind. In vielen Gebieten müssen sie dafür erst wieder so gut wie möglich hergestellt, und also vergangene Eingriffe in den Wasserhaushalt rückgängig gemacht werden, wo immer dies möglich und konsensfähig ist. Zweiter Grund, warum der Klimawandel für Moorbirken nicht so dramatisch zu beurteilen ist, ist die relativ kurze Lebensspanne der Moorbirke in Verbindung mit ihrer Raschwüchsigkeit. Baumarten, die in der Regel nicht viele hundert Jahre alt werden, unterliegen in geringerem Umfang den Stress- und Risikofaktoren immer erratischer und extremer werdender Umweltbedingungen. Stirbt dennoch ein Teil des Bestandes ab, ist der Zusammenbruch nicht so dramatisch wie bei 200 oder 400 Jahre alten Waldbeständen.

Forstliches Arbeiten mit Moorbirken in vernässten Moorwäldern

In den gängigen Waldbau-Lehrbüchern heutiger Förster-Generationen nehmen Birken überhaupt nur einen sehr bescheidenen Raum ein, anders als in den älteren Werken. Waldbauliche Hinweise zum Umgang mit der Moorbirke fehlen insgesamt weitgehend, oder beziehen sich allgemein auf Birken (vgl. kritisch Müller-Kroehling 2019b).

Die verbreitete »forstliche Unsitte«, von den Baumarten nur in Gattungsform zu sprechen (»Die Ulme«, »die Birke«) ist in jeder Hinsicht ein Hemmnis für die sachgerechtere Beschäftigung mit unseren heimischen Baumarten. Die Moorbirke hat in vielerlei Hinsicht andere Eigenschaften als die Sandbirke. Beispielsweise ist sie auf bestimmten Standorten, wie etwa auf anmoorigen oder sumpfigen forstlichen »Problemstandorten« (vgl. Abbildung 3 und 9), eine mögliche Alternative zu Schwarzerle und zum Teil auch zur Esche, dort wie diese derzeit aufgrund eingeschleppter Baumkrankheiten nicht mehr oder nur noch als mit geringeren Anteilen beigemischte Mischbaumarten angepflanzt werden können.

Neuerdings erfreuen sich Birken in einem umkämpften Holzmarkt zum Teil mit der Gruppe der Weichlaubhölzer auch gesteigerter Beliebtheit, die aus Sicht der Biodiversität nicht nur Grund zur Freude sein muss

(z. B. Bretschneider 2010). Aktuelle Bestrebungen, den boomenden Energieholzsektor auch in Feuchtgebiete und ihre als »unerschlossen« empfundenen Weichlaubholz-Bestände zu lenken, müssen zumindest auf allen Weichböden und §30-Standorten sehr kritisch gesehen werden. Andererseits könnten Moorbirken auch Bestandteil von Niederwäldern und anderen Bestockungsvarianten auf Niedermoorstandorten sein, wenn diese wiedervernässt werden sollen und Nutzungsaufgabe nicht angestrebt wird. Dann wäre die energetische Nutzung oder aber auch die Bau- und Wertholzproduktion eine denkbare Erweiterung des Lebensraumspektrums und eine ja auch nicht intensivere Nutzung der Fläche als beispielsweise eine Feuchtwiese mit mindestens jährlicher Mahd oder gar ein Acker.

In Skandinavien ist die Moorbirke neben der Sandbirke eine forstlich bedeutsame Baumart, und auch dort vor allem eine Baumart nasser Standorte, ja eine »echte Moorbaumart«, die gen Norden der Halbinsel sukzessive an Bedeutung gewinnt (Paivänen & Hanell 2012, Viherä-Aarnio & Velling 1999). Entgegen früherer Einschätzungen genießt sie dort mittlerweile seit längerem eine positive Wahrnehmung auch durch die Forstwirtschaft und wird unter anderem auch zu Furnierproduktion als Starkholz bewirtschaftet (Paivänen & Hanell 2012), aber auch im Stockausschlag und sogar als Kurzumtriebsplantage verwendet (Jylhä et al. 2015). Erwähnt sei, dass viele der Moorstandorte Skandinaviens, die zur Produktionssteigerung entwässert wurden, auch ursprünglich bereits Waldstandorte waren und durch die Entwässerung forstlich nutzbar und erheblich produktiver wurden (Paivänen & Hanell 2012).

Herkünfte für die Verwendung in Mooren

Auch die Herkunftsfrage ist für ihre Rolle im Wald von Belang. Deren Bedeutung für die forstliche Leistungsfähigkeit (vgl. Viherä-Aarnio & Velling 1999) wurden bisher für mitteleuropäische Verhältnisse zu wenig untersucht und beachtet, weil der Baumart insgesamt wenig Bedeutung zugemessen wurde (Günzl 1989). Mayer (1992) beschreibt detailliert ihr standörtliche und forstliche Eignung und differenziert dabei zwischen »nordischen Langtagstypen« und der hiesigen *ssp. carpathica* mit geringeren Wuchsleistungen, und die er als kurzlebig sieht. Er charakterisiert sie als »typische Pionierbaumart auf Spezialstandorten«, die »für sauer-nasse Extremstandorte unentbehrlich« sei. Bonnemann & Röhrig (1971/72) geben zutreffend an,

Abbildung 9: In feuchten, aber nicht nassen Wäldern ist die Wuchsleistung der Moorbirke besonders hoch.

Foto: S. Müller-Kroehling



dass gutgeformte, wüchsige Moorbirken auch in Mitteleuropa vorkommen, wenn nach ihrer Einschätzung auch seltener als in Nordeuropa. Zahlen oder genetische Untersuchungen stehen jedoch noch aus.

Die Moorbirke ist im Forstvermehrungsgutgesetz (FoVG) gelistet. Seit der Novelle 2009 dürfen ferner laut §40 Absatz 1 BNatschG für Pflanzungen in der freien Natur nur noch gebietseigene Herkünfte verwendet werden. Hierfür sind aktuelle Erhebungen des AWG zu genetischen Differenzierung der Vorkommen in Bayern eine sehr wichtige Voraussetzung, auch wenn wie dargestellt Moorbirken oft bisher aus Naturverjüngung örtlicher Naturvorkommen entstanden sind. Für die zukünftig stärkere Berücksichtigung dieser Baumart in vernässten Mooren werden zusätzlich zur Regionalität auch Fragen der forstlichen Eignung eine Rolle spielen.

Idealerweise wird man immer das örtlich bewährte Vermehrungsgut wählen. Für Pflanzungen in Moorgebieten, die vernässt werden sollen, etwa nach Aufgabe einer nicht moorverträglichen vorherigen Nutzung (entwässerte Nadelforst-Reinbestände, Intensivgrünland- oder Ackernutzung auf organischen Böden) sind regionaltypische Herkünfte zu verwenden. Je nach angestrebtem Hauptzweck der Anpflanzung könnten dies Vermehrungsgut von eher forstlich selektierten, besonders gutformige Ausgangsbeständen sein (wie z.B. jener in Abbildung 9), oder aber Nachzuchten regionaler Moorvorkommen, möglicherweise dann

mit stärkerer Beteiligung von oder sogar als reine Karpatenbirken. Es ist legitim und steht den multifunktionalen Zielen des Moorschutzes nicht entgegen, in Beständen, die einer forstlichen Bewirtschaftung mit dem Ziel der Erzielung von Birkennutzholz als forstlichem Hauptprodukt dienen sollen, hierfür besonders geeignete Herkünfte zu verwenden.

Für eine solche forstliche Nutzung mit dem Ziel von Wertholzproduktion kommen vor allem Moorstandorte in Betracht, die technisch oder wegen Restriktionen nur teilvernässbar sind. Dies sind bei weitem die meisten Niedermoorstandorte.

Ausblick

Eine Neubewertung der Moorbirke in praktisch allen Anwendungsbereichen der Landnutzungsplanung ist notwendig. Die Forstwirtschaft sollte zunehmend erkennen, dass es sich lohnt, alle Baumarten auf Art- und nicht Gattungsniveau zu unterscheiden, um ihre Standortpotenziale ganz verstehen und nutzen zu können. Ferner sollte sich durchsetzen, dass die Moorbirke eine der recht zahlreichen heimischen Baumarten ist, die mehr kann, als man ihr zuweilen zutraut, gar bis hin zur Astung und potenziellen Erzeugung von Schnitt-, Bau- oder sogar Wertholz. In Zeiten eines durch eingeschleppte Baumschädlinge zunehmend eingeschränkten Baumartenspektrums und Klimawandels können wir es uns auf Dauer nicht leisten, die ge-

eigneten heimischen Baumarten für solche Standorte links liegen zu lassen. Die Moorbirke ist in diesem Zusammenhang, zusammen mit der Aspe (*Populus tremula*), auch eine wichtige Baumart nährstoffärmerer Nass- und Feuchtstandorte auch auf mineralischem Substrat.

Auch die Naturschutz-Institutionen müssen bei der Moorbirke umdenken. Moorbirken sind notwendiger und wertvoller Teil intakter Moorlebensräume. Auch wenn nicht überall und nicht in unbegrenztem Umfang, profitieren doch die Moore von der Beteiligung von Moorbirken. Die Steuerung ihres Vorkommens kann und sollte über den Wasserhaushalt erfolgen. Ein Schwenden oder Roden von Moorbirkenbeständen ist kein entscheidender Schritt zur Wiederherstellung natürlicher Verhältnisse, sondern ein Dauerpflegeeingriff. Er sollte jenen Bereichen vorbehalten bleiben, in denen kleinflächig Moorzustände »museal« erhalten werden müssen, ohne den Wasserhaushalt durch Verschließen von Gräben oder durch Anheben der Grundwasserspiegel nachhaltig wieder verbessern zu können.

Literatur

- Ammer, U.; Utschick, H.; Weber, G.; Zander, J. (1991): Stufenweise Wiedervernässung einer voralpinen abgetorferten Hochmoorparzelle. - Verh. Ges. f. Ökol. 20: 265-273.
- Bachmaier, F. (1965): Untersuchungen über die Insekten- und Milbenfauna der Zwergbirke (*Betula nana* L.) in süddeutschen und österreichischen Mooren, unter besonderer Berücksichtigung der phytophagen Arten und ihrer Parasiten. - Veröff. Zool. Staatssamml. München 9: 55-158.
- Bonnemann, A.; Röhrig, E. (1971/1972): Waldbau auf ökologischer Grundlage (begründet von A. Dengler; 4. Aufl.). - Bd. 1 Der Wald als Vegetationstyp und seine Bedeutung für den Menschen und Bd. 2: Baumartenwahl, Bestandsbegründung und Bestandspflege. - Hamburg und Berlin, 229 S. und 264 S.
- Brauer, P. (2017): Die Moor-Birken im NSG »Kellerberg«. - Rundbrief 2017 für den Botanischen Arbeitskreis in Lüchow-Dannenberg, S. 17.
- Bretschneider, A. (2010): Moorbwald oder Birkenstadium des degenerierten Hochmoores? Über den Umgang mit Birken im Moor. - Coll. Tourbières, Ann. Sci. Rés. Bios. Trans. Vosges du Nord-Pfälzerwald 15 (2009-2010): 171-178.
- Bretschneider, A. (2012): Die Bedeutung von Birken im Hochmoor. - TELMA 42: 137-146.
- Briemle, G. (1980): Untersuchungen zur Verbuschung und Sekundärbewaldung von Moorbrachen im südwestdeutschen Alpenvorland. - Diss. Bot. 57, 286 S.
- Burschel, P.; Huss, J. (1987): Grundriß des Waldbaus. - Hamburg und Berlin, 352 S.
- Cabiaux, C.; Devillez, F. (1977): Etude de l'influence des facteurs du milieu sur la germination et la levee du bouleau pubescent. - Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique 110(1/2): 96-112.
- Dierßen, B.; Dierßen, K. (1974): Der Sand- und Moorbirken-Aufwuchs in nordwestdeutschen Calluna- und Erica-Heiden, ein Naturschutzproblem. - Natur und Heimat 34: 19-26.
- Ehrhardt, S.; Lang, J.; Simon, O.; Hohmann, U.; Stier, N.; Heurich, M.; Wotschikowsky, U.; Burghardt, S.; Gerner, J.; Schraml, U. (2016): Wildmanagement in deutschen Nationalparks - BfN-Skripten 434, 166 S. + Anh.
- Eisenschmid, F. (2023): Qualitätsansprache junger Laubholzbestände auf einem Niedermoorstandort mit Hilfe terrestrischer Laserscanaufnahmen. - Unveröff. Bsc-Arbeit (Nr. MWW-BA 307) Lehrstuhl für Waldwachstumskunde TU München, 52 S.
- Ejankowski, W. (2010): Seedling recruitment in peat bogs in contrasting hydrologic conditions. - Dendrobiology 64: 13-18.
- Ellenberg, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht (5., stark veränderte und verbesserte Aufl.). - Stuttgart, 1095 S.
- Ellenberg, H.; Weber, H.E.; Düll, R.; Wirth, V.; Werner, W.; Paulißen, D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa (2., verbesserte und erweiterte Aufl.). - Scripta Geobotanica 18: 1-258.
- Eurola, S. (1962): Über die regionale Einteilung der südfinnischen Moore. - Ann. Bot. Soc. Zool. Bot. Fenn. »Vanamo« 33(2): 243 S.
- Finck, P.; Heinze, S.; Raths, U.; Riecken, U.; Ssymank, A. (2017): Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Deutschlands (3., fortgeschriebene Fassung). - Naturschutz und Biologische Vielfalt 156, 637 S.
- Fischer, A. (1995): Forstliche Vegetationskunde (1. Aufl.). - Hamburg u. Berlin, 315 S.
- Frisch, J.; Müller-Kroehling, S. (2012): Käfer (Coleoptera). - In: Jenrich, J. & Kiefer, W. (2012): Das Rote Moor. Ein Juwel in der Hochrhön. - Fulda, 230-255.
- Fuchs, R. (2016): Gagelgebüsche, Moorbirken-Moor- und Erlenbruchwälder. - Natur in NRW 1: 38-42.
- Gayer, K. (1898): Der Waldbau (4. Aufl.). - Berlin, 626 S.
- Günzl, L. (1989): Hat die Birke Zukunft? ÖFZ 11: 45-47.
- Härdtle, W.; Ewald, J.; Hölzel, N. (2004): Wälder des Tieflandes und des Mittelgebirges. - Stuttgart, 252 S.
- Hibsch-Jetter, C. (1994): Birken in den Alpen. Taxonomisch-ökologische Untersuchungen an *Betula pubescens* Ehrh. und *Betula pendula* Roth (Contr. Biologiae Arborum, Bd. 6). - Landsberg am Lech, 166 S. + Anh.
- Hibsch-Jetter, C. (1997): *Betula pubescens* Erh. 1791. - Enzyklopädie der Holzgewächse, 8 EL, 16 S.
- Huotari, N.; Tillman-Sutela, E.; Pasanen, J.; Kubin, E. (2008): Ash-fertilization improves germination and early establishment of birch (*Betula pubescens* Ehrh.) seedlings on a cut-away peatland. - Forest Ecology and Management 255 (7) 2870-2875.
- Hynynen, J.; Niemisto, P.; Vihera-Aarnio, A.; Brunner, A.; Hein, S.; Velling, P. (2010): Silviculture of birch (*Betula pendula* Roth and *Betula pubescens* Ehrh.) in northern Europe. - Forestry 83 (1): 3-119.

- Hytönen, J., (2019): Stump diameter and age affect coppicing of downy birch (*Betula pubescens* Ehrh.). - *European Journal of Forest Research* 138: 345-351.
- Jeske, E. (2022): Die Bedeutung von Moorbirkenwäldern südbayerischer Niedermoorstandorte für den Moorschutz im Licht ihrer charakteristischen Flora. - Unveröff. Msc-Arbeit TU München, Lehrstuhl für Renaturierungsökologie, 128 S.
- Jylhä, P.; Hytönen, J.; Ahtikoski, A. (2015): Profitability of short-rotation biomass production on downy birch stands on cut-away peatlands in northern Finland. - *Biomass and Bioenergy* 75: 275-281.
- Kaule, G.; Peringer, A. (2015): Die Entwicklung der Übergangs- und Hochmoore im südbayerischen Voralpengebiet im Zeitraum 1969 bis 2013 unter Berücksichtigung von Nutzungs- und Klimagradienten. - *Umwelt Spezial* (Hrsg. LfU), 98 S. + Anh.
- Kaule, G., Carminati, B. Huwe, R. Kaule, S., Müller-Kroehling, H.G. Schwarz-von Raumer (2018): Die Hochmoorwälder des süddeutschen Voralpengebietes: Bedeutung und Entwicklung im Klimawandel. - *TELMA* 48: 13-48.
- Köstler, J.N.; Brückner, E.; Bibelriether, H. (1968): Die Wurzeln der Waldbäume. - Hamburg und Berlin, 284 S.
- Kram, K.J. (1998): Influence of species composition and forest age on leaf area index. - *Pol. J. Ecol.* 46(1): 75-88.
- Kutschera, L.; Lichtenegger, E. (2013): Wurzelatlas mitteleuropäischer Waldbäume und Sträucher (2. Aufl.). - Graz, 604 S.
- Laube, J. (2009): Die Revitalisierung der Moore im Steinwald-Ornithol. Anz. 48: 36-42.
- Leipold, D.; Fischer, O. (1987): Die epigäische Spinnen-, Laufkäfer- und Kurzflügelkäferfauna des Großen Moores im NSG »Lange Rhön«. - *Abh. Naturwiss. Verein Würzburg*, 28: 111-137.
- LfU (2022, Hrsg.): Bestimmungsschlüssel für geschützte Flächen nach § 30 BNatSchG / Art. 23 BayNatSchG. Stand 4/2022 (als Fortschreibung der früheren Fassungen aus den Jahren 1986 bis 2020). - *UmweltSpezial*, Augsburg, 76 S.
- LfU & LWF (2022, Hrsg.): Handbuch der Lebensraumtypen nach Anhang I der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie in Bayern (Stand 4/2022). - Augsburg und Freising, 174 S. + Anlagen.
- Lohmeyer, W.; Bohn, U. (1972): Karpatenbirkenwälder als kennzeichnende Gehölzgesellschaften der Hohen Rhön und ihre Schutzwürdigkeit. - *Natur und Landschaft* 47(7): 196-200.
- Luthardt, V.; Schulz, C.; Meier-Uhlher, R. (2015): Steckbriefe Moorsubstrate, 2. Auflage. Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (Hrsg.), 154 S., DOI: 10.23689/efdgeo-3724.
- Matuszkiewicz, W. (1963): Zur systematischen Auffassung der oligotrophen Bruchwaldgesellschaften im Osten der Pommerischen Seenplatte. - *Mitt. Flor.-Soz. Arbeitsgem.* 149-155.
- Mayer, H. (1992): Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage (4. neu bearb. Aufl.). - Stuttgart, 522 S.
- Mitchell, R.J.; Campbell, C.D.; Chapman, S.J.; Osler, G.H.R., Vanbergen, A.J.; Ross, C.; Cameron, C.M.; Cole, L. (2007): The cascading effects of birch on heather moorland: a test for the top-down-control of an ecosystem engineer. - *J. Ecol.* 95(3): 540-554.
- Moody, S.A.; Paul, N.D.; Björn, L.O.; Callaghan, T.V.; Lee, J.A.; Manetas, Y.; Rozema, J.; Gwynn-Jones, D.; Johanson, U.; Kypraris, A.; Oudejans, A.M.C. (2001): The direct effects of UV-B radiation on *Betula pubescens* litter decomposing at four European field sites - *Plant Ecology* 154: 27-36.
- Mucina, L.; Grabherr, G.; Wallnöfer, S. (1993): Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil. III Wälder und Gebüsche. - Jena, 353 S.
- Müller, L. (2022): Die Bedeutung von Moorbirkenwäldern südbayerischer Niedermoorgebiete für den Moorschutz im Lichte ihrer charakteristischen Laufkäferfauna. - Unveröff. Msc-Arbeit TU München, Lehrstuhl für Renaturierungsökologie, 87 S.
- Müller-Kroehling, S.; Engelhardt, K.; Kölling, C. (2013): Zukunftsaussichten des Hochmoorlaufkäfers (*Carabus menetriasi*) im Klimawandel. - *Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz* 13: 73-85.
- Müller-Kroehling, S. (2019a): In Dubio pro *Betula*! Plädoyer für mehr Toleranz gegenüber der Moorbirke in Mooren. - In: *AN-Liegen Natur* 41(1): 135-144.
- Müller-Kroehling, S. (2019b): Birken in Mooren: Plädoyer für eine forstliche Neubewertung. - *AFZ/Der Wald* 4/2019: 10-13.
- Müller-Kroehling, S.; Schumacher, J.; Pratsch, S. (2019): Beseitigung von Gehölzen in Mooren. Rechtliche und fachliche Aspekte. - *Naturschutz und Landschaftsplanung* 51(6): 264-269.
- Nickel, H.; Gärtner, E. (2009): Tyrphobionte und tyrphophile Zikaden (Hemiptera, Auchenorrhyncha) in der Hannoverschen Moorgeest - Biotopspezifische Insekten als Zeigerarten für den Zustand von Hochmooren - *Telma* 39: 49-74.
- Nickel, H. (2003): The leafhoppers and planthoppers of Germany (Hemiptera, Auchenorrhyncha): patterns and strategies in a highly diverse group of phytophagous insects. - Pensoft, Sofia und Moskau. 460 pp.
- Oberdorfer, E. (1983): Pflanzensoziologische Exkursionsflora (5. Aufl.). - Stuttgart, 1051 S.
- Obidowicz, A. (1990): Eine pollenanalytische und moorkundliche Studie zur Vegetationsgeschichte des Podhale-Gebietes (West-Karpaten). - *Acta Paleobotanica* 30(1,2): 147-219.
- Olchev, A.; Volkova, E.; Karataeva, T.; Novenko, E. (2013): Growing season variability of net ecosystem CO₂ exchange and evapotranspiration of a sphagnum mire in the broad-leaved forest zone of European Russia. - *Environ Res. Lett.* 8: 035051
- Paivänen, J.; Hanell, B. (2012): Peatland ecology and forestry - a sound approach. - Univ. Helsinki Dept. For. Sciences Publ. 3: 267 S.
- Pfister, H. (1956): Der Birkenschlag und seine Falter. - *Nachrichtenbl. Bayer. Entomol.* 5(8): 73-75.
- Pott, R. (1992): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. Stuttgart, 427 S.
- Precker, A. (2020): Chronik eines angekündigten Todes - Vom stillen Sterben der Regenmoore in Mecklenburg-Vorpommern (Nordostdeutschland). - *TELMA* 50: 149-192.
- Prien, S. (1997): Wildschäden im Wald. Ökologische Grundlagen und integrierte Schutzmaßnahmen. - Berlin, 257 S.

- Rajala, P. (1980): Die Birkhuhnbestände Finnlands und deren zukünftige Entwicklung. - Beih. Veröff. Natursch. Landschaftspfl. Bad.-Württ. 16: 147-157.
- Ritter, E. (2007): Carbon, nitrogen and phosphorus in volcanic soils following afforestation with native birch (*Betula pubescens*) and introduced larch (*Larix sibirica*) in Iceland. - Plant Soil 295: 239-251.
- Rittershofer, F. (1994): Waldpflege und Waldbau. - Freising, (Selbstverlag), 481 S.
- Rubner, K. (1953): Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaus. - Radebeul und Berlin, 584 S.
- Sarkkola, S.; Hökkä, H.; Koivusalo, H.; Nieminen, M.; Ahti, E.; Päivänen, & Laine, J. (2010): Role of tree stand evapotranspiration in maintaining satisfactory drainage conditions in drained peatlands. - Can. J. For. Res. 40: 1485-1496.
- Sautter, R. (2003): Waldgesellschaften in Bayern. - Landsberg, 224 S.
- Scamoni, A. (1960): Waldgesellschaften und Waldstandorte, dargestellt am Gebiet des Diluviums der Deutschen Demokratischen Republik. - Berlin, 326 S.
- Schmalzer, A. (1988): Birkhühner im Mühlviertel - Aufstieg und Untergang - Kataloge des OÖ. Landesmuseums MUE 88: 199-204.
- Schmidt, O. (2000): Ökologische Bedeutung der Birke für die einheimische Tierwelt. - LWF-Wissen 28: 27-33.
- Segerer, A.H. (2001): Zum Vorkommen einiger bemerkenswerter blattminierender »Kleinschmetterlinge« in bayerischen Moorbiotopen. - Beitr. Bayer. Entomofaunistik 4: 33-40.
- Sprick, P. (2015): Für mehr Gehölze im Moor? Beitrag zur phytophagen Käferfauna von Hoch- und Zwischenmooren. - ANLiegen Natur 37: 2.
- Sprick, P.; Schmidt, L.; Gärtner, E. (2013): Bemerkenswerte Kurzflügelkäfer (Staphylinidae), phytophage (Chrysomelidae, Curculionoidea) und diverse Käfer aus der Hannoverschen Moorgeest - I. Beitrag zur Käferfauna (Coleoptera). - TELMA 43: 123-162.
- Ssymank, A.; Ullrich, K.; Vischer-Leopold, M.; Belting, S.; Bernotat, D.; Bretschneider, A.; Rückriem, C.; Schiefelbein, U. (2015): Handlungsleitfaden »Moorschutz und Natura 2000« für die Durchführung von Moorrevitalisierungsprojekten. - Naturschutz und Biologische Vielfalt 140: 277-312.
- Tomassen, H.; Smolders, A.; Lamers, L.; Roelofs, J. (2003): Stimulated growth of *Betula pubescens* and *Molinia caerulea* on ombrotrophic bogs: role of high levels of atmospheric nitrogen deposition 91: 357-370.
- UNEP & Global Peatlands Initiative (GPI, 2022, Hrsg.): Global Peatlands Assessment: The State of the World's Peatlands. Main Report. - Nairobi, 418 S.
- Viherä-Aarnio, A.; Velling, P. (1999): Growth and Stem Quality of Mature Birches in a Combined Species and Progeny Trial. - Silva Fennica 33(3): 225-234.
- Wagner, C. (1994): Zur Ökologie der Moorbirke *Betula pubescens* EHRH. in Hochmooren Schleswig-Holsteins unter besonderer Berücksichtigung von Regenerationsprozessen in Torfstichen. - Mitt. Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg 47, 182 S.
- Wagner, C. (2006): »Grenzen des Entkusselns« oder: Zum Einfluss der Moorbirke (*Betula pubescens*) auf Regenerationsprozesse in Hochmooren. - Arch. Natursch. Landschaftsforsch. 45(2): 71-85.
- Walentowski, H.; Ewald, J.; Fischer, A.; Kölling, C.; Türk, W. (2004): Handbuch der natürlichen Waldgesellschaften Bayerns. - Freising, 441 S.

Keywords: downy birch, downy birch bog forest, bog protection, waterlogging, tree removal

Summary: Downy birch is characterized by numerous ecological differences to silver birch and, in contrastingly to is a species that strongly prefers peatland sites. On fen sites it can form birch carr forests or be part an admixture of mixed carr forests. In raised bogs, it naturally inhabits the edge forests as an important mixed tree species. In such natural birch bog forests and bog forests with admixture of downy birch, peatland ground vegetation and birch wood residues also give rise to birch fen peat, so that these habitat constitute growing bogs. Overall, however, downy birch needs bogs that are not completely wet, but at least temporarily dry out at the surface. The species was therefore often indirectly promoted by the drainage of peatlands, but then declined again in many places due to progressive drying out of the drained sites. If drained bog sites become waterlogged again by raising groundwater levels and closing bog ditches, downy birches benefit to a certain degree from the waterlogging. If permanent wetness reaches levels close to the ground surface, peat mosses can completely gain the upper hand and birch growth slows down significantly because of the excessive moisture and their competitive inferiority compared to peat mosses in terms of phosphorus appropriation. Downy birch stands on raised bog sites are therefore usually the result of moderate drainage and not its cause. In this context, however, cause and effect are widely misunderstood and commonly attempts made to improve peatland protection functions through removal of the trees, although this is doomed to fail without effective waterlogging of the areas and is superfluous if the areas are effectively waterlogged. Due to their numerous favorable effects on all bog protection functions, downy birch and downy birch forests, which are among the endangered and nationally and Europe-wide protected habitats, should be valued more and preserved.

Fremdländische Birken

Mirko Liesebach

Schlüsselwörter: *Betula*, Versuch, Nordamerika, Asien, Wachstum

Zusammenfassung: Von den 30 bis 150 Birkenarten kommen vier in Deutschland natürlich vor, darunter die Sand- und Moorbirke. Die beiden Birkenarten sind in unseren Wäldern allgegenwärtig. Als Pionierbaumarten stellen sie sich auf nahezu jeder Kulturfläche ein und wurden meist entnommen. Mit wenigen fremdländischen Birkenarten wurden forstliche Versuche angelegt. Als Ziergehölze sind sie wegen ihrer Rinden- und Herbstfärbung häufiger. Je fünf nordamerikanische und asiatische Birkenarten werden unter Berücksichtigung ihrer Bedeutung in der Forstwirtschaft sowie in der Landschaft und Stadt vorgestellt.

Bei den Arten der Gattung *Betula* handelt es sich um sommergrüne Bäume und Sträucher, die auf der Nordhalbkugel von der gemäßigten bis in die arktische Zone vorkommen. Die Angaben zur Artenanzahl der Gattung *Betula* variieren zwischen 30 und 150 (de Jong 1993). Fachleute wie Willis (1973), Krüssmann (1976) sowie Ashburner und Walters (1989) gehen von 60 Arten aus. Furlow (1990) nennt 35 Arten und de Jong (1987) schätzte die Zahl auf 30–35 Arten, die sich in fünf Untergattungen einteilen (Tabelle 1). Schmidt und Hecker (2020) sowie Schütt et al. (1992) nennen 40 bzw. 45 Arten. Vier Arten kommen in Deutschland vor: *Betula pendula* (Sandbirke, Baum des Jahres 2000) und *B. pubescens* (Moorbirke, Baum des Jahres 2023) sowie die beiden Strauchbirken *B. nana* (Zwergbirke) und *B. humilis* (Europäische Strauchbirke).

Nur wenige Arten der Gattung *Betula* sind in Deutschland von forstlichem Interesse. Im Folgenden werden je fünf nordamerikanische und asiatische Birkenarten vorgestellt und auf ihre Bedeutung in der Forstwirtschaft sowie in der Landschaft und Stadt eingegangen.

Nordamerikanische Arten

Gelbbirke – *Betula alleghaniensis* Britton (*B. lutea*)

Die Gelbbirke hat ihr natürliches Verbreitungsgebiet im östlichen Kanada, von den Neuengland-Staaten bis nach Michigan sowie in den Appalachen. Ihr Name geht auf die gelbgraue bis graubraune, metallisch glänzende, sich in kräuselnden Streifen abrollende Stammrinde zurück. Die Gelbbirke erreicht Höhen von 30 m und Stammdurchmesser von 80 cm.

Im Gegensatz zu den meisten Birkenarten ist die Gelbbirke kein Pioniergehölz. Sie ist eine langsam wachsende, langlebige Baumart die als charakteristische Mischbaumart in Schlusswaldgesellschaften vorkommt. Im Gegensatz zu vielen anderen Birken verträgt sie Halbschatten und kann ein Alter von bis zu 300 Jahren erreichen.

In Nordamerika ist sie die forst- und forstwirtschaftlich bedeutendste Birkenart. Ihr wertvolles Holz ist vielseitig einsetzbar. So wird ein großer Teil zu Furnieren verarbeitet oder geht als Massivholz in die Möbelherstellung und den Innenausbau (z. B. als Fußboden). Es wird auch als Imitationsholz für Mahagoni und Kirsche verwendet. Von den Indianern wird die Verwendung der Rinde als Medizin berichtet. Die Rinde enthält Salicylsäure-Methylester (Wintergrünöl), der in Nordamerika u. a. in Kaugummis der Geschmacksrichtung Wintergreen eingesetzt wird (Erdmann 1990).

Die Gelbbirke ist der Nationalbaum der kanadischen Provinz Québec, wo sie üblicherweise *merisier* (franz. Süßkirsche) genannt wird.

Als Zierbaum wird die Gelbbirke wegen ihrer Stammrinde und ihres lebhaft gelben Herbstlaubs geschätzt. In Europa ist die Art seit vor 1767 in Kultur und derzeit eine Sorte im Handel (Tabelle 7).

In forstlichen Versuchsanbauten in Deutschland (Tabelle 2) hat sich die Art nicht bewährt. Stern (1963), Weisgerber und Rau (1989) sowie Rau (1991) berichten übereinstimmend von hohen Ausfallraten, unbefriedigendem Wachstum und schlechten Stammformen. Den besten Wuchs zeigte eine Herkunft in Weinheim (BW), welche aber geringer als das der Papierbirke ist (Noe und Wilhelm 1997).



Abbildung 1: Papierbirke: einstämmig in gelber Herbstfärbung. Foto: M. Liesebach



Abbildung 2: Schwarzbirke: Stammborke. Foto: M. Liesebach

Papierbirke – *Betula papyrifera* Marshall

Das Verbreitungsgebiet der recht anspruchslosen Papierbirke erstreckt sich über das gesamte nördliche Amerika. Es reicht im Westen von Alaska bis südlich nach Oregon und im Osten von Labrador südlich bis New York. Die Art ist sehr variabel, weshalb auch mehrere Unterarten ausgewiesen werden. Sie wächst sowohl in Rein- als auch in Mischbeständen und wird gerne vom Wild verbissen (Saffort et al. 1990).

Die Papierbirke (Abbildung 1) ist eine der höchsten und stärksten Birkenarten, die Höhen von bis zu 40 m Höhe erreicht. Sie wächst in der Regel einstämmig. Ihre Lebenserwartung wird mit maximal 140 Jahren angegeben (Saffort et al. 1990). Die Stammrinde ist blendend weiß, blättert später in feinen papierartigen Querstreifen ab.

Das Holz ist vielseitig verwendbar als Furnier, Bau- und Papierholz und Drechselholz. Die Ureinwohner nutzten frische Rinde zum Bau von Kanus. Die Papierbirke wird auch in ihrer Heimat als Landschaftsgehölz eingesetzt.

Als Ziergehölz kam sie 1750 nach Europa. Sie ist eine der schönsten weißrindigen Bäume, die mit Ein-

schränkungen auch als Straßenbaum geeignet ist. Sie wird jedoch als nicht stadtklimafest eingestuft und soll nicht in befestigten Flächen gepflanzt werden (GALK 2012).

Mit der Papierbirke wurden zwischen 1954 und 1982 einige forstliche Versuche angelegt (Tabelle 3). Die Prüfglieder zeigten eine große Variation in der Merkmalsausprägung. Die Papierbirke schnitt im Wachstum dabei im Mittel besser ab als die Gelbbirke. Die wüchsigsten Nachkommenschaften konnten mit den heimischen Birken konkurrieren (Weisgerber und Rau 1989).

Zuckerbirke – *Betula lenta* L.

Die Zuckerbirke hat ihr natürliches Verbreitungsgebiet im Nordosten der USA und kommt vorwiegend in den Appalachen bis in 1800 m Höhenlage vor. Sie ist ein mittelgroßer Baum mit Höhen bis 25 m. Die Stammrinde ist dunkelrotbraun bis schwärzlich, die sich nicht in Streifen abrollt, sondern im Alter eine rissige Borke bildet (Lamson 1990).

Das Holz der Zuckerbirke ähnelt dem der Gelbbirke. Im Handel wird nicht zwischen den beiden Arten un-

terschieden. Das aus Rinde und dem Holz junger Bäume gewonnene »Birkenöl« wurde früher für Parfüms verwendet. Aus dem Blutungssaft kann Birkenbier gebraut werden (Moser 2005).

Die Birke wurde 1759 nach Europa (England) eingeführt. Ihre ungewöhnliche Borkenbildung und das goldgelbe Herbstlaub machen sie als Zierbaum interessant.

Schwarzbirke – *Betula nigra* L.

Die Schwarzbirke kommt in den östlichen USA von den großen Seen bis an den Golf von Mexiko auf Nassstandorten vor. Einzelne Bäume erreichen auf Auenstandorten Höhen von 30 m und Durchmesser von 150 cm. Die Baumart verträgt keine Beschattung.

Die Stammrinde ist anfangs weißlich bis gelb- oder rotbraun und rollt sich kraus auf. Mit zunehmendem Alter geht sie in eine grobe, dunkelbraun bis schwarze Borke über (Abbildung 2). Das Holz ist leichter als das der meisten anderen Birkenarten und geht daher überwiegend in die Papierindustrie oder wird zum Drechseln verwendet (Grelen 1990).

Es ist die erste nordamerikanische Birkenart, die bereits 1736 nach Europa eingeführt wurde. Ihre Stammrinde macht sie als Ziergehölz besonders dekorativ. Mehrere Sorten sind ausgelesen und werden in Europa vermarktet (Tabelle 7). Aufgrund ihrer Standortansprüche ist die Art nur selten im urbanen Bereich anzutreffen.

Forstliche Versuchsanbauten in Deutschland sind nicht bekannt.

Pappelblatt- oder Graubirke – *Betula populifolia* Marshall

Die Graubirke kommt in Nordamerika östlich der Großen Seen vor. Sie ist ein kleiner Pionierbaum, der keine Beschattung verträgt und auf sandigen oder steinigen Standorten vorkommt. Die Graubirke wird nur etwa 12 m hoch und erreicht Durchmesser von 30 cm (Farrer 1997, Nelson et al. 2014). Der Baum wächst oft mehrstämmig.

Die Graubirke ist seit 1750 in Kultur (Schmidt und Hecker 2020). Sie hat eine schöne gelbe Herbstfärbung.

Aus Mecklenburg berichtet von Döring (1927), dass die Birke in Wuchsleistung und Holzgüte hinter den heimischen Birken zurückbleibt. Weitere forstliche Versuche waren vorgesehen, wurden aber nicht realisiert (Stern 1963).

Asiatische Arten

Ermans oder Goldbirke – *Betula ermanii* Cham.

Die kältetolerante Ermans Birke ist im kontinentalen Nordosten Asiens sowie den Gebirgen Japans und Koreas und von Sachalin bis nach Kamtschatka beheimatet. Rund 70 % des gesamten *B. ermanii*-Vorkommens ist auf Kamtschatka zu finden, wo die Art Sumpfbereiche oder Gegenden mit Permafrost meidet (Ortner 2015). Sie wird bis 20 m hoch und kann einen Durchmesser von 90 cm erreichen. Sie kommt als Pioniergehölz und in Wäldern vor (JFTA 1964). Die Stammrinde adulter Bäume ist gelbweißlich. Die äußere Rindenschicht löst sich rollenartig ab und hängt in dünne Streifen nach unten.

Die Art ist in morphologischer und ökologischer Sicht *B. utilis* recht ähnlich.

Das blass gelbbraune Holz wird für Furniere, Möbel und die Papierherstellung genutzt.

Die Ermans Birke wurde 1880 in Russland in Kultur genommen. Beliebte sind mehrstämmige, sich durch runde Stämme mit rosa-cremeweißer, sich dünn abrollender Rinde auszeichnende Auslesen (Tabelle 7; Schmidt und Hecker 2020).

In forstlichen Versuchen (Tabelle 4) erwies sich die Ermans Birke nach anfangs gutem Wachstum als mattwüchsig oder zeigte hohe Ausfälle. Zwischen zehn geografischen Regionen, in die sich 64 Herkünfte aus Japan gruppieren lassen, sind keine Unterschiede im Jugendwachstum aufgetreten.

Lindenblättrige oder Maximowicz-Birke – *Betula maximowicziana* Regel

Das natürliche Verbreitungsgebiet beschränkt sich auf die japanischen Inseln Hokkaido und Hondo und die südlichen Kurilen. Die frostharte und schattentolerante Birke erreicht Höhen von 30 m und Stammdurchmesser von einem Meter. Die Birke zeichnet sich durch gute Stammformen (Abbildung 3) und ein rasches Jugendwachstum aus. In ihrer Heimat tritt die Art nur selten in Reinbeständen auf. Man findet sie meist in Mischung mit anderen Laub- und Nadelbaumarten. Durch ihre großen, lindenähnlichen Blätter ist sie unverwechselbar.

Das Holz findet in Japan vielseitige Verwendung. So werden daraus Furniere, Möbel, Spindeln, Streichholzschnitten und Papier hergestellt. Aufgrund der guten Schaftform und der weitgehend astfreien Stämme hat die Maximowicz-Birke einen hohen Furnierholzanteil. Das hellfarbige Holz wird auch als Fußbodenbelag in japanischen Landgasthäusern genutzt. Die Rinde wurde für Fackeln verwendet (JFTA 1964).



Abbildung 3: Maximowicz-Birke: 60-jähriger Versuch.

Foto: M. Liesebach

Seit 1888 ist die Maximowicz-Birke in Europa in Kultur. Man findet sie in zahlreichen dendrologischen Sammlungen, Gärten und Parks. Sie besticht durch eine eindrucksvolle Baumgestalt. Ihr buttergelbes Herbstlaub kommt besonders an Solitären zur Geltung.

Von den asiatischen Birken wurden mit der Maximowicz-Birke wegen ihrer frühen und guten Astreinigung und der geraden, walzenförmigen Schäfte zahlreiche forstliche Versuche (Tabelle 5) angelegt. Auf den Versuchsflächen zeichnete sich die Birke durch hohe Überlebensprozente auf mittleren und besseren Standorten aus (Liesebach et al. 1997). Auf armen Standorten fiel sie aus, und auf schweren Tonböden kümmerst sie (Stephan und Liesebach 2000). Im Vergleich zu den nordamerikanischen Arten (Gelb- und Papierbirke) hatte die Maximowicz-Birke trotz Trockenheit einen problemlosen Start in der Kulturphase. Zwischen den Herkünften bestehen deutliche Unterschiede: Herkünfte aus dem südlichen Teil des natürlichen Verbreitungsgebiets der Region Nagano im mittleren Bereich von Hondo zeigen ein überdurchschnittliches Wachstum (Liesebach et al. 1997). Es ist die einzige fremdländische Birkenart, die die Bayerischen Staatsforsten in ihrem Waldbauhandbuch in der Kategorie 3 (bedingte Anbauempfehlung,

nur unter wissenschaftlicher Begleitung) empfehlen (BaySF 2020).

Japanische oder Mandschurische Birke – *Betula platyphylla* Sukaczew (*B. pendula* subsp. *mandshurica*, *B. mandshurica*, *B. japonica*)

Die Mandschurische Birke ist in weiten Teilen Ostasiens natürlich verbreitet. Sie besiedelt dort als Pionierbaumart Feuchtstandorte. Die lichtbedürftige Baumart verträgt keine Dürre. Sie wächst relativ schnell und bildet rasch Reinbestände. Die Bäume erreichen eine Höhe von bis zu 25 m und einen Durchmesser von 60 cm (Puhua 2003).

Verwendung findet die Mandschurische Birke überwiegend als Konstruktionsholz im Hausbau, als Eisenbahnschwelle und Brennmaterial. Knospen und Rinde haben eine volksmedizinische Bedeutung. Der Blutungssaft enthält im zeitigen Frühjahr Inhaltsstoffe, die zur Herstellung von Getränken verwendet werden (Puhua 2003).

Wegen ihres ansprechenden Erscheinungsbildes, der weißen, papierartige Ringelborke und der gelben Herbstfärbung eignet sich die Birke als Landschaftselement und als Ziergehölz.



Abbildung 4: Mandschurische Birke: 60-jähriger Versuch.
Foto: M. Liesebach



Abbildung 5: Eisenbirke am Naturstandort in der Region Primorje (Russland): Stammborke. Foto: M. Liesebach

Die Art wird heute als Unterart der Sandbirke zugeordnet (Schmidt und Hecker 2020).

In kleineren forstlichen Versuchen wurden Herkünfte aus Japan seit den 1960er Jahren angebaut (Abbildung 4; Tabelle 6). In den Feldversuchen zeichnete sie sich durch ein gutes Jugendwachstum aus, das jedoch stark vom Standort abhängt. Zwischen den Herkünften bestehen Unterschiede im Austrieb und Wachstum. Im Gegensatz zu Maximowicz-Birke und Ermans Birke gedeiht sie auch auf ärmeren Standorten (Liesebach et al. 2007).

Schnee- oder Himalaja-Birke – *Betula utilis* D. Don (*B. jacquemontii*)

Das natürliche Verbreitungsgebiet der Himalaja-Birke umfasst verschiedene Hochlagen des Himalaja-Gebirges von Afghanistan über Pakistan, Indien, Nepal und Bhutan bis nach China. Sie bildet dort meist kleinen Bestände aus. Die Bäume werden bis 20 m hoch. Die Art ist sehr variabel, da die Vorkommen in den einzelnen Tälern keinen oder nur wenig Kontakt haben (Schmidt und Hecker 2020).

Die lichtbedürftige Himalaja-Birke ist äußerst variabel in der unterschiedliche Rindenfarbe, die von weiß

bis schwarz marmoriert reicht. Ihre Wurzeln breiten sich flach aus. Die Herbstfärbung ist goldgelb.

Das harte und dichte aber eher spröde Holz stellt im Ursprungsgebiet der Art ein wertvolles Nutzholz da, wird aber hauptsächlich als Brennholz genutzt. Die Borke findet gelegentlich zur Dacheindeckung sowie als Papierersatz Verwendung. In Kaschmir wurden Manuskripte bis ins 18. Jahrhundert auf Birkenrinde erstellt. Das Laub dient als Viehfutter.

Die Art ist seit 1849 in Kultur und mit zahlreichen Sorten im Handel (Tabelle 7). Eine der bekanntesten ist die Sorte ›Doorenbos‹. Als Straßenbaum ist die Birke mit Einschränkungen geeignet (GALK 2021).

Schmidts oder Eisenbirke – *Betula schmidtii* Regel

Das natürliche Verbreitungsgebiet der Eisenbirke liegt in der Region Primorje in Russland, im nordöstlichen China (Mandschurei), auf der japanischen Insel Honshu und in Nordkorea. Die Eisenbirke ist ein bis zu 30 Meter hoher, starkastiger Baum mit dunkelbrauner bis schwarzer Borke, die in kleine, dicke Platten gespalten ist (Abbildung 5).

Das Holz ist sehr schwer und übersteigt selbst trocken das spezifische Gewicht von 1 g/cm³. Es gilt als

das festeste Holz aller fernöstlichen Arten und ist vergleichbar mit Eisenholz. Aus dem Holz der Eisenbirke, das sich ausgezeichnet polieren lässt, werden in Japan Käämme (Oroku-gushi mit dem Siegel »offizielles kunsthandwerkliches Erzeugnis«) hergestellt.

Die Art ist in Europa nur selten in Arboreten und Botanischen Gärten anzutreffen.

| Untergattung | Zugehörige Arten |
|---------------------|---|
| <i>Betulenta</i> | <i>B. alleghaniensis</i> , <i>B. austrosiensis</i> , <i>B. corylifolia</i> , <i>B. globispica</i> , <i>B. grossa</i> , <i>B. insignis</i> , <i>B. lenta</i> |
| <i>Betulaster</i> | <i>B. alnoidees</i> , <i>B. maximowicziana</i> |
| <i>Neurobetula</i> | <i>B. albosinensis</i> , <i>B. chinensis</i> , <i>B. chichibuensis</i> , <i>B. costata</i> , <i>B. davurica</i> , <i>B. delavayi</i> , <i>B. ermannii</i> , <i>B. fargesii</i> , <i>B. nigra</i> , <i>B. raddeana</i> , <i>B. schmidtii</i> |
| <i>Betula</i> | <i>B. cordifolia</i> , <i>B. occidentalis</i> , <i>B. papyridera</i> , <i>B. pendula</i> , <i>B. platyphylla</i> , <i>B. populifolia</i> , <i>B. pubescens</i> , <i>B. resinifera</i> |
| <i>Chamaebetula</i> | <i>B. frutucosa</i> , <i>B. humilis</i> , <i>B. mricrophylla</i> , <i>B. middendorffii</i> , <i>B. nana</i> , <i>B. pumila</i> |

Tabelle 1: Die Arten der Gattung *Betula* und die fünf Untergattungen (de Jong 1993, geändert).

| Versuchsort | Anlagejahr | Prüfglieder | Quelle |
|--|-------------|--|-------------------------------------|
| Emsland (NI), 3 Flächen | 1958 – 1959 | 10 Nachkommenschaften | König 1984 |
| Weinheim (BW) | 1964 | 1 Herkunft | Noe und Wilhelm 1997 |
| Fritzlar (HE) | 1980 | 142 Nachkommenschaften von 36 Herkünften | Rau et al. 1988 |
| Friedrichsruh (SH), Danndorf (NI), Neu Isenburg (HE), Reinhardshagen (HE) | 1981/82 | 11 Nachkommenschaften von 4 Herkünften | Weigerber und Rau 1989, Rau 1991 |

Tabelle 2: Versuche mit der Gelbbirke (Liesebach 2000).

| Versuchsort | Anlagejahr | Prüfglieder | Quelle |
|--|-------------|--|--------------------------------------|
| Wächtersbach (HE) | 1954 | 3 Nachkommenschaften | Stern 1963 |
| Rantzau (SH) | 1954 | 4 Nachkommenschaften | Stern 1963, König 1984 |
| Emsland (NI), 4 Flächen | 1958 – 1964 | 12 Nachkommenschaften | König 1984 |
| Weinheim (BW) | 1964 | 1 Herkunft | Noe und Wilhelm 1997 |
| Friedrichsruh (SH), Danndorf (NI), Neu Isenburg (HE), Reinhardshagen (HE) | 1981/82 | 19 Nachkommenschaften von 6 Herkünften | Weisgerber und Rau 1989, Rau 1991 |

Tabelle 3: Versuche mit der Papierbirke (Liesebach 2000).

| Versuchsort | Anlagejahr | Prüfglieder | Quelle |
|-------------------------|-------------|---|-----------------------------|
| Wächtersbach (HE) | 1954 | 2 Nachkommenschaften | Stern 1963 |
| Rantzau (SH) | 1954 | 2 Nachkommenschaften | Stern 1963, König 1984 |
| Emsland (NI), 4 Flächen | 1959 – 1962 | 64 Nachkommenschaften von 24 Herkünften | Stern 1963, König 1984 |
| Malente (SH) | 1961 | 64 Nachkommenschaften von 24 Herkünften | Liesebach 2000 |
| Escherode (NI) | 1964 | 1 Herkunft | Kleinschmit und Svolba 1982 |

Tabelle 4: Versuche mit der Ermans Birke (Liesebach 2000).

| Versuchsort | Anlagejahr | Prüfglieder | Quelle |
|--|------------|--|-----------------------------------|
| Wächtersbach (HE) | 1954 | 2 Nachkommenschaften | Stern 1963 |
| Rantzeau (SH) | 1954 | 1 Nachkommenschaft | König 1984 |
| Lingen (NI) | 1958 | 1 Nachkommenschaft | König 1984 |
| Großhansdorf (SH) | 1960 | 110 Nachkommenschaften von 21 Herkünften | Stern 1963, Liesebach et al. 1997 |
| Lingen (NI) | 1961 | 88 Nachkommenschaften | Liesebach et al. 1997 |
| Malente (SH), Trittau (SH) | 1961 | 110 Nachkommenschaften von 21 Herkünften | Liesebach et al. 1997 |
| Trittau (SH) | 1961 | 109 Nachkommenschaften von 21 Herkünften | Liesebach et al. 1997 |
| Romrod/Alsfeld (HE) | 1961 | 107 Nachkommenschaften von 21 Herkünften | Liesebach et al. 1997 |
| Escherode (NI) | 1964 | 1 Herkunft | Kleinschmit und Svolba 1982 |
| Weinheim (BW) | 1979 | 1 Herkunft | Noe und Wilhelm 1997 |
| Burgholz (NW) | 1974/75 | | Hogrebe 1981 |
| Mariensee (NI), Trenthorst (SH), Wächtersbach (HE) | 1991 | 20 Nachkommenschaften | Liesebach et al. 1997 |
| Wildeshausen (NI) | 1991 | 18 Nachkommenschaften | Liesebach et al. 1997 |
| Freilassing (BY), Tännesberg (BY) | 2006 | 1 Herkunft | Faust et al. 2020 |

Tabelle 5: Versuche mit der Maximowicz-Birke (Liesebach 2000, geändert).

| Versuchsort | Anlagejahr | Prüfglieder | Quelle |
|------------------------------|------------|--|-----------------------------------|
| Grafrath (BY) | ca. 1960 | 10 Herkünfte | Schilder et al. 1995 |
| Großhansdorf (SH), Föhr (SH) | 1960 | 132 Nachkommenschaften von 30 Herkünften | Stern 1963, Liesebach et al. 2007 |
| Klausheide (NI) | 1961 | 121 Nachkommenschaften von 26 Herkünften | Liesebach et al. 2000 |
| Weinheim (BW) | 1979 | 1 Herkunft | Noe und Wilhelm 1997 |

Tabelle 6: Versuche mit der Mandschurischen-Birke (Liesebach 2000, geändert).

| Birkenart | Sorten |
|----------------------|---|
| Gelbbirke | ›Goblin‹ |
| Schwarzbirke | ›Black Star‹, ›BNMTF‹, ›Fox Valley‹, ›Heritage‹, ›Shiloh Splash‹, ›Summer Cascade‹, ›Tecumseh Compact‹ |
| Graubirke | ›Whitespire‹ |
| Papierbirke | ›Saint George‹, ›Vancouver‹ |
| Ermans Birke | ›Blush‹, ›Grayswood Hill‹, ›Hakkoda Orange‹, ›Holland‹, ›Mount Apo‹, ›Mount Zao‹, ›Mount Zao Purple‹, ›Polar Bear‹, ›WVO2F2‹ |
| Mandschurische Birke | ›Obelisk‹ |
| Himalaja-Birke | ›C1‹, ›China Ruby‹, ›Doorenbos‹, ›Fascinatio‹, ›Forrest's Bush‹, ›Grayswood Ghost‹, ›Hergest‹, ›Jermyns‹, ›Kenneth Ashburner‹, ›Knightshayes‹, ›Marble Stem‹, ›Moonbeam‹, ›Nepalese Orange‹, ›Ness‹, ›Pink Champagne‹, ›Schilling‹, ›Silver Shadow‹, ›Szechuan Red‹, ›Trinity College‹, ›Werrington‹, ›White Satin‹, ›WVO3‹ |

Tabelle 7: Im Baumschulsortiment gelisteten Sorten der vorgestellten Birkenarten (Hoffman 2021).

Literatur

- Ashburner, K.; Walters, S.M. (1989): *Betula*. European Garden Flora 3, S. 49-55.
- BaySF [Bayerische Staatsforsten] (2020): Waldbauhandbuch Bayerische Staatsforsten. 9 S. (baysf.de Zugriff 03.03.2023).
- De Jong, P.C. (1987): *Betula*, berk. Problematiek van de systematiek en de benaming. Betekenis en mogelijkheden voor de cultuur. Dendroflora 23, S. 1-28.
- De Jong, P.C. (1993): An introduction to *Betula*: its morphology, evolution, classification and distribution, with a survey of recent work. S. 7-18. In: International Dendrology Society (ed), *Betula*. Proc. of the IDS *Betula* Symposium 2-4 Oct. 1992.
- Erdmann, G.G. (1990): *Betula alleghaniensis* Britton. Forest Service USDA, Agriculture Handbook 654, S. 133-147.
- Farrar, J.L. (1997): *Trees in Canada*. Fitzhenry & Whiteside Ltd. 502 S.
- Faust, K.; Tubes, M.; Schirmer, R.; Šeho, M. (2020): Lindenblättrige Birke - eine Alternative im Klimawandel. AFZ/Der Wald 75 (16), S. 14-18.
- Furrow, J.J. (1990): The genera of Betulaceae in the Southeastern United States. J. Arn. Arb. 71 (1), S. 1-67.
- GALK [Deutsche Gartenamtsleiterkonferenz] (2012): GALK-Strassenbaumliste. 4 S. (galk.de Zugriff 03.03.2023)
- Grelen, H.E. (1990): *Betula nigra* L. Forest Service USDA, Agriculture Handbook 654, S. 153-157.
- Hoffman, M.H.A. (2021): List of Names of Woody Plants. Naktu-imbouw, The Netherlands. 1224 S.
- Hogrebe, H. (1981): Japanische Baumarten aus forstlicher und dendrologischer Sicht. AFJZ 36, S. 810-812.
- JFTA [Japan Forest Technical Assosiation] (ed) (1964): Illustrated important forest Trees of Japan. Chikyu Shuppan Ltd. 217 S.
- Kleinschmit, J.; Svolba, J. (1982): Prüfung von Birkenherkünften und Einzelbäumen. Erste Ergebnisse der Feldversuche. Forst und Holz 37 (10), S. 257-263.
- König, A. (1984): Über einige Methoden der züchterischen Auslese bei der Sandbirke, Dissertation, Georg-August-Universität Göttingen, 162 S.
- Krüssmann, G. (1976): Handbuch der Laubgehölze. Band I. 2. Aufl., P. Parey Berlin, Hamburg. 486 S.
- Lamson, N.I. (1990): *Betula lenta* L. Forest Service USDA, Agriculture Handbook 654, S. 148-152.
- Liesebach, M. (2000): Anbauversuche mit fremdländischen Birken. Berichte aus der LWF 28, S. 71-81.
- Liesebach, M.; Stephan, B.R.; Schwab, E. (1997): Wuchs- und Ertragsleistung von *Betula maximowicziana* Regel. AFJZ 168 (8), S. 141-149.
- Liesebach, M.; Stephan, B.R.; Schwab, E.; Krause, H.A. (2007): Wuchs- und Ertragsleistung von *Betula platyphylla* var. *japonica*. Archiv f. Forstwesen u. Landsch.ökol. 41 (1), S. 15-25.
- Moser, K.W. (2005): *Betula lenta* L., 1753. Enzyklopädie der Holzgewächse, 39. Erg.Lfg. 3/05, 7 S.
- Nelson, G.; Earle, C.J.; Spellenberg, R. (2014): *Trees of Eastern North America*. Princeton Uni. Press. 720 S.
- Noe, E.; Wilhelm, U. (1997): Der Exotenwald in Weinheim 1872-1997. 125 Jahre Fremdländeranbau an der Bergstraße. Schriftenreihe der Landesforstanstalt BW 79, S. 67-185.
- Ortner, H.A. (2015): *Die Birke*. Ott Vlg. Bern. 283 S.
- Puhua, H. (2003): *Betula platyphylla* Suk., 1911. Enzyklopädie der Holzgewächse. 31. Erg.Lfg. 3/03, 6 S.
- Rau, H.-M. (1991): Erfahrungen mit Provenienzen und Hybriden verschiedener Birkenarten. Die Holzzucht 45 (3/4), S. 17-24.
- Rau, H.-M.; Schulzke, R.; Albrecht, J. (1988): Steigerung und Sicherung der Holzproduktion durch Auswahl, Prüfung und züchterische Verbesserung geeigneten Ausgangsmaterials bei schnellwachsenden Baumarten. Schriften des Forschungsinstitutes für schnellwachsende Baumarten Hann. Münden, Band 5. 152 S.
- Safford, L.O.; Bjorkbom, J.C.; John C. Zasada, J.C. (1990): *Betula papyrifera* Marsh. Forest Service USDA, Agriculture Handbook 654, S. 158-171.
- Schilder, P.; Schmidt, O.; Heilander, M.; Menzinger, J.; Pröbstle, P. (1995): Führer durch den Forstlichen Versuchsgarten Grafrath. LWF, 48 S.
- Schmidt, P.A.; Hecker, U. (2020): Die wildwachsenden und kultivierten Laub- und Nadelgehölze Mitteleuropas. Quelle & Meyer Wiebelsheim. 671 S.
- Schütt, P.; Schuck, H.-J.; Stimm, B. (Hrsg.) (1992): Lexikon der Forstbotanik. Ecomed Vlg. Landsberg/Lech. 581 S.
- Stephan, B.R., Liesebach, M. (2000): *Betula maximowicziana* Regel, 1868. Enzyklopädie der Holzgewächse. 22. Erg.Lfg 12/00. 12 S.
- Stern, K. (1963): Birkenzüchtung im Schmalenbecker Institut von 1949-1963. HZBl 89 (98), S. 1577-1580.
- von Döring, [H.] (1927): Neuere Erfahrungen über den Anbau fremdländischer Forstarten. MDDG 38, S. 341-363.
- Weisgerber, H.; Rau, H.-M. (1989): Versuchsneubauten mit fremdländischen Baumarten in Hessen unter besonderer Berücksichtigung von Birken und Tannen. Schriftenreihe des BMELF. Reihe A: Angewandte Wissenschaft, Heft 370, S. 115-138.
- Willis, J.C. (1973): *Dictionary of Flowering Plants and Ferns*. 8. Aufl. Cambridge Univ. Press.

Keywords: Betula, experiment, North-America, Asia, growth

Summary: Exotic birch species. Of the 30 to 150 birch species worldwide, four occur naturally in Germany, including the European white birch and the downy birch. These two birch species are ubiquitous in our forests. As pioneer tree species, they establish themselves on almost every planting site and have mostly been removed. In forestry, experiments have been carried out with a few exotic birch species. They are more common as ornamental trees because of their bark and autumn coloring. Five North American and five Asian birch species each are presented, taking into account their importance in forestry as well as in landscaping and in urban areas.

Birke im Winter

*Die weiße Birke, heute früh
Ist sie aus ihrem Traum erwacht,
Sie schaut an sich herab und lacht;
So weiß wie heut war sie noch nie.*

*Doch nicht nur sie, sie glaubt sich's kaum,
Der Boden weiß, auf dem sie steht,
Und selbst die Luft ist weiß durchweht:
Die ganze Welt ein Birkenbaum!*

*Sie denkt nicht dran in ihrem Glück,
Daß sie dies Weiß schon kennen müßt'.
Was irdisch unbeweglich ist,
Lebt stets das Jetzt, den Augenblick.*

*Kein Gestern oder Morgen schreckt
Ihr festgewurzelt Glücklichein.
So glänzt im Wintersonnenschein
Die weiße Birke schneebedeckt ...*

Hugo Salus (1866 – 1929), Die Harfe Gottes, 1. Auflage 1928



Moorbirke – Saatgut, Genetik und Herkunftsempfehlungen

Muhidin Šeho, Jonas Eckel und Barbara Fussi

Schlüsselwörter: Fruktifikation und Ernte, hochwertiges und genetisch vielfältiges Vermehrungsgut, Saat- und Pflanzgut, Artdifferenzierung, Genetische Vielfaltsparameter und räumlich genetische Strukturen, Erhaltung und Nutzung forstlicher Genressourcen, Förderung der Biodiversität

Zusammenfassung: Die Moorbirke hat ein großes natürliches Verbreitungsgebiet und ist als eine typische Art der Moore eine ökologisch wichtige Baumart. Im Klimawandel nehmen die Moore eine bedeutende Rolle für die Bindung von CO₂ ein und bieten einen wichtigen Lebensraum für seltene heimische Arten. Durch Maßnahmen der Moorrenaturierung wird ein steigender Bedarf an geeignetem Saat- und Pflanzgut erwartet. Um langfristig wertvolles Holz zu produzieren, sollte ausgewähltes und hochwertiges Vermehrungsgut aus zugelassenen Saatguterntebeständen und Samenplantagen verwendet werden. In Bayern sind zwei der vier in Deutschland nach FoVG ausgewiesenen Herkunftsgebiete relevant. Hier gibt es derzeit zwei zugelassene Saatguterntebestände und eine Samenplantage. Die Artbestimmung bei den Birken ist teilweise schwierig, weil sporadisch Hybridisierung auftreten kann. Die Prüfung auf Artzugehörigkeit ist mittels genetischer Marker bei der Birke sehr gut möglich. Damit können beispielsweise zugelassene Saatguterntebestände auf ihre Artanteile geprüft werden. Die drei untersuchten Moorbirkenbestände enthalten insgesamt geringe Anteile der Sandbirke (deutlich unter 20 %). Die ersten genetischen Analysen am AWG liefern damit keine Hinweise auf die genetische Differenzierung einer Unterart. Die genetische Vielfalt von Erntebeständen sollte möglichst hoch sein, um eine hohe Anpassungsfähigkeit des Saat- und Pflanzgutes zu gewährleisten. Aus den Ergebnissen lässt sich ableiten, dass alle drei untersuchten Bestände als Saatgutquelle empfohlen werden können. Zwischen den Moorbirken-Beständen kann eine mittlere genetische Differenzierung beobachtet werden. Daher sollten mittels genetischer Charakterisierung weiterer, in Bayern repräsentativ verteilter Vorkommen, die Herkunftsgebiete überprüft werden. Ziel ist die Erhaltung des lokalen oder regionalen Genpools im Rahmen von Bewirtschaftungs- oder Renaturierungsmaßnahmen in und um Moore herum.

Die Moorbirke (*Betula pubescens* EHRH.) ist eine Pionierbaumart und hat ein großes natürliches Verbreitungsgebiet, welches mit dem Verbreitungsgebiet der Sandbirke (*Betula pendula* J. ROTH) vergleichbar ist. Es reicht jedoch weiter in den Osten und Norden. Im Mittelmeerraum kommt die Moorbirke hingegen nicht vor (Abbildung 1). In den nördlichen Ländern kann die Moorbirke an der alpinen Baumgrenze vorkommen. Die Ansprüche an Klima und Boden sind sehr gering. Sie benötigt mehr Wasser als die Sandbirke und verträgt keine langen Trockenperioden. In Bayern weist die Moorbirke Verbreitungsschwerpunkte im Bayerischen Wald, im Frankenwald und dem Fichtelgebirge, den Bayerischen Alpen und im Alpenvorland sowie im Fränkischen Keuper, der Frankenalb, dem Oberpfälzer Jura und im Tertiären Hügelland auf. Moorbirke und Sandbirke überschneiden sich in ihren Standortsansprüchen und kommen z.B. auf oberflächlich entwässerten Mooren in denselben Beständen vor (Atkinson 1992, Wagner 1994). Die Moorbirke stockt in erster Linie auf mineralischen, oft allerdings anmoorigen Feuchtstandorten in sauren Brüchen, Moorrandgebieten und am Rand von Blockhalden. Bisher war die Art Moorbirke in Mitteleuropa zumindest mit zwei Unterarten, u.a.: 1) *B. pubescens* EHRH. ssp. *pubescens* (Hegi 1981) und 2) *B. pubescens* EHRH. ssp. *carpatica* (Waldst. et Kit.) ASCHERS. et GRAEBN (u.a. Hampe 1973: Flora Hercynica) beschrieben. Letztere ist nach Wagner 1994 vermutlich aus Kreuzungen mit *Betula nana* entstanden. Sowohl die sehr variable Morphologie der Moorbirke als auch die geografische Verbreitung und die ökologische Einnischung lässt keine klare Abgrenzung gegenüber der Moorbirke und ihre intraspezifische Gliederung (Hibsch-Jetter 1997, Kuneš et al. 2019) zu. Aus diesem Grund gilt die Karpatenbirke aktuell nicht als eigene Art oder Unterart (Ashburner und McAllister 2013). Morphologisch zeichnet sich die typische Moorbirke durch behaarte Blätter und Triebe aus. Genetisch lassen sich die beiden Birkenarten (*Betula pubescens* und *Betula pendula*) anhand ihrer verschiedenen Chromosomensätze/-zahlen eindeutig unterscheiden (Brown und Williams 1984). Hybridisierungen werden beschrieben, sind jedoch selten. Bundesweit ist die Moorbirke laut der Roten Liste zwar nicht gefährdet, wohl aber werden Moorbirken-Wäl-



Abbildung 1: Das natürliche Verbreitungsgebiet der Moorbirke nach Caudullo et al. 2017

der nach neuerer Literatur als (sehr) stark gefährdet betrachtet (BayLfU/165/2003). Die Moorbirke ist als eine typische Art der Moore eine ökologisch wichtige Baumart, die einen wichtigen Beitrag zum Schutz von Wassereinzugsgebieten und Bodenstabilisierung leistet und die Biodiversität von Vögeln und Insekten stärkt. Im Klimawandel nehmen die Moore eine bedeutende Rolle für die Bindung von CO₂ ein und bieten einen wichtigen Lebensraum für seltene heimische Arten. Durch Maßnahmen der Moorrenaturierung wird ein steigender Bedarf an hochwertigem und geeignetem Saat- und Pflanzgut erwartet.

Saatgut und Vermehrung

In der Literatur werden Angaben nur teilweise artspezifisch (d.h. nur bezogen auf die Moorbirke) gemacht. Immer wieder werden Aussagen auf Gattungsebene (*Betula spec.*) getroffen (Perala und Alm 1990, Schubert 1998). Dies macht es schwierig, sauber zwischen Aussagen zu trennen, die nur für die Moorbirke gelten und solchen die für die Gattung *Betula* insgesamt oder wenigstens für die bei uns (wirtschaftlich) relevanten Arten (Moor- und Sandbirke) zutreffen. Der gesamte Prozess von der Ernte über die Saatgutaufbereitung, die Lagerung, Testung und Aussaat in der Baumschule ist für die Moor- und für die Sandbirke gleich, mit der Ausnahme der geringfügig späteren Ernte bei der Moorbirke (Suszka et al. 1994).

Fruktifikation, Samenreife und Ernte

Die Moorbirke ist eine einhäusige, getrenntgeschlechtliche sowie windbestäubte Baumart (Suszka et al. 1994). In seltenen Fällen kommen auch sterile, nur weibliche oder männliche Individuen sowie zwittrige Blüten vor (Dellinghausen und Stern 1958). Nach Longman (1984) beginnen Moorbirken im Regelfall im Alter von fünf bis zehn Jahren zu blühen. Perala und Alm (1990) nennen ein Alter von 10 bis 15 Jahren, ab dem die Birken fruktifizieren. Nach Suszka et al. (1994) beginnt die Fruktifikation mit 15 Jahren im Freiland, im dichten Bestand verläuft diese jedoch später. Birken fruktifizieren häufig, nach Perala und Alm (1990) jährlich und alle drei Jahre besonders stark, nach Ludwig (2023) alle ein bis drei Jahre mit starken jährlichen Schwankungen und oft nur schwach (Sprengmast). Vollmasten kommen ihm zufolge lediglich alle fünf bis sechs Jahre vor. *Betula pubescens* beginnt etwas später (ca. eine Woche) im Jahr zu blühen als *Betula pendula*, (Scholz 1972, Suszka et al. 1994). Der Pollenflug findet je nach Breitengrad zwischen Mitte März und Ende Mai statt (Johnssohn 1974, Scholz 1972). Die Pollen der Moorbirke fliegen dabei bis zu 2000 km weit (Hjelmroos 1991). Nach der Blüte entwickeln sich die weiblichen Kätzchen bzw. Blüten weiter zu Fruchständen und die männlichen Kätzchen fallen zu Boden (Suszka et al. 1994). Die Samenreife tritt bei der Birke ab Mitte Juli ein (Ludwig 2023, Schönborn 1964), wobei die Fruchstände der Moorbirke später als die der Sandbirke reif werden, im Allgemeinen im Zeitraum August-September (Suszka et al. 1994). Der Samenfall findet mehrheitlich dann im September und Oktober statt (Perala und Alm 1990). Anders als die Pollen gehen



Abbildung 2: Starke Moorbirke im Saatguterntebestand bei Benediktbeuern. Foto: M. Šeho

die Samen aber größtenteils in einem Umkreis von nur 100 m um den Mutterbaum zu Boden (Perala und Alm 1990). Neben der Verbreitung durch den Wind können Birken-Samen auch auf der Wasseroberfläche von Bächen und Flüssen schwimmend verbreitet werden (Suska et al. 1994). Der Erntezeitraum für Birkensamen sind der Juli und der August, v. a. aber Mitte Juli bis Mitte August (Burkhart 2018, Ludwig 2023). Die Kätzchen sollten zum Erntezeitpunkt noch grün bzw. nicht voll ausgereift sein, da sie sonst bei der Ernte zerfallen und die Samen verloren gehen (Morgenthaler 1915). Da die Samen oft aber nicht gleichzeitig reif werden, kann eine wiederholte Beerntung nötig sein (Schönborn 1964). Die Ernte erfolgt am stehenden Baum über ausgelegten Kunststoffplanen oder Netzen durch Abklopfen der Zweige mit Stangen oder Herunterrütteln der Samen mittels Baumrüttler (Burkhart 2018, Ludwig 2023). Auch das Abschneiden von Ästen ist mitunter eine Möglichkeit (Burkhart 2018).

Saatgutaufbereitung und -lagerung

Unmittelbar nach der Ernte im Wald/auf der Samenplantage wird das Rohsaatgut für ein bis drei Wochen in ein kühles (höchstens 25 °C), schattiges und luftiges Zwischenlager zur Nachreife bzw. Vortrocknung

verbracht. Während der Nachreife sollte es immer zwei- bis dreimal Mal pro Woche umgeschauelt werden. Im Anschluss an die Nachreife wird das Rohsaatgut mittels Rüttelsiebe und ggf. Steigsichter gereinigt. Die Kätzchen zerfallen dabei ähnlich den Tannen-Zapfen in Samen und Schuppen und werden voneinander getrennt (Burkhart 2018, Ludwig 2023, Reiss 2023). Vor der Einlagerung ist schließlich auch die Trocknung des Saatgutes notwendig (mit oder auch ohne die Einstellung eines bestimmten Wassergehaltes) (Schönborn 1964, Reiss 2023). Birken-Saatgut verträgt eine sehr starke Austrocknung und extreme Kälte. Dies gilt sowohl für die Sandbirke als auch für die Moorbirke. Die Kälte-Unempfindlichkeit des Saatgutes nimmt dabei mit sinkendem Wassergehalt sogar noch zu. Bei 16 % Wassergehalt werden ohne Probleme –70 °C ertragen, dies ergab ein sechsmonatiger Lagerversuch. Sogar eine Trocknung auf nahezu 0 % Wassergehalt übersteht das Saatgut ohne Schaden, jedoch wurden nach trockener Lagerung des Öfteren Keimhemmungen festgestellt, die vor einer Keimung erst wieder überwunden werden müssen. Bei einer eher kurzen Lagerung von ein bis zwei Jahren ist daher ein höherer Samen-Wassergehalt von 16 % überlegenswert. In Versuchen führten eine Temperatur von –10 °C und ein Wassergehalt von 10 bzw. 16 % zudem zur Erhöhung der Keimkraft (Schönborn 1964). Die Lagerung der Birkensamen, insbesondere die mehrjährige, sollte in einem luftdichten Behältnis (Glas- oder Kunststoffbehälter/Foliensack) erfolgen. Der Wassergehalt sollte je nach Autor von 5–10 % liegen. Die angegebenen Lagertemperaturen liegen im Bereich von 0 °C bis –10 °C und die Länge der Lagerfähigkeit bei drei bis zehn Jahren (Burkhart 2018, Ludwig 2023, Schönborn 1964, Schubert 1998). Tiefere Lager-Temperaturen als –10 °C sind nach Schönborn (1964) aber auch möglich. Schubert (1998) empfiehlt Saatgut, welches längerfristig gelagert werden soll, möglichst spät zu ernten (»nach der Gelbbraunverfärbung bis zur beginnenden Gefügelockerung der Zäpfchen«). Geerntetes Saatgut soll außerdem schnell getrocknet und aufbereitet werden. Schönborn (1964) hält für eine langfristige Lagerung auch eine sehr konstante Lagertemperatur und Feuchtigkeit des Saatgutes für notwendig.

Saatgutqualität, Stratifikation und Anzucht

Die Qualität des Birkensaatgutes, insbesondere die Keimfähigkeit, schwankt stark in Abhängigkeit vom Fruktifikationsgeschehen des jeweiligen Erntejahres, der Witterung während des Pollenflugs, der Saatgutpartie und der Saatgutbehandlung (Jenner 2023, Ludwig 2023, Reiss 2023, Burkart 2018, Schubert 1998).

Vollmasten lassen bessere Saatgutqualitäten erwarten (Reiss 2023, Burkhart 2018). 100 kg Moorbirke-Fruchtstände enthalten nach Suska et al. (1994) 15 kg Samen und nach Burkhart (2018) zwischen 13 und 28 kg. Ein Kilogramm Saatgut (Samen mit Schuppen) enthält nach Suska et al. (1994) im Durchschnitt 3,9 Millionen Samen und reines Saatgut (ohne Schuppen) 8,3 Millionen Samenkörner pro Kilogramm, sodass sich daraus ein Tausendkorngewicht von 0,12 g ergibt. Nach Burkhart (2018) liegt das Tausendkorngewicht der reinen Moorbirke-Samen (d. h. ohne Schuppen), bei 0,2 bis 0,3 g, sodass ein Kilogramm Samen ca. drei bis fünf Millionen Einzelsamen enthält. Die Keimfähigkeit wird bei der Birke meist nicht als Keimprozent bestimmt, sondern nach der ISTA-konformen Methode der gewogenen Wiederholungen (ISTA 2020). In der AWG-Genbank eingelagerte sowie weitere, am AWG geprüfte-Saatgutpartien der Moorbirke, zeigten Keimprozent von 20 bis 100 %, wogegen Burkhart (2018) Keimprozent von bis zu 10 % nennt. Bei den lebenden Keimen wurden vom AWG-Saatgutlabor zwischen 175.000 und 1.100.000 lebende Samen pro Kilogramm Moorbirke-Saatgut ermittelt (Jenner 2023). Mit zunehmender Lagerdauer kann die Anzahl lebender Samen pro kg aber mehr oder weniger stark zurückgehen. Die älteste Genbank-Partie weist nach 30 Jahren Lagerdauer immerhin noch 425.000 keimfähige Samen pro kg auf (entspricht einem Keimprozent von ca. 14%). Ludwig (2023) nennt Zahlen von 900.000 bis 1.300.000 keimfähige Samen pro Kilogramm Saatgut. Bei einem Keimprozent von bis zu 10 % können daraus 300.000–500.000 Sämlinge angezogen werden (Burkhart 2018).

Nach Perala und Alm (1990) enthält die Schale der Birkensamen einen Keimhemmer, welcher jedoch durch Stratifizierung oder Licht ausgeschaltet werden kann. Auch Suszka et al. (1994) schreibt, dass die Keimhemmung der Moorbirke durch eine kurze Beschneidung mit schwachem Licht gebrochen werden kann. Im Freiland (Baumschule, Wald) reicht ihm zufolge dafür das Tageslicht. Burkhart (2018) und Reiss (2023) zufolge ist eine Stratifikation des Saatgutes vor der Aussaat nicht erforderlich. Auf der reinen Laubstreu keimen die Birkensamen jedoch schlecht, gut hingegen auf einer Mischung aus Mineralboden und Humus. Auch Ludwig (2023) weist darauf hin, dass für die Freisaat ein freigelegter Mineralboden notwendig ist. Nach Perala und Alm (1990) können Birkensamen allerdings auch auf Torfboden oder Torfmoosen keimen. Gute Anwuchsbedingungen unmittelbar nach der Keimung sind gerade bei den sehr kleinen Samen der Birke wichtig, da sie nur wenig Reservestoffe ha-

ben (LWF 2017). Eine sogenannte »Schneesaat« ist gegen Ende des Winters (Februar/März), wenn der Schnee schmilzt, möglich. Bei plätzeweiser Ausbringungen werden ca. 2 kg Saatgut pro Hektar benötigt (Ludwig 2023). Die LWF (2017) nennt einen Saatgutbedarf von 0,5–4 kg/ha bei der Freisaat im Wald. Rohmeder (1950) nennt für die Bestandesbegründung durch Saat, je nach Bodenzustand und Saatgut-Qualität, eine erforderliche Saatgutmenge von sogar 5 kg bis über 10 kg pro Hektar. Je besser der Bodenzustand und die Saatgut-Qualität, desto weniger Saatgut wird aber benötigt. Gesät werden kann vom Frühherbst bis ins Frühjahr. Für Mitteleuropa war bisher der September der beste Zeitpunkt (Rohmeder 1950). In der Baumschule findet die Frühjahrssaat Ende April/Anfang Mai statt. Vor der Aussaat wird das Saatgut 12 Stunden lang vorgequellert und anschließend wieder so weit getrocknet, dass es wieder rieselfähig ist. Nach der Aussaat werden die Samen mit einer sehr dünnen Schicht Quarzsand bedeckt und der Boden kontinuierlich feucht gehalten. Zum Schutz vor Witterung werden Schattiernetze installiert (Ludwig 2023). Als Sortiment werden sowohl einjährige Sämlinge (1+0, 15–30 cm oder 30–50 cm), als auch zwei- und dreijährige (1+1, 50–80 cm oder 80–120 cm; 1+2, bis 150–180 cm), verschulte Pflanzen produziert (Burkhart 2018, Ludwig 2023). Ein schonender Transport und eine schonende Lagerung sowie eine sorgfältige Pflanzweise sind für einen guten Anwuchserfolg der Birken-Pflanzung wichtig (Ludwig 2023).

Nutzung forstlicher Genressourcen

In Deutschland werden für die Moorbirke nach dem FoVG vier Herkunftsgebiete ausgewiesen. Das zugelassene Ausgangsmaterial wird in Tabelle 1 dargestellt. In Bayern sind die Herkunftsgebiete »Südostdeutsches Hügel- und Bergland« und »West- und Süddeutsches Bergland sowie Alpen und Alpenvorland« relevant. Die beiden bayerischen Saatguterntebestände wurden im HKG 805 04 ausgewählt und zugelassen. Daneben hatte das AWG bis 2016 eine geprüfte Samenplantage betrieben, die altersbedingt aufgegeben werden musste. Die neu begründete Samenplantage hat noch keine Zulassung. Die seit 2003 geernteten Mengen an gereinigtem Saatgut werden in Tabelle 2 dargestellt. In den neuen Herkunfts- und Verwendungsempfehlungen wird neben ausgewählten Saatguterntebeständen hochwertiges Saat- und Pflanzgut aus Samenplantagen der Saatgutkategorie geprüft und qualifiziert empfohlen (Tabelle 3). Dieses hochwertige Saatgut stammt

| HKG | Herkunftsgebiet | Anzahl Bestände | Red. Fläche (ha) | Anzahl zug. Samenplantagen | Red. Fläche |
|-----|--|-----------------|------------------|----------------------------|-------------|
| 01 | Norddeutsches Tiefland | 3 | 5,8 | | |
| 02 | Mittel- und Ostdeutsches Tief- und Hügelland | 5 | 15,2 | 1 | 0,4 |
| 03 | Südostdeutsches Hügel- und Bergland | 2 | 2,2 | | |
| 04 | West- und Süddeutsches Bergland sowie Alpen und Alpenvorland | 8 | 33,0 | 6 | 5,2 |

Tabelle 1: Zugelassenes Ausgangsmaterial der Moorbirke nach Herkunftsgebieten (BLE, Abfrage 2022)

aus Samenplantagen und sollte prioritär verwendet werden. Zurzeit werden in beiden Herkunftsgebieten Samenplantagen aus Hessen und Niedersachsen empfohlen. Dieses Saat- und Pflanzgut hat sich auf vielen Standorten als überdurchschnittlich erwiesen (Kleinschmit et al. 1982, 1983, Rau 1991, Steiner et al. 2003).

Herkünfte der Moorbirke



Abbildung 3: Herkunftsgebietskarte der Moorbirke in Bayern. Karte: AWG

Beprobte Samenplantagen und Bestände

Samenplantage »Laufen-Lebenau-II«

Die Moorbirken-Samenplantage »Laufen-Lebenau-II« wurde 2009 als Klon-Samenplantage angelegt und besitzt eine Fläche von einem Hektar. Sie beinhaltet nach aktuellem Stand 31 Klone aus dem Herkunftsgebiet 805 03 (Südostdeutsches Hügel- und Bergland). Sie soll langfristig die altersbedingt 2016 aufgelöste Samenplantage »Laufen-Lebenau-I« ersetzen. Die aufgelöste Samenplantage war stark nachgefragt und wurde nach der Zulassung im Jahr 2003 fast jährlich beerntet. Ein großer Teil der Klone der neuen Samenplantage stammt auch noch von der alten Samenplantage. Um die Klonzahl zu erhöhen, wurden 2012 aber auch neue Plusbäume ausgewählt und abgepfropft. Als Samenplantage dient »Laufen-Lebenau-II« zukünftig der Produktion von hochwertigem, genetisch vielfältigem Saatgut der Moorbirke. Während die Moorbirke an ihren natürlichen Standorten auf Grund der Nässe, der fehlenden Erschließung oder eines dichten Unterstandes teilweise schwierig zu beernten ist, bietet eine Samenplantage beste Voraussetzungen für eine effiziente Saatguternte: eine maschinenbefahrbar Fläche ohne hinderlichen Unterstand mit zahlreichen, kom-



Abbildung 4: Weibliche Blütenkätzchen am Ast der Moorbirke auf der Samenplantage Laufen-Lebenau. Foto: AWG

pakt beieinanderstehenden, großkronigen Erntebäumen. Durch die Abpfropfung von ausgewählten Plusbäumen in verschiedenen Waldbeständen im Zuge der Plantagenanlage beherbergt eine Samenplantage gegenüber einem einzelnen Erntebestand, bei dem in der Regel 10–20 Bäume beerntet werden, aus dem gleichen Herkunftsgebiet regelmäßig einen breiteren Genpool und trägt so, über das Saatgut und die Pflanzennachzucht, zum Erhalt der genetischen Vielfalt der Moorbirke bei. Durch Qualitätsauslese bei der Plusbaumauswahl ist oft auch ein züchterischer Mehrwert bzw. ein überdurchschnittlicher Anteil qualitativ guter Nachkommen zu erwarten (Baier et al. 2017, Šeho et al. 2023).

Bestand bei Marktoberdorf

Der für das Herkunftsgebiet 805 04 (West- und Süddeutsches Bergland sowie Alpen und Alpenvorland) zugelassene und im Erntezulassungsregister (EZR) gelistete Moorbirken-Saatguterntebestand bei Marktoberdorf besitzt eine Gesamtfläche von 6,5 ha und eine auf die Moorbirke reduzierte Fläche von 3 ha. Der Bestand wird auch von der DKV – Gütegemeinschaft für forstliches Vermehrungsgut e.V. – als DKV-Sonderherkunft »Vorallgäu« geführt (EZR 2023) und regelmäßig beerntet. Dabei handelt es sich um einen im Mittel lichten (geschlossenen bis lückigen), mehrschichtigen und damit strukturreichen Moorbirken-Fichten-Mischbestand mit einer üppigen Strauchflora im Unterstand. Die Stammdimensionen reichen von unter der Derbholtzgrenze bis hin zum mittleren Baumholz, mit dem Schwerpunkt beim Stangen- und schwachen Baumholz. Die Bestandesqualität (Stammform, Beastung) und die Vitalität sind gut. Beim Standort handelt es sich sehr wahrscheinlich um einen gestörten Moorstandort. Darauf deuten der am Nordrand vorbeilaufende, wasserführende Graben und mehrere gerade, stufenförmige Höhenunterschiede der Bodenoberfläche im Bestand hin. Letztere könnten alte Torfstiche (Torfstichkanten) darstellen.

Bestand bei Benediktbeuern

Der beprobte Moorbirken-Bestand ist ein nach dem Forstvermehrungsgutgesetz (FoVG) zugelassener Saatguterntebestand für die Moorbirke (Herkunftsgebiet 805 04), einer von derzeit nur zwei in Bayern. Der Saatguterntebestand hat eine Gesamtfläche von 5,9 ha und eine reduzierte Fläche (bezogen auf die Moorbirke) von 2,7 ha (EZR 2023).

Der Moorbirken-Bestand bei Benediktbeuern ist strukturreich: Es gibt sowohl dichtere, als auch sehr lichte Waldbereiche. Die Alters- und Vitalitätsspreite ist

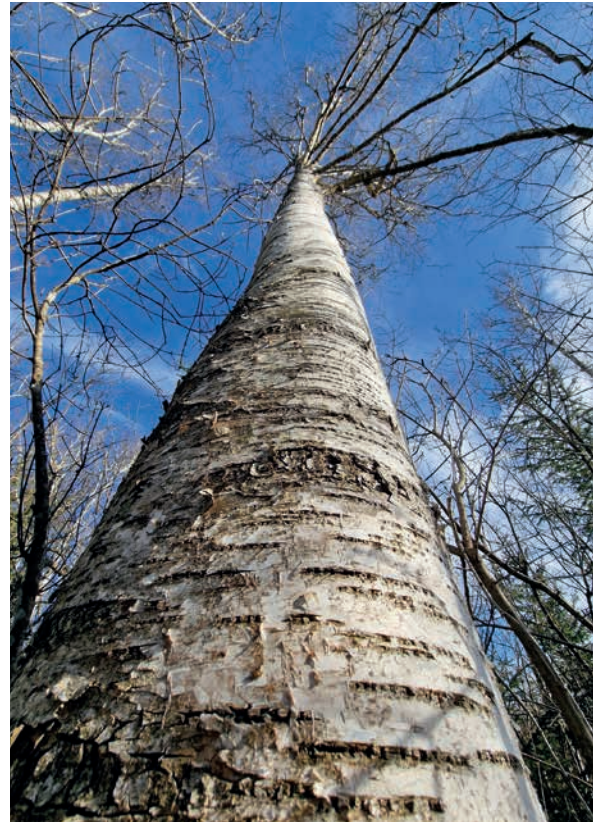


Abbildung 5: Möglicher Plusbaum der Moorbirke im Saatguterntebestand Benediktbeuern. Foto: M. Šeho

groß (junge bis ältere Moorbirken; gesunde bis alters- und standortsbedingt absterbende Moorbirken). Der Bestand zeichnet sich dabei durch sehr gute Stammformen aus. Anhand der Rinde, der Kronenstruktur und der jungen Triebe/Zweige ließ sich vermuten, dass es sich um einen fast reinen Moorbirken-Bestand handelt, was die genetische Untersuchung dann auch bestätigte. Die mit Wasser gefüllten Gräben in und um den Bestand herum, zeugen davon, dass das Gebiet in früherer Zeit entwässert wurde, wovon regelmäßig der Waldbestand profitiert (Schauer 1985). Vermutlich wird die Anzahl der Moorbirken durch die Renaturierung/Wiedervernässung des Moores wieder (auf ein natürliches Maß) zurückgehen und die jüngeren Bäume auch nicht mehr so hoch wachsen, wie die jetzigen Altbäume. Nach Schauer (1985) nehmen die Baumhöhen hin zum Inneren des Hochmoores ab. Außerdem fällt auf, dass zumindest stellenweise Schilf wächst. Da es in dem Saatguterntebestand viele und auch junge Moorbirken gibt, sowie der Moorwasserspiegel wieder ein höheres bzw. naturnäheres Niveau erreicht hat, besitzt das Moorbirken-Vorkommen eine gute Erhaltungsfähigkeit. Eine naturschutzfachliche Besonderheit des Bestandes ist neben dem Sonderstandort »Moor« das dortige Biber-Vorkommen. Davon zeugen



Abbildung 6: Eine Moorbirke im Klosterfilz im Nationalpark Bayerischer Wald. Foto: J. Geiger

zahlreiche von ihm gefällt oder angenagte Bäume sowie deren Äste.

Bestand im Nationalpark Bayerischer Wald

Das Moorgebiet Klosterfilz liegt östlich von Riedlhütte in der Kernzone des Nationalparks Bayerischer Wald auf einer Höhenlage von ca. 740 – 750 m. Das Moorgebiet ist etwa 45 ha groß und liegt in einer Talmulde, nach (Nord-)Westen begrenzt durch den kleinen Fluss Große Ohe und nach Süden durch den Grabenwiesbach. Im Osten begrenzt ein deutlicher Geländeanstieg das Moorgebiet. Die Jahresdurchschnittstemperatur liegt hier bei 6,4 – 6,6 °C und der mittlere Jahresniederschlag bei 1100 – 1200 mm. An fünf bis sechs Monaten im Jahr liegt Schnee. Anders als bei den anderen beiden Beständen, handelt es bei diesem Moorbirken-Vorkommen nicht um einen zugelassenen Saatgut-erntebestand, er liegt umgekehrt jedoch im Herkunftsgebiet 805 03 (Südostdeutsches Hügel- und Bergland) (BayWIS 2023). In den Randbereichen der Fläche dominieren Moorwälder mit Moorbirke, Moorkiefer (*Pinus rotundata* LINK) und Fichte. Im Zentrum finden sich baumfreie Zonen mit diversen Torfmoos-Arten sowie Bulten- und Schlenkengesellschaften. Die Moorbirken stehen einzeln bis truppweise, teilweise weit

verstreut in unterschiedlichen Altersstadien (15- bis 70-jährig), oft auch gemischt mit Fichte und Moorkiefer. Die Moorbirken weisen eine typische Kronenstruktur (nicht oder nur geringfügig überhängende Zweige) (Hegi 1981) auf und erreichen Baumhöhen von bis zu 20 Metern. Die Stamm- und Kronenformen sowie die Vitalität sind als durchschnittlich zu bewerten. Eine Erschließung mit Wegen fehlt weitgehend. (Geiger 2023, Topographische Karte 1:25.000, Topographische Karte als 2. Quelle für Beschreibung der Erschließung verwendet)

Genetik

Bei der Zulassung von Baumarten, die hybridisieren können (z. B. Stiel- und Traubeneiche, Sand- und Moorbirke), ist eine Beimischung der jeweils anderen Art im Erntebestand und in seiner Umgebung zulässig, soweit es sich nicht um schlecht veranlagte Individuen oder Bestände handelt. Laut Empfehlung des gemeinsamen Gutachterausschusses (gGA), sollte ein Anteil von bis zu 20 % der jeweils anderen Art in einem Erntebestand nicht überschritten werden. Daher sind Einblicke in die Artenzusammensetzung bei den Beständen der Moorbirke notwendig. Zudem soll die genetische Vielfalt der Bestände, die zur Gewinnung von Saatgut herangezogen werden, möglichst hoch sein.

Zu einer ersten Einschätzung wurden drei natürliche Bestände und eine Samenplantage beprobt. Aus den Blatt- bzw. Knospenproben wurde die DNA nach der CTAB-Methode (Doyle und Doyle 1990) extrahiert. Der DNA-Gehalt wurde stichprobenmäßig mit einem Photometer gemessen und die DNA auf ca. 20 ng/µl verdünnt. Im Anschluss wurde eine DNA-Analyse durchgeführt. Dabei kamen hochvariable Kernmikrosatelliten-Marker zum Einsatz. Die DNA wurde anschließend in einer PCR-Reaktion vervielfältigt. Die Auftrennung der DNA-Fragmente erfolgte mittels vollautomatischer Kapillarelektrophorese (GeXP 8800, Beckman-Coulter, ABSciex).

Insgesamt wurden acht gut auswertbare Marker für die Analyse verwendet: L022, L7.8, L7.3, L63, L5.4, L3.1, L1.10 und L13.1 (Kulju et al. 2004). Sie sind für die Routine-Analyse bei Sand- und Moorbirke einsetzbar. Alle 189 Birken-Proben wurden an diesen acht Genorten erfolgreich genetisch analysiert.

Da die Moorbirke tetraploid ist, müssen teilweise spezielle Softwarepakete und damit andere Parameter

| Baumart | Jahr | Kategorie | Herkunftsgebiet | Bundesland | Samen [kg] |
|------------------|------|--------------|-----------------|------------|------------|
| Betula pubescens | 2003 | ausgewählt | 805 04 * | Bayern | 22,0 |
| Betula pubescens | 2003 | qualifiziert | 805 04 * | Bayern | 34,0 |
| Betula pubescens | 2005 | ausgewählt | 805 04 * | Bayern | 16,0 |
| Betula pubescens | 2006 | ausgewählt | 805 04 * | Bayern | 64,8 |
| Betula pubescens | 2008 | ausgewählt | 805 04 * | Bayern | 64,4 |
| Betula pubescens | 2010 | qualifiziert | 805 04 * | Bayern | 55,0 |
| Betula pubescens | 2011 | ausgewählt | 805 04 * | Bayern | 35,7 |
| Betula pubescens | 2012 | geprüft | 805 03 ** | Bayern | 144,3 |
| Betula pubescens | 2014 | ausgewählt | 805 04 * | Bayern | 20,8 |
| Betula pubescens | 2014 | geprüft | 805 03 ** | Bayern | 47,2 |
| Betula pubescens | 2015 | ausgewählt | 805 04 * | Bayern | 14,8 |
| Betula pubescens | 2018 | ausgewählt | 805 04 * | Bayern | 93,6 |
| Betula pubescens | 2020 | ausgewählt | 805 04 * | Bayern | 54,5 |

* West- und Süddeutsches Bergland sowie Alpen und Alpenvorland ** Südostdeutsches Hügel- und Bergland

Tabelle 2: Übersicht der Saatgutmengen von gereinigtem Saatgut nach Jahr und Kategorie in Bayern (BLE 2022)

| 805 03 Südostdeutsches Hügel- und Bergland | | | | |
|---|---------------|-------------------------------|--|--------------|
| Bisher bewährte Herkünfte | | | | |
| EB des HKG 805 03 | | | | ausgewählt |
| Klimaplastische Herkünfte | | | | |
| SP Drömling-Reinhardshagen | Hessen | Register-Nr. 062 805 04 002 4 | | geprüft |
| SP Drömling-Wehretal | Hessen | Register-Nr. 062 805 04 002 4 | | geprüft |
| SP Liebenburg | Niedersachsen | Register-Nr. 034 805 02 001 3 | | qualifiziert |
| EB des HKG 805 04 | | | | ausgewählt |
| 805 04 West- und Süddeutsches Bergland sowie Alpen und Alpenvorland | | | | |
| Bisher bewährte Herkünfte | | | | |
| SP Drömling-Reinhardshagen | Hessen | Register-Nr. 062 805 04 002 4 | | geprüft |
| SP Drömling-Wehretal | Hessen | Register-Nr. 062 805 04 002 4 | | geprüft |
| EB des HKG 805 04 | | | | ausgewählt |
| Klimaplastische Herkünfte | | | | |
| SP Oldendorf | Niedersachsen | Register-Nr. 031 805 04 001 3 | | qualifiziert |
| SP Harzhochlagen | Niedersachsen | Register-Nr. 034 805 04 102 3 | | qualifiziert |
| SP Liebenburg | Niedersachsen | Register-Nr. 062 805 04 002 4 | | qualifiziert |
| EB des HKG 805 03 | | | | ausgewählt |

Tabelle 3: Empfohlenes Vermehrungsgut der Moorbirke in Bayern

verwendet werden als bei diploiden Baumarten. Ausgehend von den für die Einzelbäume bestimmten Multilocus-Genotyp wurden zuerst die Allelhäufigkeiten und daraus folgende Parameter berechnet, die die genetische Variation innerhalb der Vorkommen beschreiben. Der genetische Abstand wurde bei der Moorbirke nach dem paarweisem Distanzwert nach Jost (2008) berechnet (R-Paket »Polysat«, Clark and Jasieniuk 2011).

Die Berechnung der Diversitätsmaße (Na – Anzahl der Allele, Npriv – private Allele, Shannons Diversi-

tätsindex) und des genetischen Abstands (paarweiser JostD, Jost 2008) erfolgte in R (Paket »Polysat« (Clark and Jasieniuk 2011)). Die Hauptkomponentenanalyse »Principal Component Analysis« (PCA) wurde genutzt, um die genetischen Muster nach der genetischen Distanzmatrix nach Bruvo darzustellen (Bruvo et al. 2004). Darüber hinaus wurde eine Bayes'sche Clusteranalyse (Software STRUCTURE (Pritchard et al. 2000) benutzt und mittels der Software CLUMPAK (Kopelman et al. 2015) entsprechend grafisch visualisiert.

Artunterscheidung zwischen Moorbirke und Sandbirke

Die Artbestimmung bei den Birken ist teilweise schwierig, weil sporadisch in beschränktem Umfang Hybridisierung auftritt. Neben der Unterscheidung durch morphologische Merkmale, haben sich in den letzten Jahren molekulargenetische Methoden etabliert, die eine Artunterscheidung auf der Ebene des Individuums und der Population ermöglichen. Durch statistische Verfahren können Individuen eines Mischbestandes den jeweiligen Arten zugeordnet und mögliche Hybride festgestellt werden.

Zudem ist die Differenzierung zwischen Sand- und Moorbirke auch auf der Ebene des Individuums teilweise auf Grundlage der Ploidie (=Anzahl der Chromosomensätze) möglich. Da es sich bei der Sandbirke um eine diploide Art (mit doppeltem Chromosomensatz) und bei der Moorbirke um eine tetraploide Art (mit vierfachem Chromosomensatz) handelt, sind für erstere maximal zwei verschiedene Allele pro Genort und für letztere maximal vier verschiedene Allele pro Genort möglich. Aufgrund der Anzahl von Allelen eines Individuums können Rückschlüsse auf die Art gezogen werden. Wenn ein Genort drei oder vier unterschiedliche Allele aufweist, handelt es sich um eine Moorbirke. Bei zwei oder weniger unterschiedlichen Allelen kann es eine Moor- oder Sandbirke sein. Daher ist die alleinige Anwendung der Ploidie-Auswertung für die Bestimmung der Moorbirke nicht geeignet, da bei zwei Allelen nicht direkt auf Moorbirke geschlossen werden kann.

Eine Sandbirken-Population wurde in einem ersten Schritt als Referenzbestand zur Artunterscheidung hinzugezogen. Mithilfe der Software STRUCTURE 2.3.3 wurde eine Bayes'sche Clusteranalyse der fünf Vorkommen durchgeführt. Die Ergebnisse zeigten eine eindeutige Gruppierung bei einem K-Wert von zwei (Abbildung 7). Dabei werden die beiden Birkenarten eindeutig in zwei Cluster getrennt (Abbildung 8). Ein Cluster wird von der Moorbirke (blau) und ein zweites Cluster von der Sandbirke (orange) gebildet. Für jedes Individuum ist die Zuordnungswahrscheinlichkeit zu einer der beiden Arten in der Abbildung 8 als vertikale Linie grafisch dargestellt. Im Bestand Benediktbeuern

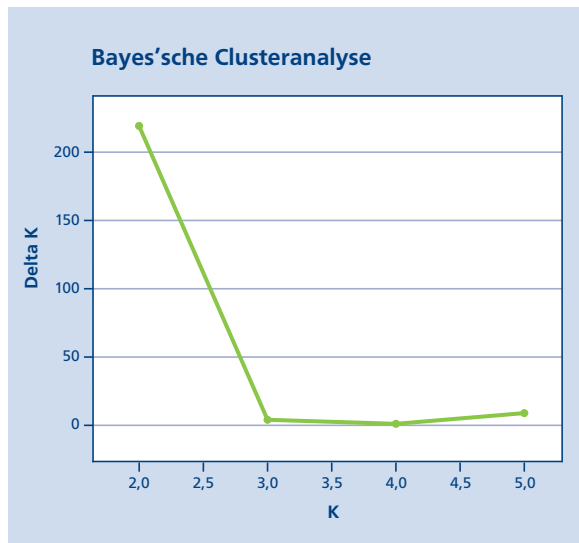
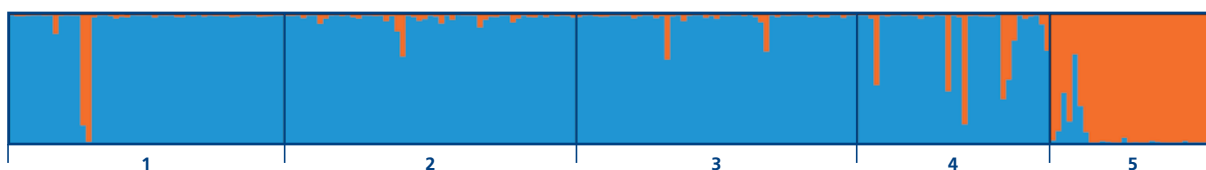


Abbildung 7: Ergebnis Bayes'schen Clusteranalyse zur Erkennung der wahrscheinlichsten Gruppierung innerhalb des untersuchten Genpools. Es werden eindeutig zwei Gruppen (K=2) bei dem höchsten Wert (deltaK=217) identifiziert.

und der Samenplantage Laufen-Lebenau zeigen sich deutliche Anzeichen von Sandbirke in zwei bzw. fünf Einzelbäumen. In diesen Individuen findet sich ein hoher Anteil der Sandbirke. Diese Bäume sollten entnommen werden. Bei den anderen beiden Beständen liegt der Anteil der Sandbirke auf Populationsebene unter 3 %, zudem zeigt keiner der untersuchten Bäume einen überwiegenden Anteil an Sandbirke.

Genetische Vielfalt innerhalb der Moorbirke

Die genetische Charakterisierung soll einen Überblick über die genetische Variabilität ermöglichen, sowie räumlich-genetische Muster in Bayern aufzeigen. Daraus sollen Empfehlungen für Maßnahmen zur Erhaltung dieser bedrohten Baumart abgeleitet werden. Die im Labor des AWG getesteten Marker wurden erstmals für eine populationsgenetische Untersuchung der Moorbirke in Bayern eingesetzt. Da die Moorbirke eine tetraploide Baumart ist, ist die Bewertung ihrer genetischen Variation und Struktur nicht so einfach wie bei diploiden Baumarten.



1–4 Moorbirke in blau, 5 Sandbirke in orange

Abbildung 8: Artunterscheidung der Moor- und Sandbirke anhand der Bayes'schen Clusteranalyse.

| Population | N | Na | Npriv | SI |
|-------------------------------|----|------|-------|------|
| A-Benediktbeuern | 50 | 16,1 | 5 | 3,91 |
| B-Klosterfilz, NP Bayer. Wald | 53 | 18,0 | 13 | 3,97 |
| C-Marktoberdorf | 51 | 15,5 | 4 | 3,93 |
| D-SPL Laufen-Lebenau | 35 | 15,8 | 5 | 3,32 |

N, Anzahl untersuchter Individuen; Na, genetische Vielfalt (mittlere Anzahl der Allele); Npriv, Anzahl der privaten Allele; SI, Shannon Index (genotypische Diversität)

Tabelle 4: Übersicht der genetischen Variationsparameter für die analysierten Vorkommen im Vergleich.

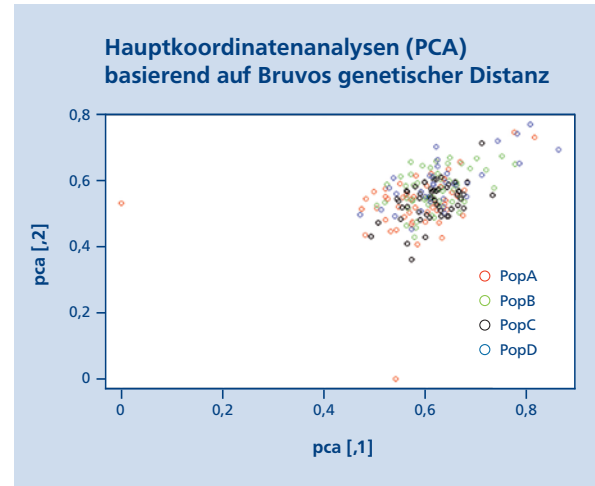
| | PopA | PopB | PopC |
|------|-------|-------|-------|
| PopB | 0,063 | | |
| PopC | 0,065 | 0,046 | |
| PopD | 0,084 | 0,056 | 0,074 |

Tabelle 5: Paarweiser genetischer Abstand basierend auf Jost D (JOST 2008) (R-Paket »Polysat«).

Aus diesem Grund stellen wir hier erste Ergebnisse der genetischen Variationsstudie der Moorbirke in Bayern vor. Die Anzahl der Allele (Na) schwankte zwischen 15,5 (C-Marktoberdorf) und 18,0 (B-Klosterfilz) mit einem Gesamtdurchschnitt von Na = 16,3. Die höchste Anzahl an privaten Allelen wurde im Bestand B-Klosterfilz (Npriv = 13) gefunden bei einem Gesamtdurchschnitt von Npriv = 6,8 (Tabelle 4). Der Shannon-Index für die genotypische Diversität ist in den untersuchten Beständen sehr ähnlich.

Die Ergebnisse der genetischen Distanz wurden anhand des paarweisen genetischen Abstands basierend auf Jost D berechnet und in Tabelle 5 dargestellt. Die drei untersuchten Populationen (A–C) und die Samenplantage weisen eine mittlere genetische Distanz auf. Besonders der paarweise genetische Abstand zwischen dem Bestand A-Benediktbeuern und der Samenplantage fällt dabei auf.

Die Bayes'sche Clusteranalyse mit der Software STRUCTURE 2.3.3 ergab eine mögliche Struktur von drei und vier genetischen Clustern. Dabei wurde der größte Wert für deltaK bei K = 3 (deltaK = 19) erreicht und der nächstgrößere Wert bei K = 4 (deltaK = 12,5). Bei vier Clustern trennt sich die Population A-Benediktbeuern in zwei Untergruppen auf. Die anderen

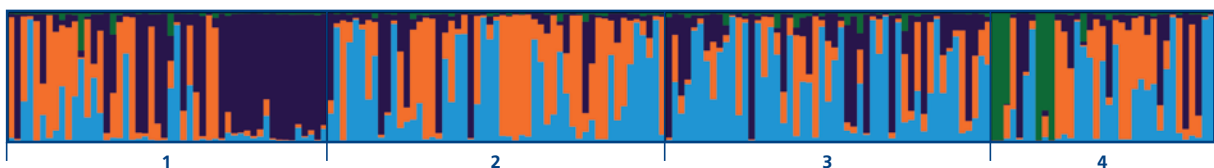


PopA = Benediktbeuern (rote Kreise)
 PopB = Klosterfilz – NP Bayer. Wald (grüne Kreise)
 PopC = Marktoberdorf (schwarze Kreise)
 PopD= Samenplantage Laufen-Lebenau (blaue Kreise)

Abbildung 11: Hauptkomponenten-Analyse (PCA) basierend auf dem genetischen Abstand nach Bruvo (Bruvo et al. 2004)

Populationen zeigen eine ziemlich gleiche Verteilung der drei Cluster (Abbildung 10). Auffällig ist das grüne Cluster in der Samenplantage, der in den untersuchten Beständen nur sehr gering ist.

Die Hauptkomponentenanalyse (PCA) zeigt die genetischen Hauptmuster, die in der genetischen Distanzmatrix nach Bruvos genetischem Abstand (Bruvo et al. 2004) enthalten sind (Abbildung 11). Die Birken der Samenplantage zeigen dabei die größte Streuung. Zwei Ausreißer sind bei der Population A (Benediktbeuern) zu erkennen.



1 = Benediktbeuern, 2 = Klosterfilz, 3 = Marktoberdorf, 4 = Samenplantage Laufen-Lebenau

Abbildung 10: Ergebnis der Bayes'schen Clusteranalyse bei den Birken von drei Beständen und einer Samenplantage bei vier Gruppen.

Schlussfolgerungen

Die Prüfung auf Artzugehörigkeit ist mittels genetischer Marker bei der Birke sehr gut möglich. Damit können beispielsweise zugelassene Saatguterntebestände auf vorhandene Artanteile geprüft werden. Anhand der Ergebnisse lassen sich eindeutig zwei Arten definieren. Dabei werden die beiden Birkenarten (Moor- und Sandbirke) eindeutig in zwei Cluster getrennt. Eine weitere Art oder Unterart konnte nicht differenziert werden. Im Bestand Benediktbeuern und der Samenplantage Laufen-Lebenau zeigen sich zudem deutliche Anzeichen von Sandbirke in zwei bzw. fünf Individuen. Die drei untersuchten Moorbirkenbestände enthalten insgesamt geringe Anteile der Sandbirke. Sie liegen deutlich unter 20 %. Die drei untersuchten Populationen (A–C) und die Samenplantage weisen eine mittlere genetische Distanz zueinander auf.

Die genetische Vielfalt von Erntebeständen sollte möglichst hoch sein, um eine hohe Anpassungsfähigkeit des Saat- und Pflanzgutes zu gewährleisten. Die empfohlenen Bestände sollten eine hohe genetische Diversität sowie eine hohe Anzahl an Allelen aufweisen. Der Bestand »Klosterfilz« im Nationalpark Bayerischer Wald zeigt die höchsten Werte bei der Allelzahl ($N_a = 18,0$) und bei den privaten Allelen ($N_{priv} = 13$). Aus den Ergebnissen lässt sich ableiten, dass alle drei untersuchten Bestände aus genetischer Sicht als Saatgutquelle empfohlen werden können.

Bei einer günstigen Kombination der genetischen Diversität und der Allelzahl kann bei einer Auswahl von mindestens 30 Bäumen, die über das ganze Vorkommen verteilt sind, eine hohe genetische Vielfalt im Saatgut gewährleistet werden. Es wird empfohlen, bevorzugt Saatguterntebestände auszuweisen, die auf einer größeren Fläche (min. 0,5 ha reduzierte) stocken und eine gute räumlichen Verteilung der Moorbirken aufweisen. Bei der Moorbirke ist durch das FoVG keine Mindestfläche vorgegeben. Es kann beobachtet werden, dass in der Regel bei allen größeren Beständen (wie z.B. Klosterfilz) die genetischen Vielfaltsparameter überdurchschnittlich abschneiden. Des Weiteren sollte die Anzahl der zu beerntenden Bäume bei Nebenbaumarten erhöht werden. Gerade bei Nebenbaumarten, bei denen keine großen Bestände vorhanden sind und der Genfluss zwischen den Beständen kaum vorhanden ist, sollten mindestens 30 Bäume einer Waldpopulation beerntet werden. Bei der Moorbirke ist nach FoVG die Mindestbaumzahl von 20

Bäumen im Bestand, 10 davon sind für die Ernte vorgeschrieben, aus genetischer Sicht zu gering.

Die untersuchte Samenplantage Laufen-Lebenau zeigt durchschnittliche Werte bei den genetischen Variationsparametern. Durch die Auswahl und Anzahl der Klone aus denen eine Samenplantage zusammengestellt wurde, wird die genetische Vielfalt beeinflusst. In neueren Samenplantagen mit einer sehr hohen Anzahl an Klonen (60 und mehr), die aus unterschiedlichen Beständen stammen, wird eine deutlich höhere genetische Vielfalt beobachtet als in natürlichen Beständen (Bsp. Elsbeere mit 96 Klonen, Baier et al. 2017). Zum Vergleich beim Feldahorn (Klonanzahl eher niedrig mit 46 Klonen) ist die genetische Vielfalt geringer und liegt im Bereich eines natürlichen Bestandes (Fussi et al. 2021). Somit kann für die Moorbirke empfohlen werden, die Klonanzahl möglichst zu erhöhen und eine vollständige Beerntung der Plantage durchzuführen. Gerade bei seltenen Baumarten ist der Aufbau von Erhaltungsplantagen eine wichtige Maßnahme und kann zur Sicherung forstlicher Genressourcen und zur Versorgung mit hochwertigem Vermehrungsgut beitragen. Daneben ist eine Rationalisierung der Ernte möglich, die in den Beständen schwer durchführbar ist und dadurch die Moorstandorte auch oft nicht beerntet werden.

Ausblick

Um eine genauere Aussage zu räumlich-genetischen Strukturen treffen zu können, sollten mindestens weitere zehn Bestände aus allen relevanten Vorkommen genetisch charakterisiert werden. Ziel ist die Erhaltung des lokalen oder regionalen Genpools im Rahmen von Bewirtschaftungs- oder Renaturierungsmaßnahmen in und um Moore herum. Damit dieses Ziel erreicht werden kann, sollten folgende Arbeiten umgesetzt werden.

- Überprüfung der Herkunftsgebiete der Moorbirke (ggf. Neuvorschläge) und Erarbeitung von Herkunfts- und Verwendungsempfehlungen für die Moorbirke, jeweils auf genetischer Grundlage (insbesondere der regionalen Differenzierung).
- Gesamtbewertung der Untersuchungsbestände hinsichtlich der Kriterien Erhaltungswürdigkeit, -dringlichkeit und -fähigkeit sowie Auswahl von Generhaltungsbeständen im Rahmen der Umsetzung des Bayerischen Generhaltungskonzepts unter Berücksichtigung der genetischen Erkenntnisse (u. a. genetische Vielfalt)

- Verbesserung der Erntebasis zur Deckung des zukünftigen Bedarfs an Vermehrungsgut durch Empfehlung weiterer Moorbirke-Saatguterntebestände für die Zulassung nach FoVZV.

Danksagung

Unser Dank gilt Andreas Ludwig (Leiter BaySF-Pflanzgarten Stützpunkt Laufen), der seine Expertise und jahrzehntelange Erfahrung im Forstsaatgutwesen zu diesem Artikel beigetragen hat, sowie Johann Geiger (AWG), der den Moorbirkebestand im Nationalpark beprobt und beschrieben hat. Für die zügige Durchführung der genetischen Analysen danken wir Roswitha Jenner und Susanne Nowak. Des Weiteren danken wir Dr. Stefan Müller-Kroehling, der als Moorexperte der FoV dem AWG eine Liste bedeutsamer Moorbirke-Bestände in Bayern zur Verfügung gestellt hat.

Literatur

- Ashburner, K.; McAllister, H.A. (2013): The genus *Betula*: a taxonomic revision of birches. London: Kew Publishing
- Atkinson, M.D. (1992): *Betula pendula* ROTH (*B. verrucosa* EHRH.) and *B. pubescens* EHRH. - Biological Flora of the British Isles. J. Ecol. 80, 837-870.
- Baier, R.; Fussi, B.; Kavaliauskas, D.; Gruber, K.; Günzelmann, G.; Paulus, A.; Lang, E.; Luckas, M.; Wieners, M.; Schmid, R.; Konert, M. (2017): Die Elsbeere - Generhaltung und Herkunftsfragen. AFZ/Der Wald 20, 14 - 18. BayWIS (Bayerisches Waldinformationssystem) (2023)
- Bayerisches Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung: Amtliche Topographische Karte 1 : 25 000. ATK25-J19 Grafenau
- BayWIS (2023): Bayerisches Wald-Informationssystem. GIS-Programm der Bayerischen Forstverwaltung
- Bruvo, R.; Michiels, N.K.; D'Souza, T.G.; Schulenburg, H. (2004): A simple method for the calculation of microsatellite genotype distances irrespective of ploidy level. Molecular ecology, 13(7), 2101-2106.
- Burkart, A. (2018): Kulturanleitungen für Waldbäume und Wildsträucher. Anleitungen zur Samenernte, Klengung, Samenlagerung und Samenausbeute sowie zur Anzucht von Baum- und Straucharten. WSL Ber. 63: 104 S.
- Caudullo, G.; Welk, E.; San-Miguel-Ayanz, J. (2017): Chorological maps for the main European woody species. Data in Brief 12: 662-666. DOI: 10.1016/j.dib.2017.05.007. <https://www.euforgen.org/species/>
- Clark, L.V.; Jasieniuk, M. (2011): POLYSAT: an R package for polyploid microsatellite analysis. Molecular Ecology Resources, 11(3), 562-566.
- Dellinghausen, M. von; Stern, K. (1958): Über einige besondere Blütenformen der Birke. Silvae Genetica 7, 181-188.
- Doyle, J.J. and Doyle, L.J. (1990): Isolation of plant DNA from fresh tissue, Focus 12: 13-15.
- Earl, D.A.; Von Holdt, B.M. (2012): STRUCTURE HARVESTER: a website and program for visualizing STRUCTURE output and implementing the Evanno method. Conservation Genetics Resources 4, 359-361.
- EZR (Erntezulassungsregister) (2023): <https://www.stmelf.bayern.de/ezr/suche.do?method=search1> (Zugriff am 28.03.2023)
- Fussi, B.; Rau, B.; Kavaliauskas, D.; Šeho, M. (2021): Verbesserung der Erntebasis beim Feldahorn. AFZ/Der Wald 8, 18 - 21.
- Geiger, J. (2023): Interne Mitteilung per E-Mail vom 17.03.2023
- Hegi, G. (1981): Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Vol. III. München.
- Hibsch-Jetter, C. (1997): *Betula pubescens* Ehrhart, 1791. In: Schütt et al.: Enzyklopädie der Holzgewächse. Handbuch und Atlas der Dendrologie. ecomed, 8. Erg.Lfg 6/97
- Hjelmroos, M. (1991): Evidence of Long-Distance Transport of *Betula* Pollen. Grana 30, 215-228.
- ISTA (International Seed Testing Association) (2020): International Rules for Seed Testing 2020. Introduction to the ISTA Rules Chapters 1-19, <https://doi.org/10.15257/istarules.2020.F>
- Jenner, R. (2023): Saatgutprüfung und Einflussfaktoren. Mündliche Mitteilung 03.03.2023
- Johnsson, H. (1974): Genetic Characteristic of *Betula verrucosa* EHRH. and *B. pubescens* EHRH. Annales Forestales 6, 87-151.
- Kleinschmit, J. (1998): Die Birke - Standortansprüche und Möglichkeiten der züchterischen Verbesserung. Forst und Holz 53: 93-104.
- Kleinschmit, J.; Otto, H.-J. (1980): Prüfung von Birkenherkünften und Einzelbäumen sowie Züchtung mit Birke. Der Forst- und Holzwirt 35: 81-90.
- Kleinschmit, J.; Svolba, J. (1982): Prüfung von Birkenherkünften und Einzelbäumen - erste Ergebnisse der Feldversuche. Der Forst- und Holzwirt 37: 257-263.
- Kleinschmit, J.; Svolba, J. (1983): Prüfung von Birken-Herkünften und Einzelbäumen durch die Abt. Forstpflanzenzüchtung der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt. Die Holzzucht: 14-17.
- Kopelman, N.M.; Mayzel, J.; Jakobsson, M.; Rosenberg, N.A.; Mayrose, I. (2015): Clumpak: a program for identifying clustering modes and packaging population structure inferences across K. Molecular ecology resources, 15(5), 1179-1191.
- Kulju, K.K.M.; Pekkinen, M.; Varvio, S. (2004): Twenty-three microsatellite primer pairs for *Betula pendula* (Betulaceae). Mol Ecol Notes 4, S. 471-473.
- Kuneš, I.; Linda, R.; Fér, T.; Karlík, P.; Baláš, M.; Ešnerová, J. et al. (2019): Is *Betula carpatica* genetically distinctive? A morphometric, cytometric and molecular study of birches in the

Bohemian Massif with a focus on Carpathian birch. *PLoS ONE* 14(10): e0224387. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224387>

Longman, K.A. (1984): *Physiological Studies in Birch*. Proc. Royal Soc. Edinb. 85B, 97-113.

Ludwig, A. (2023): Erfahrungen eines Praktikers rund um das Thema Birken-Saatgut und Birken-Anzucht. E-Mail vom 15.03.2023

LWF (Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Hrsg.) (2017): Freisaaten im Wald. Merkblatt der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Nr. 37, August 2017

Morgenthaler, H. (1915): Beiträge zur Kenntnis des Formenkrieses der Sammelart *Betula alba* L. Dissertation, Zürich.

Müller-Kroehling, S. (2006): Natura 2000 im Wald. *AFZ* 18, S. 978-979.

Perala, D.A.; Alm, A.A. (1990): Reproductive Ecology of Birch: A Review. *Forest Eco. Manage.* 32, 1-38.

Pritchard, J. K.; Stephens, M.; Donnelly, P. (2000): Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics*, 155(2), S. 945-959.

Rau, H.-M. (1991): Erfahrungen mit Provenienzen und Hybriden verschiedener Birkenarten. *Die Holzzucht* 45: 17-24.

Rau, H.-M. (2003): Erfahrungen mit nordamerikanischen und europäischen Birkenarten. *AFZ/Der Wald* 58: 792-794.

Reiss, G. (2023): Beantwortung einiger Fragen zur Saatgutbehandlung und Nachzucht bei der Moorbirke. E-Mail vom 28.03.2023

Rohmeder, E. (1950): Samenmenge und Saatzeit bei Gründung des Birkenvorwaldes. *Allgemeine Forstzeitschrift* 5, 91-96.

Schauer, T. (1985): Zur Vegetation einiger Hoch- und Übergangsmoore im bayerischen Alpenvorland. Teil I. Moore im nördlichen Pfaffenwinkel

Scholz, E. (1972): Zur introgressiven Hybridisierung von *Betula pendula* ROTH und *B. pubescens* EHRH. *Beitr. f.d. Forstwirtsch.*, 11-15.

Šeho, M.; Fussi, B.; Schirmer, R.; Hamberger, J.; Janßen, A. (2023): Neue Herkunfts- und Verwendungsempfehlungen in Bayern. Liesebach, M. (ed.) Beiträge von Forstpflanzenzüchtung und Forstgenetik für den Wald von Morgen: 7. Tagung der Sektion Forstgenetik/Forstpflanzenzüchtung. Tagungsband. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen Institut, 318 p, Thünen Report 105, DOI:10.3220/REP1681451577000, 282-297.

Schönborn, A.v. (1964): Die Aufbewahrung des Saatgutes der Waldbäume. BLV, München, Basel, Wien.

Schubert, J. (1998): Lagerung und Vorbehandlung von Saatgut wichtiger Baum- und Straucharten. Eberswalde-Finow

Steiner, W.; Lück, W. (2003): Birkenzüchtung in Niedersachsen. *AFZ/Der Wald* 58: 795-797.

Suszka, B.; Muller, C.; Bonnet-Masimbert, M. (1994), translated by: Andrew Gordon (1996): seeds of forest broadleaves. from harvest to sowing, Institut national de la recherche agriculture (INRA)

Wagner, C. (1994): Zur Ökologie der Moorbirke *Betula pubescens* EHRH. in Hochmooren Schleswig-Holsteins unter besonderer Berücksichtigung von Regenerationsprozessen in Torfstichen. - Mitt. Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg 47: 182 S

Keywords: Fruitification and harvest, seeds and seedlings, species differentiation, genetic diversity parameters and spatial genetic structures, conservation and use of forest genetic resources, promotion of biodiversity

Summary: The downy birch has a large natural range and, as a typical bog species, is an ecologically important tree species. In the face of climate change, peatlands play an important role in binding CO₂ and provide an important habitat for rare native species. An increasing demand for suitable seeds and planting material is expected as a result of bog renaturation measures. In Bavaria, two of the four provenance regions designated in Germany according to the FoVG are relevant. There are currently two seed stands and one seed orchard in Bavaria. Species determination in birches is sometimes difficult because hybridization can occur sporadically. Genetic markers can be used to test species affiliation. This allows, for example, approved seed stands to be checked for species purity. The three downy birch stands examined contain a small proportion of silver birch (well below 20 %). The genetic diversity of crop stands should be as high as possible in order to ensure a high level of adaptability of the seed and seedlings. From the results it can be deduced that all three stands examined can be recommended as seed sources. A medium genetic differentiation can be observed between the downy birch stands. Therefore, the provenance regions should be checked by means of genetic characterization including populations, which are evenly distributed in Bavaria. The aim is to conserve the local or regional gene pool as part of management or renaturation measures in and around peatlands.

(Moor-)Birkenholz – eine Alternative?

Stefan Torno

Schlüsselwörter: Birke, Holzeigenschaften, Holzverwendung, Bauprodukte, Brettschichtholz, Brettsperrholz, Nutzungspotenziale

Zusammenfassung: Die Überschrift des Artikels ist als Frage formuliert: Inwiefern kann das Holz der (Moor) Birke eine Alternative sein – aber für wen und für was? Zu Nadelhölzern? Zu anderen Laubhölzern, die (bislang) aufgrund der Auswirkungen des Klimawandels für den Waldbau favorisiert wurden und nun auch in größeren Mengen als Rohholz zur Verfügung stehen? Zu beiden? Alternative oder Ergänzung? Der Beitrag stellt die Holzeigenschaften der Birke bzw. Moorbirke (*Betula pubescens* Ehrh.) vor und zeigt, daraus abgeleitet, historische, aktuelle und zukünftige Anwendungsmöglichkeiten auf – von der Wäscheclammer bis zu leistungsfähigen Produkten für den Ingenieurholzbau.

Holzeigenschaften der Moorbirke

Das Holz der Moorbirke ist durch die im Folgenden aufgeführten Eigenschaften und technologischen Kennwerte charakterisiert. Es ist zu beachten, dass für letztere häufig Angaben zu finden sind, die anhand kleinformatiger Holzproben ermittelt wurden, welche frei von charakteristischen Merkmalen, z. B. Äste und Faserabweichung, sind. Für bestimmte Anwendungen, z. B. im Bauwesen, sind diese Werte jedoch nicht geeignet und werden daher an Proben ermittelt, die an die dort üblichen Abmessungen angepasst und mit charakteristischen Holzmerkmalen behaftet sind. Charakteristische Werte für Festigkeit und Steifigkeit sind dann in den entsprechenden Zulassungen bzw. Bau-Normen zu finden.

Die Holzeigenschaften der Moorbirke sind unter Bezugnahme auf Grosser und Teetz (1998) im folgenden Steckbrief zusammengefasst (Tabelle 1).

Birkenholz – zwischen dem der Sandbirke und der Moorbirke bestehen keine nennenswerten Unterschiede – lässt sich sowohl händisch als auch maschinell mit allen gängigen Arbeitsverfahren leicht bearbei-

ten. Insbesondere das Schälen, Messern, Profilieren, Drechseln und Schnitzen sind problemlos möglich (Grosser und Teetz 1998). Es lässt sich sehr gut biegen, aber schwer spalten. Die Verklebung wird, vor allem bei Harnstoff- und Phenolharzen, aufgrund der enthaltenen Fettsubstanzen zuweilen als schwierig bzw. nicht befriedigend beschrieben (Lohmann 2001, Grosser und Teetz 1998). In der Praxis (Herstellung von konstruktiven Bauprodukten) konnte diese Herausforderung jedoch durch Anpassungen im Verklebungsprozess – ausgehend von Fichte – gelöst und so eine bauaufsichtliche Zulassung erwirkt werden (Obernosterer 2023). Weiterhin kann es bei Kontakt von Birkenholz und Nicht-Edelmetallen unter Feuchteinfluss zu grauen bis bläulichen Verfärbungen kommen (Lohmann 2001). Die Inhaltsstoffe des Birkenholzes sind bei der Abbindung von frischem Zement stark chemisch reaktiv und stören diese, weshalb Betonschalungen aus Holz (siehe Abschnitt »Holzverwendung«) mit einer schützenden Beschichtung (z. B. Phenolharz) versehen sind (Lohmann 2001). In der baulichen Praxis sind die beiden letztgenannten Punkte bislang nicht zu beobachten (Obernosterer 2023).

Wie viele andere einheimische Laubhölzer (z. B. Ahorn und Pappel) ist die Moorbirke der Dauerhaftigkeitsklasse 5 (nicht dauerhaft) zuzuordnen (Merz et al. 2020). Dies bedeutet, dass eine Verwendung im Innenbereich sowie im überdachten Außenbereich möglich ist. In der Nutzungsklasse 3, bei der das Holz langanhaltend frei bewittert oder dem Erdkontakt ausgesetzt ist, wird der Einsatz von Birkenholz nicht empfohlen.

Nicht so stark ausgeprägt wie bei der Buche, aber dennoch zu berücksichtigen ist das stärkere »Arbeiten« (Änderungen der Dimension bei Holzfeuchteänderungen, Verziehen und Rissbildung) des Birkenholzes. Dies bedeutet, dass Änderungen der Holzfeuchte, z. B. durch direkten Kontakt mit Wasser, Beregnung (Bauprodukte während der Transport- und Konstruktionsphase) oder hohe Umgebungsluftfeuchten (Wasserabgabe von Fußbodenestrich auf Baustellen) und auch Absenkungen der Holzfeuchte (starkes Aufheizen von Innenräumen) vermieden werden sollten.




| Moorbirke (<i>Betula pubescens</i> Ehrh.) | | |
|---|---|---|
| Mittelhart und mittelschwer | | |
| Farbe: Holz i. d. R. einheitlich hell gelblichweiß über rötlichweiß bis hellbräunlich, leicht seidig glänzend; zumeist charakteristische, fleckenartige Hell-Dunkel-Lichteffekte der Holzoberfläche | | |
| Kern: In höherem Alter fakultativer gelblich-rötlicher bis brauner Farbkern (Falschkern) | | |
| Rohdichte (kg/m³): 510...650...830 bei 12–15 % Holzfeuchte | | |
| Differenzielles Quellmaß je 1 % Holzfeuchteänderung (%): radial = 0,29 / tangential = 0,41 | | |
| Differenzielles Schwindmaß je 1 % Holzfeuchteänderung (%): radial = 0,18–0,24 / tangential = 0,26–0,31 (Sell, 1987) | | |
|  |  |  |
| Querschnitt mit durch schmale und dichte Spätholzzonen mehr oder weniger deutlich abgegrenzten Jahrringen und vergleichsweise wenigen, zerstreutporig angeordneten Gefäßen, die oft in kurzen radialen Reihen (2–4) angeordnet sind | Radialschnitt mit feinen, quer angeschnittenen Holzstrahlen und, häufig, rötlich-braun gefärbten Streifen (Markflecken) | Tangentialschnitt mit zarter Fladerung, feinen Holzstrahlen und niedrigen, unauffälligen Spiegeln (längs angeschnittene Holzstrahlen) und Markflecken |

Tabelle 1: Steckbrief Holzeigenschaften Birke. Fotos: R. Rosin

Insgesamt ist die Birke, insbesondere bei Beachtung dieser wenigen Punkte, für sehr viele Anwendungszwecke problemlos geeignet, zumal sämtliche Produkte i. d. R. mit einer an die spätere Nutzung angepasste Holztauglichkeit hergestellt werden.

Holzverwendung

Wie auch bei der Buche (siehe LWF-Wissen 86) haben sich auch bei der Birke die tatsächlichen Anwendungen gewandelt. Einige sind durch die Entwicklung innovativer und kostengünstigerer Werkstoffe (mit oder ohne Holz) weggefallen, während andere sich neu etabliert haben bzw. noch dabei sind, sich zu etablieren – z. B. Bauprodukte, Textilien oder Plattform-Chemikalien. In Deutschland spielt die Birke bislang aufgrund ihres geringen Anteils an der Waldfläche und der »fehlenden

Tradition« bei der Erziehung hochwertiger Bestände nur eine untergeordnete Rolle als Wirtschaftsbaumart. Der Vorrat aller heimischen Birkenarten beläuft sich auf 77,6 Mio. fm, das entspricht 5,5 % des Laubholz- bzw. 2,1 % des Gesamtvorrats, die Moorbirke einschließlich der Karpatenbirke allein macht mit 7 Mio. fm nur 0,5 % bzw. 0,2 % aus (Knauf und Frühwald 2020). Anders sieht dies jedoch in Skandinavien, den baltischen Ländern und Russland aus – hier sind sowohl die wirtschaftliche Bedeutung als auch die Vorräte wesentlich höher.

Birkenrund- sowie Schnittholz ist relativ anfällig für Verstockungen und neigt zum Reißen und Verwerfen. Rundholz sollte daher zügig und ohne längere Zwischenlagerung eingeschnitten werden, ein fleckenweises Entfernen der Rinde oder ein Ringeln mit anschließender Lagerung an einem trockenen und schattigen Platz reduziert die Wertminderung am Rundholz.

Eine Wasserlagerung ist ebenso möglich und erübrigt gleichzeitig das Dämpfen der Stämme vor der Herstellung von Schäl furnieren (Lohmann 2001). Schnittholz muss vorsichtig und langsam getrocknet werden. Dies wird auch in neuerer Zeit als eine der größten Herausforderungen bei der Herstellung von Brettschicht- und Brettsperrholz beschrieben (Jeitler 2015).

Innenausbau, Fußböden und Möbel

Wichtige Verwendungsbereiche für Massivholz und Furniere sind der Möbelbau und der dekorative Innenausbau (Decken- und Wandverkleidungen, (Parkett-)Böden, Türen, Treppen). Schäl furniere werden in Form von Sperrholz zumeist im nicht sichtbaren Bereich und Messer furniere – insbesondere geflammte und gemaserte – als hochwertige Oberflächen im Sichtbereich eingesetzt. Entsprechend farbig gebeizt eignet sich Birkenholz auch sehr gut zur Imitation von Nuss- und Kirschbaum sowie Mahagoni, weshalb es gern im Stilmöbelbau eingesetzt wird (Grosser und Teetz 1998). Weitere Nischen besetzt Birkenholz im Kunst-

handwerk, wo es für Drechsel- und Schnitzarbeiten verwendet wird – gemasertes und wimmerwüchsiges Holz sind hierbei besonders begehrt –, im Sportgerä tebau (Speere, Diskusscheiben), bei der Herstellung von Musikinstrumenten (Hammerstiele von Klavieren) und in der Bürsten- und Pinselindustrie.

Konstruktive Bauprodukte

Industriell von großer Bedeutung – vor allem in den oben erwähnten Regionen – ist Birkenholz für die Herstellung von Sperrholz (Grosser und Teetz 1998), welches neben dem Möbel- und Innenausbau (s. o.) auch im Bauwesen als Hilfsmittel (Beton-Schalungen) oder für tragende oder aussteifende und verstärkende Elemente verwendet wird. Beispiele sind Stege bei zusammengesetzten Querschnitten, Flächentragwerke oder lokale Verstärkungen von Durchbrüchen in Brett schichtholzträgern (Merz et al. 2020).

Zwei noch sehr neue Produkte sind zudem das als Bauprodukt zugelassene Brettschichtholz (BSH) sowie das in Zulassung befindliche Brettsperrholz (BSP

| Hersteller / Zulassungsinhaber | Haslacher Holding GmbH | Haslacher Holding GmbH |
|---------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| Produkt | Haslacher GLT Birch | Brettsperrholz Birke |
| Regel / Zulassung | ETA-19/0031 | – |
| Holzart | Birke | Birke |
| Aufbau | | |
| Lagen | homogen, mind. 6 Lamellen | homogen |
| Höhe (mm) | 240 – 1.200 | ≤ 600 |
| Breite (mm) | 80 – 240 | 50 – 300 |
| Länge (m) | ≤ 45 | ≤ 35 |
| Festigkeit (N/mm²) | | |
| Biegung $f_{m,k}$ | 36,0 * k_{sys} ⁽¹⁾ | 38,0 |
| Zug | | |
| parallel $f_{t,0,k}$ | 24,0 | 28,5 |
| rechtwinkl. $f_{t,90,k}$ | 0,6 | 0,6 |
| Druck | | |
| parallel $f_{c,0,k}$ | 30,0 ⁽²⁾ | 38 |
| rechtwinkl. $f_{c,90,k}$ | 4,5 | 5,0 |
| Schub $f_{v,k}$ | 4,9 | 15 / 4,5 ⁽³⁾ |
| Steifigkeit (N/mm²) | | |
| $E_{0,mean}$ | 15.000 | 15.000 |
| G_{mean} | 850 | 850 |
| Rohdichte (kg/m³) | | |
| ρ_k | 545 | 600 |

⁽¹⁾ k_{sys} ist der Beiwert für die Systemfestigkeit gemäß EN 1995-1-1, Bild 6.12, abhängig von der Anzahl der Lamellen.

⁽²⁾ Bei der Verwendung des Brettschichtholzes in Umgebungsbedingungen der Nutzungsklasse 2 ist der charakteristische Wert der Druckfestigkeit mit dem Faktor 0,8 abzumindern.

⁽³⁾ In Plattenebene / aus der Plattenebene

Tabelle 2: Eigenschaften von Brettschichtholz und Brettsperrholz aus Birke



Abbildung 1: Brettsperrholz aus Birke in Exzellenzqualität. Das ruhige und edle Erscheinungsbild lässt die Grenze zwischen Konstruktion und Innenausbau verschwinden. Quelle: Georg Jeitler, Hasslacher Norica Timber

bzw. CLT). Diese wurden im Zuge der Bemühungen entwickelt, die verstärkt anfallenden Mengen an Laubholz auch im Bauwesen anzuwenden, nachdem man deren Potenzial erkannt hat bzw. alternative Holzarten zur bislang zumeist verwendeten Fichte suchte. Zukünftig müsste das dafür benötigte Holz nicht mehr importiert werden, wenn der Birke, z.B. bei der (temporären) Wiederbewaldung von Katastrophenflächen, eine größere Rolle eingeräumt werden würde. Die Vorteile gegenüber Bauprodukten aus Nadelholz sind die gleichen wie bei der Buche (siehe LWF-Wissen 86). BSH kann als stabförmiges Bauteil für Stützen, Träger und Schwellen eingesetzt werden. Mit CLT als gleichzeitig tragendes und aussteifendes, plattenförmiges Bauteil für z.B. Wände und Deckenscheiben lassen sich komplette Holzbauwerke erstellen, wobei sich insbesondere im Sichtbereich eine hochwertige, edle Optik ergibt. Hinsichtlich der technologischen Kennwerte liegt BSH aus Birke unterhalb der Leistungsfähigkeit von BSH aus Buche (siehe Tabelle 2). Allerdings gibt es nach wie vor genügend Anwendungsbereiche, in denen es nicht auf eine erhöhte Festigkeit und Steifigkeit ankommt – hier sind alternative Holzarten als eine Ergänzung zu bislang eingesetzten bzw. möglicher-

weise zukünftig nicht mehr in ausreichenden Mengen zur Verfügung stehenden Holzarten zu betrachten. Der Birke lässt sich in diesem Zusammenhang durchaus Potenzial attestieren. Gegenüber Produkten aus Fichte weisen BSH und CLT aus Birke bis zu 100 % höhere mechanische Eigenschaften auf (Hasslacher Gruppe 2021a, b).

Sperrhölzer

Sperrhölzer können in vielen Bereichen verwendet werden, einige wurden bereits aufgezeigt (s. o.). Daneben finden sie im Transportsektor Verwendung für Böden und Wände von Straßen- und Schienenfahrzeugen und Containern sowie für Kisten und Boxen in der Verpackungsindustrie. Vorteilhaft gegenüber anderen, sowohl leichteren als auch schwereren Holzarten wirkt sich hierbei die im Vergleich zum Gewicht harte und haltbare Oberfläche aus. Birken-Sperrhölzer können in großen Dimensionen (z. B. bis zu 2 x 6 m) hergestellt werden und ermöglichen große, einteilige Elemente (Metsä Wood 2016).

Span- und Faserplatten, Zellstoff

Birken-Industrieholz wird neben Pappel, Erle und weiteren Laubhölzern mit geringen Anteilen an der Baumarten-Zusammensetzung anteilig zur Herstellung von Span- und Faserplatten sowie Zellstoff verwendet.

Weitere Anwendungsmöglichkeiten

Durch die hohe Biegsamkeit und Elastizität fand Birkenholz früher eine Verwendung in der Wagnerei und im Waggon-, Fahrzeug- und Flugzeugbau, ebenso wurden Schlittenkufen und Ski daraus gefertigt. Die schlechte Spaltbarkeit machte man sich bei der Verwendung für Nähgarnrollen zunutze – die eingeschlitze Kerbe zur Befestigung des Fadens hielt verlässlich stand (Grosser und Teetz 1998). Weitere Gebrauchsgegenstände waren bzw. sind z.T. noch heute Lebensmittelverpackungen und Kisten (Geruchslosigkeit), Teller, Löffel, Kleiderbügel, Wäscheklammern, Spielwaren und Zündhölzer (Grosser und Teetz 1998, FNR 2022).

Ebenso wie für die Buche (vergleiche LWF-Wissen 86) bietet die moderne, holzbasierte Bioökonomie auch für die Birke die Möglichkeit, insbesondere geringwertigere oder bislang nicht wirtschaftlich nutzbare Rohholz-Sortimente einer höherwertigen Verwendung zuzuführen. Erste Unternehmen bieten bereits entsprechende Produkte an.

Potenziale für die Verwendung

Eine Studie zum Marktpotenzial von Laubholzprodukten ordnet die Birke nach der Buche und der Eiche inklusive der »handwerklich eingesetzten Baumarten«

zusammen mit Pappel und Erle in die Gruppe der sonstigen Laubhölzer mit einer größeren (potenziellen) Marktbedeutung ein (Knauf und Frühwald 2020), diese Gruppe macht 12 % des Laubholzvorrats aus. Birke ist dabei insbesondere in den niedrigen Stärkeklassen vorhanden (10 cm – 39,9 cm). Eine verstärkte Nutzung als einzelne Holzart erscheint denkbar, die erzielbaren bzw. zur Verfügung stehenden Rundholz-Dimensionen müssen aber dabei berücksichtigt werden.

Hinweise über die Nutzung bzw. inländische Verarbeitung für Birkenholz kann die Außenhandelsstatistik liefern (Abbildung 2). Im Zeitraum 2006 – 2012 waren die Rundholz-Ausfuhr und -Einfuhr konstant gering (bei insgesamt höherer Einfuhr). Bis 2015 stieg die Einfuhr an – dies spricht für eine höhere inländische Nutzung bzw. Verarbeitung. Ab 2016 bis 2019 ging die Einfuhr jedoch wieder auf das Niveau der Periode 2006 – 2012 zurück. Ab dem Jahr 2020 liegt die Ausfuhr wieder auf einem geringeren Niveau über der Einfuhr. Insgesamt deutet dies darauf hin, dass es in Deutschland gewisse Nutzungs- bzw. Verarbeitungsmöglichkeiten gibt.

Potenziale werden in der Verwendung v. a. in der Holzwerkstoffindustrie (Span- und Faserplatten) gesehen, daneben, wie für alle Laubhölzer, in der Verpackungsindustrie (z. B. Paletten). Höherwertigen Holzsortimenten werden zusätzliche Potenziale im Innenausbau (Massivparkett, Treppen, Massivholzplatten für den Möbelbau) attestiert, wobei Anwendungen im konstruktiven Bereich eher hinterfragt werden. Insgesamt müssen diese Anwendungen jedoch durch

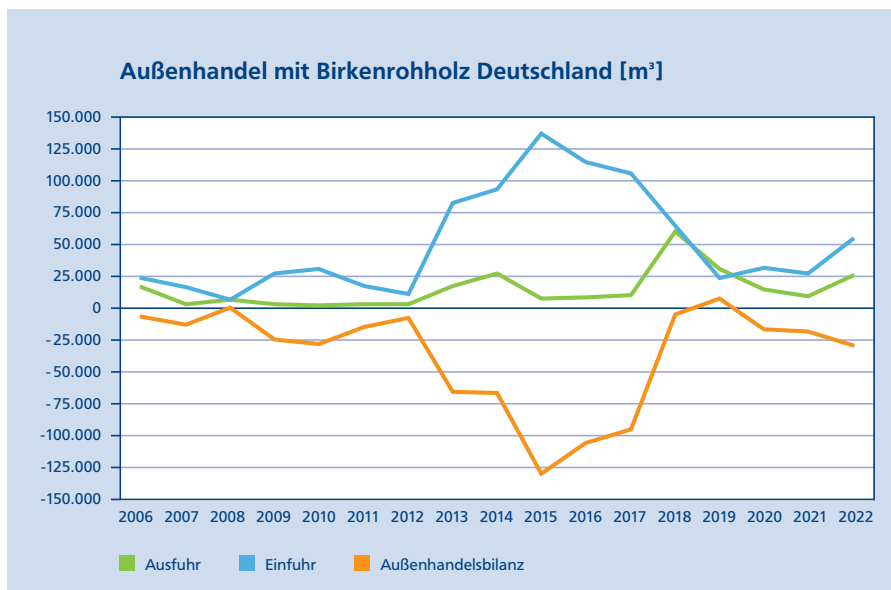


Abbildung 2: Außenhandel mit Birkenrohholz 2006–2022. WA44039510, WA44039590, WA44039600, WA44039951, WA44039959. Quelle: Destatis, 2023

geeignete Maßnahmen »wiederbelebt« und ausgebaut werden (Knauf und Frühwald 2020).

Für den Einsatz im Holzbau ist bei der Birke vorteilhaft, dass für Schnittholz die erforderlichen technologischen Kennwerte vorliegen, um es baurechtlich anwendbar zu machen. Zudem sind mit BSH und CLT zwei Produkte am Markt bzw. stehen vor der Markteinführung. Im Hinblick auf eine ressourcenschonende und effiziente Bauweise könnte auch Sperrholz (Schäl-furnier) in Deutschland bzw. Europa wieder eine größere Bedeutung erlangen.

Für die Birke sowie auch für andere Buntlaubhölzer mit geringem Rohholzaufkommen wird es besonders wichtig sein, Produkte so zu entwickeln, dass »Mischsortimente« eingesetzt werden können. Dies ist umso schwieriger, als dass Laubhölzer sich sowohl inner- als auch zwischenartlich stärker in ihren Eigenschaften unterscheiden als die bislang in vielen Bereichen und großen Mengen eingesetzten heimischen Nadelhölzer. Insbesondere die holzbasierte Bioökonomie könnte sehr stark davon profitieren.

Literatur

Destatis (Statistisches Bundesamt) (2023): Aus- und Einfuhr (Außenhandel): Deutschland, Jahre, Warenverzeichnis (8-Steller). Genesis-Online-Datenbank, abgerufen am 14.04.2023

ETA-19/0031 vom 12.08.2021: Hasslacher GLT Birch. Österreichisches Institut für Bautechnik (OIB), 14 S.

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) (2022): Laubholz. Über die Nutzung und Verwendung einheimischer Laubhölzer. Gülzow-Prüzen, 60 S.

Grosser, D.; Teetz, W. (1998): Einheimische Nutzhölzer (Loseblattsammlung) Nr. 18: Birke. CMA, Bonn. Hrsg.: HOLZABSATZFONDS - Absatzförderungsfonds der deutschen Forstwirtschaft, Bonn 1998, 6 S.

Hasslacher Gruppe (2021a): Brettschichtholz Birke. Broschüre. HNT NF Brettschichtholz BSH Birke DE 202107, 4 S.

Hasslacher Gruppe (2021b): Brettsperrholz Birke. Broschüre. HNT NF Brettsperrholz BSP Birke DE 20211015, 4 S.

Jeitler, G. (2015): Fachmagazin für Holzbau und nachhaltige Architektur. Ausgabe 4/2015 vom 19.06.2015, S. 62

Knauf, M.; Frühwald, A. (2020): Marktpotenziale von Laubholzprodukten aus technisch-wirtschaftlicher und marktstruktureller Sicht (LaubholzProduktmärkte). Februar 2020, Bielefeld, Reinbek, 224 S.

Lohmann, U. (2001): Das Holz der Birken - seine Eigenschaften und Verwendung. In: LWF-Wissen 28, Beiträge zur Sandbirke, Freising, S. 37 ff.

Merz, K.; Niemann, A.; Torno, S. (2020): Bauen mit Laubholz. DETAIL Praxis, DETAIL Business Information GmbH, München, 111 S.

Metsä Wood (2016): Metsä Wood Birch Plywood Products, 08/2016, 44 S.

Obernosterer, D. (2023): Mündliche Mitteilung

Sell, J. (1987): Eigenschaften und Kenngrößen von Holzarten. Baufachverlag beim hep Verlag, Bern, 72. S.

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF); Hrsg. (2022): LWF-Wissen 86. Beiträge zur Rotbuche. Freising, 159 S.

Keywords: Birch, wood properties, wood utilisation, building products, glued laminated timber, cross laminated timber, potential use

Summary: The headline of the article is formulated as a question: To what extent can (downy) birch wood be an alternative – but for whom and for what? To softwoods? To other hardwoods, which (so far) were favored for forest conversion due to the effects of climate change and are now also available in larger quantities as raw wood? To both? Alternative or supplement? The article presents the wood properties of birch and downy birch (*Betula pubescens* Ehrh.), respectively, and, derived from this, shows historical, current and future applications – from clothes pegs to high-performance products for timber engineering.

Die Birken: Vielseitige Begleiter der Menschen von einst bis heute

Michael Mößnang und Olaf Schmidt

Schlüsselwörter: Moorbirke, *Betula pubescens*, Kultur, Lyrik, Volksmedizin, Betulin, Birkenpech, Birkenteer, Glasbirke, Allergie, Bet v1

Zusammenfassung: Die Birke ist der Baum aus dem Norden. Aber aufgrund ihrer Zähigkeit, die sie auf Extremstandorten regelmäßig unter Beweis stellt, ist sie auch ein Baum der gemäßigten Breiten. Die Bevölkerung – heute wie bereits vor Jahrhunderten – hat jedoch zwischen den beiden baumförmigen europäischen Birkenarten – der Sandbirke und der Moorbirke – in aller Regel nicht unterschieden. Große kulturelle Bedeutung hat die Birke v.a. in den nordeuropäischen Kulturen. Ein weiteres wichtiges Thema ist die Rolle der Birke in der Volksheilkunde. Moderne Untersuchungsmethoden und Analysen bestätigen viele jahrhundertealte Anwendungen mit Birkenextrakten. So lassen sich zahlreiche, pharmakologisch wirksame Inhaltsstoffe in den Birkenbestandteilen nachweisen. Birkenpech ist der wohl älteste Kunststoff und Allzweckkleber in der Geschichte der Menschheit und die unterschiedlichsten Produkte aus Birken erleichterten den Menschen das alltägliche Leben. Aber vielen Menschen ist die Birke auch eine große Last, wenn sie an einer Birkenpollenallergie leiden. Und die Zahl der Allergiker nimmt wohl immer mehr zu.

Die »Birke« kennt doch jeder. Aber aufgepasst! Hinter dem Baum, den die meisten Menschen hier bei uns einfach nur »Birke« nennen, stehen zwei unterschiedliche Arten: die Moorbirke (*Betula pubescens*) und die Sandbirke (*Betula pendula*) (vgl. Beiträge von Aas, S. 7 und von Mette et al., S. 15 in diesem Heft). Wenn wir uns nun im Folgenden mit Kultur, Kulturgeschichte, Medizin und anderen »Nebennutzungen« im Zusammenhang mit Birken beschäftigen, können wir i. d. R. nicht zwischen Moor- und Sandbirke unterscheiden, v.a. deswegen nicht, weil in der Literatur bei diesen Themen nicht zwischen Moor- und Sandbirke unterschieden wird bzw. nicht unterschieden werden kann.

Als im Jahr 2000 die Sandbirke zum Baum des Jahres gewählt wurde, erschien der LWF-Bericht Nr. 28 »Beiträge zur Sandbirke« (LWF 2000). In diesem Bericht befasste sich u.a. Dr. Norbert Lagoni, Experte für

Pharmakologie und langjähriger erfolgreicher Medizinjournalist, mit dem Thema »Birke als Rohstoff für die Pharmazie«. Doris Laudert, Diplom-Biologin und Biologielehrerin, schrieb für diesen LWF-Bericht einen kulturhistorischen Beitrag unter dem Titel »Die Birke – Symbol des Neubeginns«. Beide sehr lesenswerte Artikel haben von ihren Aussagen nichts an Gültigkeit verloren und werden daher zum Weiterlesen sehr empfohlen. In den nun folgenden Ausführungen werden immer wieder auch Themen aus beiden Beiträgen aufgegriffen, aber auch der eine oder andere neue Aspekt angesprochen.

Zum Namen der Birke(n)

Moorbirke (*Betula pubescens*) und Sandbirke (*Betula pendula*) gehören zur Gattung *Betula* und zur Pflanzenfamilie der Birkengewächse (*Betulaceae*). Der Gattungsname hat auch die Bezeichnung für einen ganz besonderen Stoff geprägt, das »Betulin«. Betulin ist ein in der Birkenrinde vorkommendes Triterpen, das dafür verantwortlich ist, dass die Birkenrinde eine weiße Farbe hat. Mehr zu Betulin ist in diesem Beitrag in einem eigenen Absatz nachzulesen (S. 104).

Volkstümliche Namen für Birke sind u.a. Bark, Bork, Besenbaum, Frühlingsbaum oder Hexenbesen. Der Name Birke hat seine Wurzeln im indogermanischen *bherǵ* (glänzen), *bhrǵ* (weiß) (Pokorny 1959, wiktio-nary.org: Birke), was auf die weiße Rinde zurückzuführen ist. Weitere Namen speziell für die Moorbirke sind u.a. Haarbirke, Behaarte Birke und Besenbirke sowie auch Glasbirke. Den Name Glasbirke findet man häufig im holzkundlichen Bereich. Glasbirkenholz wird für die Herstellung von »Schwedenmetern«, den hölzernen Gliedermaßstäben (Zollstöcken) verwendet.

Die Birke, der Baum des Nordens

Sand- und Moorbirken kommen im gesamten mittel-, nord- und osteuropäischen Raum vor. In den nord- und osteuropäischen borealen Wäldern kann man sie durchaus auch zu den waldprägenden Baumarten

zählen. Die natürlichen Verbreitungsgebiete beider Birkenarten überschneiden sich in weiten Teilen (s. Beitrag Aas, S.7 in diesem Heft). In ihrer subarktischen Heimat ist die Moorbirke auf Moorstandorten, aber auch in der Taiga und Baumtundra eine wichtige Waldbaumart. Im Norden bildet sie als reiner Birkenwaldgürtel die subarktische Baumgrenze (Waldwissen.net – Vorkommen).

Die Birke hat v. a. in der Kulturgeschichte unserer nord- und osteuropäischen Nachbarn einen vergleichbar hohen Stellenwert wie etwa Linde und Eiche im deutschsprachigen Raum oder die Olive in Südeuropa. In der altnordischen Mythologie war die Birke der Göttin Freya geweiht, die Göttin der Fruchtbarkeit und des Frühlings, des Glücks und der Liebe (Wikipedia – Birken). Manche leiten den Namen »Birke« von der altirischen Göttin Brigid her (goettinen.org 2023), die als die »Helle«, die »Strahlende« bezeichnet wurde (Wikipedia – Brigid).

In Russland ist die Birke eine der häufigsten Bäume. Kein Wunder also, dass sie in vielen Liedern, Gedichten und Gemälden präsent ist. Es ist ein Symbol des Landes, das seit der Antike einen Platz in den Herzen der russischen Bevölkerung hat. Die Slawen betrachteten die Birken als heilige Bäume und verbanden sie mit Frühling, Reinheit, natürlicher, femininer Schönheit. Laudert (2000a) erkennt im nord- und osteuropäischen Kulturraum in der Birke eine große Bedeutung als Symbol des Neubeginns: »Ihre überragende Bedeutung jedoch liegt im Licht, im Frühjahr, im Neubeginn, weshalb der Maibaum, Sinnbild des Frühlingserwachens, nach alter Tradition ein Birkenbäumchen ist. Auch die Wiege des Neugeborenen baute man nach alter Überlieferung aus Birkenholz« (Laudert 2000a). Vor allem bei den Kelten, Germanen und Skandinaviern hatten und haben Birken einen festen Platz in den dortigen Landesbräuchen. So zum Beispiel bei der »Druidentaufe« der Kelten. Mit dieser Art Weihe versetzte der Lehrmeister seinen Schülern einen leichten Schlag mit einem mit Tau benetzten Birkenzweig (BUND-Naturschutz 2023a).

Aber auch in Mitteleuropa sind manche Bräuche mit der Birke verbunden. Im Fränkischen, aber auch darüber hinaus, sieht man noch hie und da die »Liebesmaien«. Dabei handelt es sich um kleine, bunt geschmückte Birkenbäumchen, die junge Männer ihren Angebeteten als Liebesbeweis in der Nacht zum ersten Mai vor die Tür stellen. Ein fast vergessener Brauch (wikitionary.org – Maibaum).

Birken in der Lyrik

Zwar sind Eichen und Linden in unserer Geschichte, Mythologie und unseren Märgen tiefer verwurzelt als die Birken, und auch bei den Ortsnamen in Deutschland steht unter den Bäumen als Namensgeber die Buche an erster Stelle. Trotzdem wird bei uns kein anderer Baum so oft besungen und »bedichtet« wie die Birke. Man kann fast behaupten, dass die Birke ein Lieblingsbaum der Poeten sei. Was macht die Birke so interessant für Dichter und Lyriker? Wie unterscheidet sich die Birke bzw. die beiden heimischen baumartigen Birken, Sand- und Moorbirke, von anderen Bäumen? Es ist ihr Erscheinungsbild: weiße Rinde, feines und zierliches Gezweig und das frische, liebliche Maiengrün des Laubaustriebes (Laudert 2000b, Miltz 2012, Ortner 2015). Immer wieder findet man daher in den Gedichten die Attribute fein, zierlich, schlank, lieblich, licht und mädchenhaft. Das kommt besonders in der Ballade »Birkenlegendchen« von B6rries von M6nchhausen (1874 – 1945) zum Ausdruck, die an dieser Stelle nur in einigen Strophen vorgestellt werden soll. Die gesamte Ballade ist auf S. 33 in diesem LWF-Wissen abgedruckt.

*Birke, du schwankende, schlanke,
Wiegend am blassgr6nen Hag.
Lieblicher Gottesgedanke
Vom dritten Sch6pfungstag.*

...

*Sinnend in g6ttlichen Träumen
Gab seine Sch6pfergewalt
Von den mannhaften Bäumen
Einem die Mächengestalt.*

*G6ttliche Hände im Spiele
Lockten ihr blonden das Haar.
Daß ihre Haut ihm gefiele,
seiden und schimmernd sie war.*

...

Auch in dem Gedicht von Hermann Claudius (1878 – 1980) aus seinem »Wolkenb6chlein« spielt das Weiß der Birkenrinde in Verbindung mit dem Weiß der Wolke die Hauptrolle. In der ersten Strophe des Gedichtes »Reise-Empfindung« (1832) von Nikolaus Lenau (1802 – 1850) kommt die silbern-weiße Birkenrinde auch wieder als Motiv vor:

*Ich sah in bleicher Silbertracht
Die Birkenstämme prangen,
Als wäre d'ran aus heller Nacht
Das Mondlicht blieben hangen.*

Das Weiß der Birke in der weißen Winterlandschaft stellt Hugo Salus (1866–1929) in seinem Gedicht »Birke im Winter« aus der Sammlung »Die Harfe Gottes« in den Vordergrund (S. 81 in diesem Heft). Auch die feinen Zweige und Ästchen der Birke unterscheiden sie von den meisten anderen Bäumen. Dieses feine und zierliche Gezweig wird ebenfalls von den Dichtern bemerkt und besungen. In seinem Gedicht vergleicht Wilhelm Klemm (1881–1968) die feinen Zweige der Birke im Schein des Mondes sogar mit einer Fisch-Reuse:

*Zierliche Birke, du neige
Dich tief in den Himmel hinein.
In Deine hängenden Zweige
Kehrt der Abendstern ein.*

*In dem zarten Gehäuse
Leuchtet er doppelt und klar.
Ein Fisch in himmlischer Reuse –
Golden und wunderbar.*

Wobei die Worte »in deine hängenden Zweige« darauf hindeuten, dass der Dichter die Sand- oder Hängebirke vor seinem geistigen Auge hatte. Hermann Hesse (1877–1962), der als Baumfreund viel über Bäume geschrieben und gedichtet hat, vergleicht das Gezweig der Birke in seinem Gedicht »Die Birke« sogar mit den verzweigten und verschlungenen Gedanken eines Dichters. Den hellgrünen Blattaustrieb der Birken im Frühjahr als Frühlingsbote bringt Johann Trojahn in seinem Gedicht »Die Birke im Frühlingskleide« zum Ausdruck. Ähnlich beschreibt Hermann Löns (1866–1914), der »Heidedichter«, in seinem Gedicht »Alle Birken grünen« den Austrieb der grünen Birkenblätter im Frühjahr. Als kundiger Naturbeobachter und -kenner fügt er aber noch weitere typische Naturerscheinungen des Frühjahrs mit an, so z.B. den blühenden Besenginster (Brahmbusch), die singenden Heidelerchen, den balzenden Birkhahn und die weißen Wollgrasflocken:

*Alle Birken grünen in Moor und Heid,
jeder Brahmusch leuchtet wie Gold,
alle Heidelerchen dudeln vor Fröhlichkeit,
jeder Birkhahn kullert und tollt.*

...

Dagegen stellt Wilhelm Busch (1832–1908) die verschiedenen Nutzungsmöglichkeiten der Birke in den Mittelpunkt seines Gedichtes »Die Birke« und beschreibt die Nutzung der Birke für Holzschuhe und Tabaksdosen, des Birkensaftes als Haarwuchsmittel, der Zweige für Besen und Ruten und als Schmuckkrei-

sig zu Pfingsten. In ähnlicher Art und Weise stellt der Dichter Gustav Pfarrius (1800–1884) im 19. Jahrhundert in einem fiktiven Gespräch zwischen dem Bräutigam und der Birke (»Der Bräutigam und die Birke«) die verschiedenen Nutzungen der Birke heraus, wenn die Birke dem Bräutigam auf seine drängenden Bitten hin vom grünen Strauß über Rute und Besen, Peitschenstiel und Birkensaft bis zum Schluss noch ihr Holz zum Heizen seines Kämmerleins schenkt.

Die Bedeutung der Birke als Freudenbaum, der uns ein freundliches, sonniges Gemüt schenkt, kommt in dem Gedicht von Adolf Schults (1820–1858) »Birke und Trauerweide« aus der Sammlung »Naturbilder« nochmal zum Ausdruck. Auf das häufige Auftreten des Fliegenpilzes als Mykorrhiza-Partner der Birke bezieht sich das Gedicht von Friedrich Georg Jünger (1898–1977). Die weißen Stämme der Moorbirke, die im direkten Vergleich zur Sandbirke weniger schwarze Borke zeigen, erklärt scherzhaft ein Gedicht von Gerd Geiser unter dem Titel »Moorbirken«:

*Gefährlich war's früher durchs Moor zu geh'n,
frag nur die Birken, sie haben geseh'n,
wie mancher Versuch, hier Fuß zu fassen,
jählings gescheitert. Entsetzen! Erblassen!
Der Boden war einfach zu feucht und zu weich,
Die Birken sind heute noch kreidebleich.*

Birke in der Volksmedizin und der Heilkunde

Die Birke hatte schon in der frühesten Volksheilkunde einen großen Stellenwert. Und auch in der modernen Pharmakologie kommt ihr durchaus berechtigt eine große Bedeutung zu. Als Arzneidroge werden heute v.a. die Birkenblätter (*Betulae folium*), Birkensaft (*Betulae succus*), Birkenrinde (*Betulae cortex*), Birkenteer (*Pix betulinae*) und Birkenknospen (*Betulae gemmae*) verwendet (PharmaWiki.ch; Altmeyer und Bacharach-Buhles (2022); Adam und Schultheis (2021); Lagoni (2000); Spektrum Akademischer Verlag (1999); vorsichtgesund (2023)). Das liegt vor allem an den vielen Inhaltsstoffen, die in Blättern, Knospen und in der Rinde eingelagert sind. Dabei handelt es sich um Bitterstoffe, Flavonoide, Gerbstoffe, Phytosterine, Saponine, Terpene, Mineralien wie Kalium oder Kalzium sowie das Vitamin C.

Bitterstoffe haben nicht nur einen bitteren Geschmack, sondern sie wirken auch entzündungshemmend, appetitanregend, immunstärkend und verdauungsfördernd.

Sie fördern die Durchblutung und Sekretproduktion des Verdauungstraktes und wirken so wohltuend auf Verdauungsbeschwerden wie Durchfall oder Verstopfung.

Flavonoide haben eine ähnliche Wirkung im Körper wie die Bitterstoffe. Aufgrund ihrer gelbfärbenden Inhaltsstoffe (flavus (latein.) = gelb) werden Flavone bis heute als natürliche Färbemittel in der Lebensmittel- und Textilindustrie eingesetzt.

Gerbstoffe in Pflanzen werden schon seit Jahrtausenden zum Gerben von Tierhäuten in der Lederverarbeitung verwendet. Aber sie haben auch aufgrund ihrer adstringierenden und entzündungshemmenden Wirkung schon lange ihren festen Platz in der Volksmedizin. So wurden und werden die Birkenextrakte mit ihren Gerbstoff-Bestandteilen in der Volksheilkunde als natürliche Desinfektionsmittel bei der Wundbehandlung eingesetzt.

Phytosterine sind Sterine, die in Pflanzen vorkommen (Wikipedia – Phytosterine). Phytosterine haben eine gewisse Ähnlichkeit zum Cholesterin des Menschen. So können Phytosterine ebenfalls die Cholesterin-Produktion im menschlichen Körper reduzieren. Vorsicht ist hierbei jedoch angesagt, da eine Überdosierung langfristig auch zu einer Erhöhung der Cholesterin-Konzentration führen kann.

Saponine sind Glycoside von Steroiden und Terpenen und ebenfalls in Pflanzen weit verbreitet (Wikipedia – Saponine). Sie haben eine ähnliche Wirkung wie Phytosterine und können Cholesterin an sich binden. Weiterhin wird Saponinen eine darmschützende, entzündungshemmende und verdauungsfördernde Wirkung zugewiesen. Auch haben Saponine hormonstimulierenden Eigenschaften. Daher ist es nicht verwunderlich, dass man den Birken bereits in der keltischen und germanischen Volksheilkunde fruchtbarkeitsfördernde Wirkungen zugesprochen hat. Und seit vielen Jahrhunderten werden Birkenblättereextrakte gegen Haarausfall angewendet.

Früher wie heute werden aus den Pflanzenteilen der Birken Tinkturen, Salben, Säfte, Öle und Tees hergestellt.

Tee aus Birkenblättern

Im Gegensatz zum Laub der meisten anderen Bäume sind die Blätter der Birke essbar (Herfurth 2022). In den Blättern der Birke finden sich zahlreiche medizinisch



Abbildung 1: Birkenblätterttee Foto: Szakaly / Adobe Stock

wirksame Stoffe. Bitterstoffe wirken entzündungshemmend, antibakteriell, verdauungsfördernd und regen die Durchblutung und die Sekretproduktion im Magen-Darm-Trakt an. Eine harntreibende Wirkung wird den Flavonoiden zugeschrieben. Die Wirkstoffe in Birkenblättern machen den Tee zu einem schonenden pflanzlichen Diuretikum. Birkenblätterttees werden u. a. zu Behandlung entzündlicher Harnwegserkrankungen, bei Hautausschlägen, bei Stoffwechselerkrankungen (Diabetes, Gicht, Rheuma) oder bei Haarausfall eingesetzt.

Von der Anwendung von Birkenblättern ist jedoch für jene unbedingt abzuraten, die auf Birkenpollen allergisch reagieren oder nach der Einnahme oder Anwendung Hautirritationen beobachten oder an Magen-Darm-Beschwerden leiden. Ebenso sollten Schwangere und stillende Mütter sowie Kinder unter 12 Jahren keine Birkenblätter-Produkte anwenden (EMA – Birkenblätter).

Betulin, vom »Weißmacher« über den Wundheiler bis zum Blutfettsenker

Das Triterpen Betulin ist ein Hauptbestandteil des weißen Birkenkorks und für die weiße Farbe der Birkenrinde verantwortlich. Betulin wirkt entzündungshemmend und fördert die Wundheilung. Diese Eigenschaften haben die Menschen bereits seit vielen Jahrhunderten genutzt, wenn sie Birkenextrakte in Form von Säften, Tinkturen, Ölen oder Salben einsetzten.

In der Kosmetik wird Betulin als Wirkstoff in Hautpflegemitteln und Hautcremes verarbeitet. In der medizinischen Forschung wird die Wirkung von Betulin auf den Stoffwechsel genauer untersucht. Bei Mäusen konnte man nach einer sechswöchigen Betulin-Verabreichung gegenüber einer Kontrollgruppe feststellen,

dass die »Betulin«-Gruppe geringere Fettwerte in Blut und Leber aufwies und arteriosklerotische Ablagerungen in den Blutgefäßen reduziert waren (Pflanzenforschung.de 2011, Song et al. 2011).

Bet v1, das »Allergie-Monster«

Rote, entzündete Bindehäute, geschwollene Augenlider und juckende, tränende Augen. Oft kommt noch anhaltendes Niesen hinzu, was wiederum zu einem Anschwellen der Nasenschleimhäute führt. Die Nase ist dann entweder verstopft oder sie läuft quasi ununterbrochen. Typische Symptome einer Birkenpollenallergie, welche die Lebensqualität der Betroffenen außerordentlich stark einschränken können. Noch schlimmer wird es für die Betroffenen, wenn sich wegen einer solchen Birkenpollenallergie zusätzlich ein Orales Allergiesyndrom (OAS) entwickelt, welches im gesamten Verdauungsapparat auftreten kann. Es kann im Mund-/Rachenbereich zu Schwellungen, Juckreiz und Brennen kommen bis hin zu Magen-Darm-Beschwerden wie Übelkeit oder Durchfall. Auslöser der Birkenpollenallergie ist das Allergen Bet v1, das seinerzeit nach *Betula verrucosa* (nunmehr *B. pendula*) benannt wurde. Bet v1 ist das Hauptallergen der Birke und Markerallergen für eine größere allergologisch bedeutsame Proteingruppe, der Bet v1-Proteinfamilie. Diese Proteine werden von Pflanzen als Antwort auf biotischen und abiotischen Stress gebildet. Es wird vermutet, dass sie für Pflanzen eine wichtige Rolle bei der Abwehr von Pathogenen (z.B. Bakterien und Pilze) spielen (Altmeyer 2021).

Erst vor kurzem haben polnische Wissenschaftler eine Studie veröffentlicht, aus der hervorgeht, dass Luftverschmutzung Birkenpollen noch aggressiver/allergener macht. Inwiefern die Luftverschmutzung die Beschaffenheit von Baumpollen verändert, untersuchten die Forschenden anhand von Birkenpollen. Sie sammelten Proben an sieben Standorten in der Großstadt Krakau, in Kleinstädten sowie im Wald. Ihr Ergebnis war: Birkenpollen an Orten mit hoher Luftverschmutzung sind möglicherweise allergener als Birkenpollen aus Gebieten mit sauberer Luft (Stawoska et al. 2023). Gemäß Einschätzung von unabhängigen Forschenden reichen die Daten der Studie aber nicht aus, um diese These ausreichend zu belegen. Präventive Maßnahmen in Städten seien aber trotzdem angebracht (Science Media Center Germany 2023). Manche Überlegungen gehen sogar so weit, Birken aus dem Stadtbild ganz zu entfernen. Wie vielschichtig dieses Thema diskutiert werden

muss, zeigt sich schon daran, dass Stadtbäume gerade in Zeiten des Klimawandels in unseren Städten wichtiger denn je sind (GALK 2023, Bund Naturschutz 2023b, NABU 2023). Aber es ist durchaus zu überlegen, ob hochallergene Baumarten wie Birke, Erle oder Hasel in Wohngebieten mit starker Luftschadstoffbelastung in der Nähe stark befahrener Straßen angepflanzt werden sollen. So rät zum Beispiel der Allergologe Prof. Dr. Carsten Schmidt-Weber vom Zentrum Allergie und Umwelt (ZAUM) in München, auf die Anpflanzung von Birken, Erlen und Haselnuss in Städten sowie im Umkreis von ca. 30 km zu Ballungszentren zu verzichten (Schmidt-Weber 2018).

Ein sehr informatives Positionspapier rund um Pollenallergie, Pollenfreie Bereiche, Rechtsproblematik und Stadtplanung hat der Arbeitskreis »Stadtbäume« der Deutschen Gartenamtsleiterkonferenz bereits im Jahr 2012 herausgegeben, wo er in seinem Fazit zur Pollenallergie u. a. Folgendes feststellt: »Allein durch gartenbauliche Maßnahmen ist eine Pollenfreiheit nicht zu erreichen, denn diese (gemeint sind »Pollen«: Anm. d. Red.) verbreiten sich durch Wind über ein großes Gebiet. Dennoch können schon bei der Auswahl der Bäume auch allergologische Kriterien im Rahmen einer Abwägung mitberücksichtigt werden und auf diese Weise die allergene Belastung gemindert werden. So ist bei der Verwendung von frühblühenden Gehölzen wie Birke, Hasel oder Erle schon im Planungsprozess abzuwägen zwischen den Interessen des Naturschutzes, der Stadtgestaltung und der allgemeinen Gesundheit« (GALK 2012).

Birkenpech – Klebriger Kunststoff aus der Steinzeit

Schon vor etwa 400.000 Jahren stellte Homo heidelbergensis aus Birkenrinde den vermutlich ersten Kunststoffkleber in der Menschheitsgeschichte her (Wikipedia – Birkenpech).

Die altsteinzeitliche »Erfindung« des ersten Heißklebers in der Menschheitsgeschichte könnte man sich folgendermaßen vorstellen: Auf einer mit Steinen begrenzten Feuerstelle verbrannte ein Steinzeitmensch Birkenhölzer. Dabei tropfte aus der Birkenrinde Birkenpech auf die heißen Steine. Nach dem Erlöschen des Feuers blieb das Birkenpech als zähflüssige Masse auf den Steinen zurück und mit dem Erkalten der Steine wurde auch das Birkenpech fester. Wo das Birkenpech in eine Steinfuge zwischen zwei Steine hineinfließt, wa-

ren nach dem Erkalten der Steine diese durch das Birkenpech fest verklebt. Fest gewordenes kaltes Birkenpech konnten die Steinzeitmenschen von den Steinen kratzen und durch Erhitzen der Pechmasse wieder verflüssigen und so die klebenden Eigenschaften des Birkenpechs nutzen. Dazu erhitze der altsteinzeitliche Frühmensch Bestandteile des Birkensaftes aus der Birkenrinde. Das daraus gewonnene Birkenpech war ein ausgezeichneter und zuverlässiger Kleber (Wikipedia – Birkenrinde).

Die Herstellung und Nutzung von Birkenpech hat sich über die Mittelsteinzeit bis ins Mittelalter stetig verbessert. So klebte z. B. »Ötzi«, jene 1991 auf dem 3.208 m hohen Tisenjoch entdeckte Gletschermumie in den Öztaler Alpen, seine steinernen Pfeilspitzen mit Birkenpech an die Pfeilschäfte (Weibel 2023). Wie man im Mittelalter bei der Gewinnung von Birkenpech vorgegangen ist, darüber berichtet sehr anschaulich die Gruppe »Marca brandenburgensis anno domini 1260«. In einem »Doppeltopf-Verfahren« wird Holzteer durch starkes Erhitzen von harzhaltigem Holz unter Luftabschluss durch die sog. »Trockene Destillation« bzw. Pyrolyse gewonnen. Hierzu wird in einem oberen Keramiktopf die Birkenrinde sehr dicht gepackt. Dieser Topf hat ein Loch im Topfboden, so dass die beim Brennvorgang entstehenden Teerdämpfe in einem darunter stehenden Auffanggefäß kondensieren können. Der obere Topf wird luftdicht mit feuchtem Lehm bedeckt, der erstens den Keramiktopf beim Brennvorgang vor dem Zerspringen schützt, und zweitens bewirkt, dass Luft weder eindringen noch austreten kann, so dass die Pyrolyse der Teerdämpfe unter Sauerstoffabschluss erfolgt. Nachdem die Lehmschicht getrocknet ist, werden die beiden Töpfe in einer Brenngrube versenkt und der obere Topf mit dem harzhaltigen Material durch ein Holzfeuer erhitzt. Im unteren Topf sammelt sich dann die ölige Teermasse. Holzteer wurde für zahlreiche Anwendungen verwendet, so z. B. als Klebstoff, Dichtungs- und Imprägnierungsmittel, als Farbstoff oder als Rohstoff für zahlreiche weitere Verwendungsmöglichkeiten.

Mit historischen Klebstoffen befasst sich sehr intensiv auch der 2020 gegründete Lehrstuhl »Biogene Polymere« unter der Leitung von Prof. Cordt Zollfrank der Technischen Universität München (Biogene Polymere – BGP – TUM Campus Straubing). »Der Heißklebstoff Birkenpech« »... ist genauso gut oder sogar besser als die derzeit am Markt verfügbaren Produkte«, urteilt Prof. Zollfrank (Doyle 2021).



Abbildung 3:
Korb aus Birkenrinde
Foto: chamillew / Adobe Stock

Birkenrinde und ihre zahlreichen Nutzungsmöglichkeiten

Birkenrinde ist die weiche, biegsame Rinde der Birken, die sich besonders leicht in großen Stücken und Streifen von den Stämmen abschälen lässt. Vor allem die vielfältigen Eigenschaften der Birkenrinde haben die Menschen seit vielen Jahrhunderten schon genutzt (Wikipedia – Birkenrinde). Neben dem bereits erwähnten Einsatz als Heißkleber wurde Birkenrinde zum Beispiel als Baumaterial zur Dachabdeckung verwendet oder Holzbalken wurden zum Schutz vor aufsteigender Feuchtigkeit mit Birkenrinde unterlegt. Nordamerikanische Indianerstämme bauten aus Birkenrinden sogar Kanus. Wegen der weichen und biegsamen Eigenschaften haben die Menschen in Skandinavien, Finnland und Russland sowie viele slawische Völker



Abbildung 4:
Schuhe aus Birkenrinde
Foto: Vasily Merkushev / Adobe Stock

Kleidungsstücke wie Schuhe, Mützen und Kappen hergestellt. Bereits um etwa 100 v. Chr. haben buddhistischen Mönche im indischen Kulturraum die Rinde der Himalaya-Birke (*B. utilis*) als Beschreibstoff verwendet. Aus der Zeit zwischen dem 11. und dem 15. Jahrhundert sind ca. 1.200 Birkenrindentexte aus dem mittelalterlichen Rus bekannt, einem historischen von Slaven bewohnten Gebiet. Die meisten Birkenrindentexte stammen aus der Gegend um Nowgorod (Wikipedia – Birkenrindentexte).

Literatur

- Aas, G. (2023): Die Moorbirke - Verwandtschaft, Verbreitung, Morphologie und Ökologie. In: Beiträge zur Moorbirke. LWF Wissen 87, S. 7-14.
- Adam, M.; Schultheis, C. (2021): Birke als Heilpflanze - Wirkung und Anwendung. <https://www.heilpraxisnet.de/heilpflanzen/birke-als-heilpflanze-wirkung-und-anwendung/>. Aufgerufen am 21.01.2023
- Altmeyer, P. (2021): Bet v 1-Proteinfamilie. In: Altmeyers Enzyklopädie. <https://www.altmeyers.org/de/allergologie/bet-v-1-proteinfamilie-21988>. Aufgerufen am 30.01.2023
- Altmeyer, P.; Bacharach-Buhles, M. (2022): Betulae folium. <https://www.altmeyers.org/de/naturheilkunde/betulae-folium-22020>. Aufgerufen am 24.1.2023
- Biogene Polymere - BGP - TUM Campus Straubing: <https://bgp.cs.tum.de/>. Aufgerufen am 23.01.2023
- BUND-Naturschutz (2023a): Hänge-Birke (Betula pendula). <https://www.bund-naturschutz.de/umweltbildung/bildungsstaetten/wartaweil/bildungsangebote/projekte/naturtalente-lehrpfad/pflanzen/haenge-birke>. Aufgerufen am 13.01.2023 (wegen Druidentaufe).
- BUND-Naturschutz (2023b): Stadtbäume: Wichtiger denn je! <https://www.bund-naturschutz.de/natur-und-landschaft/stadtals-lebensraum/stadtbaeume>. Aufgerufen am 31.1.2023
- Doyle, C. (2021): Was lange hält, ist gut. Faszination Forschung 26, S. 14-21.
- EMA - European Medicines Agency - Birkenblätter: https://www.ema.europa.eu/en/documents/herbal-summary/birch-leaf-summary-public_de.pdf. Aufgerufen am 08.02.2023
- GALK - Deutsche Gartenamtsleiterkonferenz e.V. (2012): GALK - Arbeitskreis Stadtbäume: Positionspapier Pollenallergien. Stand: 26. November 2012. <https://galk.de/component/jdownloads/send/3-positionspapiere/38-positionspapier-allergien>. Aufgerufen am 03.02.2023
- GALK - Deutsche Gartenamtsleiterkonferenz e.V. (2023): GALK - Arbeitskreis Stadtbäume. <https://galk.de/arbeitskreise/stadtbaeume>. Aufgerufen am 02.02.2023
- goettinen.org (2023): Bäume: Birke und die weiße Göttin. http://goettinen.org/baum/birke_1.html. Aufgerufen am 16.02.2023
- Herfurth, F. (2022): Unsere Heilpflanze: Gewöhnliche Birke - Betula pendula. Paracelsus Magazin 3/2022, <https://www.paracelsus.de/magazin/ausgabe/202203/unsere-heilpflanze-gewoehnliche-birke>
- Lagoni, N. (2000): Birke als Rohstoff für die Pharmazie. In: Beiträge zur Sandbirke. Berichte aus der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Nr. 28, S. 100-108.
- Laudert, D. (2000a): Die Birke - Symbol des Neubeginns. In: Beiträge zur Sandbirke. Berichte aus der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Nr. 28, S. 92-99.
- Laudert, D. (2000b): Mythos Baum. BLV-Verlagsgesellschaft, München, Wien, Zürich
- LWF - Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft: (2000): Beiträge zur Sandbirke. Berichte aus der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Nr. 28.
- »Marca brandenburgensis anno domini 1260«: <http://www.brandenburg1260.de/teer.html> sowie <http://www.brandenburg1260.de/teersiederei.pdf>. Aufgerufen am 20.01.2023
- Mette, T.; Falk, W.; Wellhausen, K. (2023): Verbreitung und klimatische, standörtliche Ansprüche. In: Beiträge zur Moorbirke. LWF Wissen 87, S. 15-20.
- Militz, E. (2012): Birken - Lyrik und Prosa. Heiner Labonde Verlag, 102 S.
- NABU (2023): Bäume in der Stadt. <https://www.nabu.de/tiere-und-pflanzen/pflanzen/pflanzenwissen/28508.html>. Aufgerufen am 31.1.2023
- Ortner, H.A. (2015): Die Birke - Ihre Bedeutung aus interdisziplinärer Sicht. Ott-Verlag, 288 Seiten, ISBN 978-3-7225-0147-5
- Pflanzenforschung.de (2011): Gesundheit aus dem Birkenwald. In: <https://www.pflanzenforschung.de/de/pflanzenwissen/journal/gesundheits-aus-dem-birkenwald-1119>. Aufgerufen am 30.01.2023
- PharmaWiki.ch: <https://www.pharmawiki.ch/wiki/index.php?wiki=Birke>. Aufgerufen am 25.01.2023
- Pokorny, J. (1959): Indogermanisches etymologisches Wörterbuch. 1. Band. Francke Verlag Bern und München.
- Schmidt-Weber, C.B. (2018): Gesundheitsrisiko Allergie und die Rolle der Baumpollen. In: Jahrbuch der Baumpflege 2018, Hrsg. D. Dujesiefken, S. 113-116.
- Science Media Center Germany (2023): <https://www.science-mediacyenter.de/alle-angebote/research-in-context/details/news/luftverschmutzung-macht-pollen-allergener/> Aufgerufen am 30.01.2023
- Song, B.-L.; Tang, J.-J.; Li, J.-G.; Qi, W.; Qiu, W.-W.; Li, P.-S.; Li, B.-L. (2011): Inhibition of SREBP by a Small Molecule, Betulin, Improves Hyperlipidemia and Insulin Resistance and Reduces Atherosclerotic Plaques. In: CellMetabolism, Vol 13, Issue 1. P44-56. [https://www.cell.com/cell-metabolism/fulltext/S1550-4131\(10\)00446-8](https://www.cell.com/cell-metabolism/fulltext/S1550-4131(10)00446-8). Aufgerufen am 30.01.2023
- Spektrum Akademischer Verlag (1999): Birke. In: Lexikon der Biologie. www.spektrum.de. <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/birke/8897>. Aufgerufen am 30.01.2023

Stawoska, I.; Myszkowska, D.; Oliwa, J.; Skoczowski, A.; Wesołucha-Birczyńska, A.; Saja-Garbarz, D. et al. (2023): Air pollution in the places of *Betula pendula* growth and development changes the physicochemical properties and the main allergen content of its pollen. PLoS ONE 18(1): e0279826. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0279826>

Ulmer, G.A. (2006): Die außergewöhnlichen Heilkräfte der Birke: Alte und neue Erkenntnisse. Günter A. Ulmer-Verlag.

vorsichtgesund: <https://www.vorsichtgesund.de/glossary/birke-betula-pendula/>. Aufgerufen am 08.02.2023

Waldwissen.net - Vorkommen: <https://www.waldwissen.net/de/lebensraum-wald/baeume-und-waldpflanzen/laubbaeume/moorbirke>. Aufgerufen am 13.02.2023

Weibel, T. (2023): Der Superkleber der Steinzeit. <https://blog.nationalmuseum.ch/2022/03/birkenpech-der-erste-kleber-der-menschheit/>. Aufgerufen am 20.1.2023

Wikipedia - Brigid: <https://de.wikipedia.org/wiki/Brigid>. Aufgerufen am 16.02.2023

Wikipedia - Birken: <https://de.wikipedia.org/wiki/Birken>. Aufgerufen am 08.02.2023

Wikipedia - Birkenrinde: <https://de.wikipedia.org/wiki/Birkenrinde>. Aufgerufen am 20.01.2023

Wikipedia - Birkenrindentexte: <https://de.wikipedia.org/wiki/Birkenrindentexte>. Aufgerufen am 20.01.2023

Wikipedia - Birkenpech: <https://de.wikipedia.org/wiki/Birkenpech>. Aufgerufen am 23.01.2023

Wikipedia - Phytosterine: <https://de.wikipedia.org/wiki/Phytosterine>. Aufgerufen am 07.03.2023

Wikipedia - Saponine: <https://de.wikipedia.org/wiki/Saponine>. Aufgerufen am 07.03.2023

Wiktionary.org - Birke: <https://de.wiktionary.org/wiki/Birke>. Aufgerufen am 08.02.2023

Wiktionary.org - Maibaum: <https://de.wiktionary.org/wiki/Maibaum>. Aufgerufen am 21.02.2023

Keywords: Birch, cultural significance, folk medicine, methods of investigation, applications with birch extracts, birch components, oldest plastic birch pollen allergy

Summary: The birch is the tree from the north. But due to its tenacity, which it regularly proves in extreme locations, it is also a tree of more temperate latitudes. However, the population – today as it did centuries ago – has generally not distinguished between the two most important European birch species – the sand birch and the downy birch. The birch has great cultural significance, especially in northern European cultures. Another important topic is the role of birch in folk medicine. Modern methods of investigation and analysis confirm many centuries-old applications with birch extracts. Thus, numerous, pharmacologically active ingredients can be detected in the birch components. Birch pitch is probably the oldest plastic and all-purpose adhesive in the history of mankind and the most diverse products made of birch made everyday life easier for people. But for many people, the birch is also a great burden if they suffer from a birch pollen allergy. And the number of allergy sufferers is probably increasing more and more.

Ausländische Birkenarten im FVG Grafrath

Olaf Schmidt

Neben der Moorbirke, der dieser Band gewidmet ist, können im Forstlichen Versuchsgarten Grafrath (FVG) auch weitere in diesem Bericht genannte fremdländische Birkenarten begutachtet werden.

Europa, Asien, Amerika – im Forstlichen Versuchsgarten Grafrath finden sich über 200 Baumarten der gemäßigten Breiten auf einem 34 ha großen Areal. Darunter auch europäische, ostasiatische und nordamerikanische Birkenarten, z.B. Gelb-, Zucker-, Papier-, Mandschurische- und Maximowicz-Birke, teilweise in über 100-jährigen Exemplaren.

Gelbbirke (*Betula alleghaniensis* BRITT. (Syn. *B. lutea* MICHX.))

Die Gelbbirke ist die forstlich wichtigste Birkenart Nordamerikas (engl. Yellow Birch). Sie gehört in den östlichen Laubwaldgebieten Nordamerikas zu den Klimaxbaumarten und kann ein Alter von 300 Jahren und Höhen um 30 m erreichen. Namensgebend ist ihre gelbbraune Ringelborke (Abbildung 1). Im FVG steht eine ansehnliche, über 70-jährige Gruppe dieser Birkenart, die sich dort auch verjüngt.

Zuckerbirke (*Betula lenta* L.)

Die ebenfalls aus Nordamerika stammende Zuckerbirke (engl. Sweet Birch, Cherry Birch) ist schwächerwüchsig, als die Gelbbirke. Wegen ihres Holzes wird sie aber auch forstlich genutzt. Als Besonderheit zeigt sie keine weiße oder gelbe Rindenfärbung, sondern eine rissige, fast schwarze Borke. Im FVG kommen etliche über 70-jährige Einzel-exemplare, aber auch Gruppen dieser Birkenart vor.



Abbildung 1: Rindenbild der Gelbbirke (*Betula alleghaniensis*). Foto: M. Piepenburg, WEZ Grafrath

Papierbirke (*Betula papyrifera* Marshall)

Das Verbreitungsgebiet der recht anspruchslosen Papierbirke (engl. Paper Birch) erstreckt sich über das gesamte nördliche Amerika. Es reicht im Westen von Alaska bis südlich nach Oregon und im Osten von Labrador südlich bis New York. Die Stammrinde ist blendend weiß, blättert später in feinen papierartigen Querstreifen ab. Im FVG sind Einzel-Exemplare dieser Art zu sehen.

Lindenblättrige oder Maximowicz-Birke (*Betula maximowicziana* Regel)

Das natürliche Verbreitungsgebiet dieser Birkenart beschränkt sich auf die japanischen Inseln Hokkaido und Hondo und die südlichen Kurilen. Durch ihre großen, lindenähnlichen Blätter (Name!) ist sie unverwechselbar (Abbildung 2). Die frostharte und wuchskräftige Birke erreicht Höhen von 30 m und Stammdurchmesser von einem Meter. Prof. Mayr brachte das erste Saatgut dieser Birkenart nach Grafrath. Im FVG ist diese Birkenart als 125-jähriger beeindruckender Einzelbaum, in Gruppen und in Kleinbeständen unterschiedlichen Alters zu bewundern.

Japanische oder Mandschurische Birke (*Betula platyphylla* Sukaczew)

Die Mandschurische Birke ist in weiten Teilen Ostasiens natürlich verbreitet. Im FVG Grafrath stockt ein bemerkenswerter knapp 60-jähriger Kleinbestand.



Abbildung 2: Größenvergleich der Blätter von Lindenblättriger Birke (*Betula maximowicziana*) und Hängebirke (*Betula pendula*). Foto: M. Piepenburg, WEZ Grafrath

Bäume des Jahres

| Jahr | Baum des Jahres | Tagung Deutschland | Tagung Bayern | LWF Wissen Nr. |
|------|--------------------|---------------------------------------|-----------------------|-----------------|
| 1989 | Stieleiche | | | |
| 1990 | Rotbuche | | | |
| 1991 | Sommerlinde | | | |
| 1992 | Bergulme | Hann. Münden | | |
| 1993 | Speierling | | | |
| 1994 | Eibe | | Ebermannstadt | 10 (vergriffen) |
| 1995 | Spitzahorn | | | |
| 1996 | Hainbuche | | Arnstein | 12 (vergriffen) |
| 1997 | Vogelbeere | Tharandt | Hohenberg an der Eger | 17 (vergriffen) |
| 1998 | Wildbirne | Göttingen | Ulsenheim | 23 (vergriffen) |
| 1999 | Silberweide | Schwedt/Oder | Michelau/Oberfranken | 24 (vergriffen) |
| 2000 | Sandbirke | Tharandt | Waldsassen | 28 |
| 2001 | Esche | Hann. Münden | Schernfeld (WEZ) | 34 |
| 2002 | Wacholder | | Kloster Ettal | 41 |
| 2003 | Schwarzerle | Burg/Spreewald | Rott am Inn | 42 |
| 2004 | Weißtanne | Wolfach/Schwarzwald | Gunzenhausen | 45 |
| 2005 | Roskastanie | München | | 48 |
| 2006 | Schwarzpappel | Eberswalde mit Oder und Rees am Rhein | Essenbach | 52 |
| 2007 | Waldkiefer | Gartow | Walderbach | 57 |
| 2008 | Walnuss | Bernkastel | Veitshöchheim | 60 |
| 2009 | Bergahorn | Garmisch-Partenkirchen | | 62 |
| 2010 | Vogelkirsche | | Veitshöchheim | 65 |
| 2011 | Elsbeere | Nettersheim | Haßfurt | 67 |
| 2012 | Europäische Lärche | Hünfeld | Kelheim | 69 |
| 2013 | Wildapfel | Tharandt und Osterzgebirge | Bayreuth | 73 |
| 2014 | Traubeneiche | Bad Colberg-Heldburg | Lohr am Main | 75 |
| 2015 | Feldahorn | Enningerloh | München | 77 |
| 2016 | Winterlinde | | Berchtesgaden | 78 |
| 2017 | Fichte | Gotha | Bad Steben | 80 |
| 2018 | Edelkastanie | | Eichstätt | 81 |
| 2019 | Flatterulme | Davert/Münsterland | Landshut | 83 |
| 2020 | Robinie | | Onlinetagung | 84 |
| 2021 | Stechpalme | | Onlinetagung | 85 |
| 2022 | Rotbuche | | Onlinetagung | 86 |
| 2023 | Moorbirke | | Onlinetagung | 87 |

Jedes Jahr im Oktober wird der Baum des Jahres von der »BAUM DES JAHRES – Dr.-Silvius-Wodarz-Stiftung« und dem »Kuratorium Baum des Jahres« (KBJ) für das darauffolgende Jahr gewählt. www.baum-des-jahres.de

Anschriften der Autoren

Dr. Gregor Aas

Universität Bayreuth, Ökologisch-Botanischer Garten
95440 Bayreuth
E-Mail: gregor.aas@uni-bayreuth.de

Paul Dimke

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1
85354 Freising
E-Mail: paul.dimke@lwf.bayern.de

Jonas Eckel

Bayerisches Amt für Waldgenetik
Forstamtsplatz 1
83317 Teisendorf
E-Mail: jonas.eckel@awg.bayern.de

Markus Engel

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1
85354 Freising
E-Mail: markus.engel@lwf.bayern.de

Dr. Rasmus Ettl

Bayerische Staatsforsten
Tillystraße 2
93053 Regensburg
E-Mail: rasmus.ettl@baysf.de

Wolfgang Falk

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1
85355 Freising
E-Mail: wolfgang.falk@lwf.bayern.de

Dr. Barbara Fussi

Bayerisches Amt für Waldgenetik
Forstamtsplatz 1
83317 Teisendorf
E-Mail: barbara.fussi@awg.bayern.de

Dr. Richard Heitz

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1
85354 Freising
E-Mail: richard.heitz@lwf.bayern.de

Dr. Sebastian Höllerl

Bayerische Staatsforsten
Tillystraße 2
93053 Regensburg
E-Mail: sebastian.hoellerl@baysf.de

Lisa Kaule

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1
85354 Freising
E-Mail: lisa.kaule@lwf.bayern.de

Dr. Hans-Joachim Klemmt

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1
85354 Freising
E-Mail: hans-joachim.klemmt@lwf.bayern.de

Markus Kölbl

Bayerische Staatsforsten
Tillystraße 2
93053 Regensburg
E-Mail: markus.koelbel@baysf.de

Kilian König

Bayerische Staatsforsten
Tillystraße 2
93053 Regensburg

Marc Kühnbach

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1
85354 Freising
E-Mail: marc.kuehnbach@lwf.bayern.de

Dr. Mirko Liesebach

Thünen-Istitut für Forstgenetik
Sieker Landstraße 2
22927 Großhansdorf
E-Mail: mirko.liesebach@thuenern.de

Tobias Mette

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1
85354 Freising
E-Mail: tobias.mette@lwf.bayern.de

Michael Mößnang

Moosäcker 15
85296 Rohrbach
E-Mail: moessnang.michael@web.de

Dr. Kay Müller

Bayerische Staatsforsten
Tillystraße 2
93053 Regensburg
E-Mail: kay.mueller@baysf.de

Dr. Stefan Müller-Kroehling

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1
85354 Freising
E-Mail: stefan.mueller-kroehling@lwf.bayern.de

Dr. Peter Pröbstle

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1
85354 Freising
E-Mail: peter.proebstle@lwf.bayern.de

Sharon Rakowski

Bayerische Staatsforsten
Tillystraße 2
93053 Regensburg
E-Mail: sharon.rakowski@baysf.de

Axel Reichert

Bayerische Staatsforsten
Tillystraße 2
93053 Regensburg
E-Mail: axel.reichert@baysf.de

Wolfram Rothkegel

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1
85354 Freising
E-Mail: wolfram.rothkegel@lwf.bayern.de

Ottmar Ruppert

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1
85354 Freising
E-Mail: ottmar.ruppert@lwf.bayern.de

Olaf Schmidt

Praterinsel 1
80538 München
E-Mail: petraundolaf.schmidt@gmx.de

Dr. Muhidin Šeho

Bayerisches Amt für Waldgenetik
Forstamtsplatz 1
83317 Teisendorf
E-Mail: muhidin.seho@awg.bayern.de

Joachim Stiegler

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1
85354 Freising
E-Mail: joachim.stiegler@lwf.bayern.de

Sabrina Thoma

Bayerische Staatsforsten
Tillystraße 2
93053 Regensburg
E-Mail: sabrina.thoma@baysf.de

Stefan Torno

Cluster Forst und Holz
Obere Hauptstraße 36
85354 Freising
E-Mail: torno@cluster-forstholzbayern.de

Norbert Wimmer

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1
85354 Freising
E-Mail: norbert.wimmer@lwf.bayern.de

Heinrich Wimmer

Bayerische Staatsforsten
Tillystraße 2
93053 Regensburg
E-Mail: heinrich.wimmer@baysf.de

