

Zeitschrift für naturwissenschaftliche Bildung und Forschung im Bayerischen Wald

Der Bayerische Wald



Mitteilungen des Naturkundlichen Kreises Bayerischer Wald e. V. (gegr. 1975) Folge 81/82,
der Botanischen Arbeits- und Schutzgemeinschaft Bayerischer Wald (gegr. 1984) Folge 50
und des Naturwissenschaftlichen Vereins Passau e. V. (gegr. 1857) 58. Bericht (1/2)



Botanik

Exkursionsberichte

Beiträge zur Pflanzenwelt des Großraums Passau

Wiesen und Säume am Unteren Inn

Das Arboretum „Forstmeister-Winneberger-Hain“

Pilzpirsch im Erdbrüst-Feuchtgebiet

Zoologie

Die Großschmetterlinge des Passauer Raumes

Die Zünsler des Passauer Raumes

Die Äskulapnatter im Schärdinger-Passauer Inn-Engtal

Geologie

Die Erforschung des Passauer Waldes

Eine mineralogische Beschreibung des Künischen Gebirges

Wie das Mineral Hühnerkobelit zu seinem Namen kam

Inhaltsverzeichnis

<i>Wolfgang Diewald</i> : BASG Bayerischer Wald – Exkursionsberichte 2019	3
<i>Willy A. Zahlheimer</i> : Beiträge zur Pflanzenwelt des Großraums Passau (Niederbayern) II: Hochbedrohte Farn- und Blütenpflanzen im Bereich des Innals	5
<i>Thomas Herrmann</i> : Wiesen und Säume der Altau- en am Unteren Inn	17
<i>David Anich, Thomas Fickert, Markus Finke, Julian Geismar, Theresa Hellhuber, Julia Kammerer, Julia Killingseder & Matthias Köhler</i> : Das Arboretum „Forstmeister-Winneberger-Hain“ im Neuburger Wald – Eine geobotanische Weltreise vor den Toren Passaus	35
<i>Alois Zechmann</i> : Auf Pilzpirsch im Erdbrüst-Feuchtgebiet in Passau	49
<i>Rudolf Ritt</i> : Die Großschmetterlinge des Passauer Raumes – ein Update	53
<i>Rudolf Ritt & Peter Lichtmanecker</i> : Die Zünsler des Passauer Raumes – Pyraloidea: Pyralidae und Crambidae (Lepidoptera)	57
<i>Otto Aßmann & Barbara Lorenz</i> : Die Äskulapnatter (<i>Zamenis longissimus</i> . LAURENTI 1768 - Colubridae) im Schärddinger-Passauer Inn-Engtal (Niederbayern / Oberösterreich)	71
<i>Fritz Pfaffl</i> : Der Anteil österreichischer Geologen und Geographen an der Erforschung des Passauer Waldes	83
<i>Fritz Pfaffl & Thomas Hirche</i> : Eine mineralogische Beschreibung des Künischen Gebirges	103
<i>Fritz Pfaffl & Thomas Hirche</i> : Die Erforschungsgeschichte: Wie das Mineral Hühnerkobelit zu seinem Namen kam	110
Dank	112

Impressum

Herausgeber

Naturwissenschaftlicher Verein Passau e. V., Naturkundlicher Kreis Bayerischer Wald e. V. und Botanische Arbeits- und Schutzgemeinschaft Bayerischer Wald

Schriftleitung

Botanik - Zoologie - Naturschutz:
Wolfgang Diewald, Prof. Dr. Helmut Fürsch, Thomas Herrmann
Geologie - Lagerstättenkunde - Mineralogie:
Fritz Pfaffl, RNDr. Jiří Babůrek

Layout, Endredaktion

Wolfgang Ahlmer, Thomas Herrmann, Herbert Stockbauer

Druck

Offsetdruckerei Rothe, Passau

Hinweise für Autoren

Die Zeitschrift „Der Bayerische Wald“ veröffentlicht bio- und geowissenschaftliche sowie naturschutzfachliche Arbeiten über den Bayerischen Wald sowie angrenzende Gebiete. Für den Inhalt der Beiträge sind die Verfasser verantwortlich.

Die möglichst knapp zu fassenden Manuskripte sollen den allgemeinen Bedingungen für die Abfassung wissenschaftlicher Publikationen entsprechen. Der Arbeit ist möglichst eine kurze Zusammenfassung voranzustellen. Fußnoten sind nicht erwünscht. Erläuterungen und Hinweise sind in den Text einzubauen. Am Schluss des Artikels zeichnet der Verfasser mit Namen und Anschrift.

Manuskripte und Abbildungen sind auf Datenträgern oder per Email einzusenden. Die Bearbeitung sollte bevorzugt mit Word für Windows erfolgen.

Das Manuskript braucht keine spezielle Formatierung einzuhalten, da alle Beiträge vor dem Druck neu gesetzt werden. Die Textvorlage sollte ein **einfacher Fließtext** sein, er sollte keine Formatierungen (**fett** und *kursiv* sind möglich, aber nicht nötig) enthalten, insbesondere keinerlei Namen/Autoren in GROSSBUCHSTABEN, keine selbst erzeugten Trennungen, keine Einschübe für Tabellen- oder Abbildungen, keine Spalten. Die Textstruktur mit Überschriften und Absätzen soll jedoch vorhanden sein. **Zusätzlich** zum einfachen Fließtext **kann** als Erläuterung ein selbstformatierter Text (optional incl. eingefügter Abbildungen und Tabellen) vorgelegt werden.

Abbildungen (Grafiken, Fotos) sollten von der Auflösung her auf die Satzspiegelbreiten von 8,5 cm (einspaltig) bis 18,0 cm (zweispaltig) ausgerichtet sein. Die maximale Höhe darf 25 cm nicht überschreiten. Fotos müssen so gestaltet sein, dass sie einen Zuschnitt auf diese Formate ohne Informationsverlust erlauben. Tabellen können Word- oder Excel-Tabellen sein. Abbildungs- und Tabellenbeschriftungen sollten am Ende des Fließtextes aufgelistet werden; sie müssen den mitgelieferten Fotos und Tabellen eindeutig zuordenbar sein.

Verbreitungshinweise sind möglichst mit der Nummer der Topografischen Karte 1:25.000 und der Quadrantenzahl zu versehen (Beispiel: MTB 7447/1).

Für das Literaturverzeichnis gilt folgendes Muster:

- Zeitschriftenveröffentlichungen:

HUBER, A. & B. MEIER (1987): Titel [- Untertitel]. – Zeitschrift **Bandzahl**: Anfangsseite-Schlussseite.

- Buchveröffentlichungen:

HUBER, A. & B. MEIER (1987): Titel [- Untertitel]. – [Auflage,] Gesamtseitenzahl, Verlagsort.

Die Beiträge sind an die jeweiligen Schriftleiter einzusenden:

Botanik

Wolfgang Diewald, Stephanusweg 4, 94315 Straubing,
09421 / 18 98 224, diewald-botanik@t-online.de

Naturschutz

Thomas Herrmann, Passauer Straße 21, 94127 Neuburg am Inn,
08507 / 92 20 53, thomas.herrmann@landschaftundplan-passau.de

Zoologie

Prof. Dr. Helmut Fürsch, Bayerwaldstraße 26, 94161 Ruderting,
08509 / 12 34, helmut.fuersch@uni-passau.de

Geologie und Mineralogie

Fritz Pfaffl, Pfarrer-Fürst-Straße 10, 94227 Zwiesel,
09922 / 13 90

Lagerstättenkunde

RNDr. Jiří Babůrek, Český geologický ústav, Klárov 3,
CZ 181 21 Praha, Tschechische Republik, baburek@cgu.cz

„Der Bayerische Wald“ erscheint mit zwei Heften im Jahr oder einmal als Doppelheft. Die Zeitschrift wird ohne gewerblichen Gewinn herausgegeben. Die Verfasser von Beiträgen erhalten kein Honorar. Nichtmitglieder können Einzel Exemplare der Zeitschrift über die Vereinsvorstände beziehen.

Das Arboretum „Forstmeister-Winneberger-Hain“ im Neuburger Wald Eine geobotanische Weltreise vor den Toren Passaus

David Anich, Thomas Fickert, Markus Finke, Julian Geismar, Theresa Hellhuber, Julia Kammerer, Julia Killingseder & Matthias Köhler, Passau

Einführung

Seit rund vier Jahrzehnten gibt es im Neuburger Wald auf der sogenannten Gültbauernwiese am linksseitigen Innufer ein Arboretum, den sogenannten Forstmeister-Winneberger-Hain. Trotz seines langen Bestehens und gelegentlicher Berichterstattungen in der Tagespresse (zuletzt PNP 2013) ist diese Anlage wenig bekannt. Der Begriff Arboretum leitet sich von dem lateinischen Wort *arbor* (lat. für Baum) bzw. *arbustum* (lat. für Baumpflanzung) ab und bezeichnet eine Baum- bzw. Gehölzsammlung. Folgende Definition, die sich auf der Website ARBORETEN IN DEUTSCHLAND (2018) findet, fasst die wesentlichen Merkmale eines Arboretums zusammen: „Ein Arboretum ist eine öffentlich zugängliche Sammlung von freiwachsenden, einheimischen und exotischen Holzgewächsen zu Studienzwecken. Ein Arboretum kann eigenständig oder auch Teil einer öffentlichen oder privaten Grünanlage sein.“ Arboreten besitzen eine Vielzahl unterschiedlicher Funktionen in den Bereichen Forschung und Lehre, Breitenbildung und Naturbewusstsein, Biodiversität und Artenschutz sowie Erholung und Freizeit (Abb. 1).

Für Fachleute der Dendrologie, der Forstwissenschaften und anderer „grüner“ Disziplinen sind Arboreten Ausbildungsorte, die „[...] Studien über die systematische Stellung von Familien, Gattungen und Arten der Bäume, die Prüfung landschaftsgestalterischer Verwendung oder Erweiterung der Baumartenpalette, sowie die Erhaltung und Förderung von Baumarten, die am Naturstandort gefährdet sind [...]“ ermöglichen (ARBORETEN IN DEUTSCHLAND 2018). Zudem erlauben es Arboreten, die Wuchsleistung von Baumarten unter den gegebenen Standortbedingungen ihres Wuchsortes (v. a. hinsichtlich des aktuellen oder zukünftigen Klimas) abzuschätzen. Pflanzeninteressierte können in frei zugänglichen Arboreten heimische und exotische Bäume und Sträucher kennenlernen, sofern die Pflanzen innerhalb der Anlage den Besuchern in einer verständlichen und ansprechenden Form zugänglich gemacht werden. Nicht zuletzt dienen Arboreten der Bevölkerung auch als Erholungs- und Freizeitraum.

Bereits im Jahr 1968 wurden erste Überlegungen zur Anlage eines Arboretums im Neuburger Wald von Seiten des Leiters des Forstamtes Passau Süd, Herrn Forstdirektor Ahr, angestellt. Mit der Anlage tatsächlich begonnen wurde aber erst zehn Jahre später unter Mitwirkung des Kreisfachberaters für Gartenbau und Landespflege, Herrn Hans-Joachim



Abb. 1: Herbstaspekt des Forstmeister Winneberger Hains, überlagert von den vielfältigen Funktionen, die Arboreten besitzen (nach ARBORETEN IN DEUTSCHLAND 2018)

Birzer. 1979 wurde das damals mit 79 verschiedenen Laub- und 41 verschiedenen Nadelgehölzen bepflanzte Arboretum auf der Gültbauernwiese eingeweiht. Mit dem Arboretum sollte in erster Linie ein Lehrgarten für die wenige Jahre zuvor gegründete Universität Passau, sowie eine parkartige Naturlandschaft mit Erholungs- und Bildungswert für die Passauer Bevölkerung zur Verfügung gestellt werden. Der wissenschaftliche Interessensschwerpunkt der mit zahlreichen Exoten bepflanzten Anlage lag auf der Wuchsleistung fremdländischer Gehölze unter ökologisch und klimatisch z.T. beträchtlich vom Ursprungsgebiet abweichenden Standortbedingungen.

Gewidmet ist das Arboretum dem am 04.01.1794 in Wallerstein im Ries geborenen Förster, Geologen und Mineralogen Johann Ludwig Winneberger, der sich nach seiner Ausbildung am Forstinstitut Schwarzenberg als einer der Ersten der Bestandsaufnahme der Baumarten und Waldtypen des damals noch wenig erschlossenen Bayerischen Waldes widmete (vgl. WALDHERR 1997). Neben Aufgaben in Zwiesel und Regensburg war der unter anderem im Auftrag von König Ludwig I. arbeitende königlich-bayerische Regierungs- und Kreisforstrat auch in Passau und im Neuburger Wald tätig. Die (Wieder-)Aufforstung der ursprünglich artenreichen Mischwälder im Neuburger Wald – nach Übernutzung und nahezu vollständiger Degradation (u. a. durch die Napoleonischen Kriege) – mit Eichen und anderen Edellaubhölzern, die bis heute eine wichtige wirtschaftliche Grundlage bilden, geht auf Johann Ludwig Winneberger zurück. Auch

die Erholungsfunktion solch reichhaltiger Wälder im stadtnahen Bereich erkannte Winneberger und machte sich an die Schaffung parkartiger Wälder, die er unter anderem auch mit nicht-heimischen Baumarten bepflanzte. Diesem seiner Zeit weit voraus denkenden Förster und seiner Intention, ein Bewusstsein für die Bedeutung von Bäumen und ihrer Erforschung zu schaffen, sollte mit der Errichtung des Arboretums Rechnung getragen werden (WALDHERR 1997).

Der vorliegende Beitrag will einerseits das Arboretum Forstmeister-Winneberger-Hain vorstellen und eine aktuelle Bestandsaufnahme (Stand 2017) der im Arboretum wachsenden Arten vorlegen (die letzte Erhebung der Gehölze fand im Jahr 2005 statt), andererseits sollen auch einige generelle Fragen aufgegriffen werden, mit denen sich Arboreten beschäftigen. Von besonderer Bedeutung ist dabei sicher die Eignung heimischer und exotischer Gehölze anhand ihrer klimaökologischen Ansprüche in Zeiten einer voranschreitenden Klimaerwärmung zu bewerten.

Lage und naturräumliche Ausstattung des Forstmeister-Winneberger-Hains

Der Forstmeister-Winneberger-Hain befindet sich am orographisch linken Ufer des Inn-Engtals zwischen Schärding und Passau in einer Höhenlage von 300 m ü. d. M. (Abb. 2).

Geologisch betrachtet ist dieses Gebiet noch Teil des Bayerischen Waldes, dessen Ausläufer hier über die Donau nach Süden hinausgreifen. Petrographisch dominieren metamorphe Gesteine (Diatexite, Gneise). Das Mittelgebirge des Bayerischen Waldes ist während der variszischen Gebirgsbildung im Devon und Karbon entstanden (ca. 400. bis 300 Mio. Jahre v. h.). Bereits während des Perms (ca. 300 bis 250 Mio. Jahre v. h.) wurde es durch Abtragungsprozesse wieder weitgehend eingerumpft, erfuhr im Zuge der Alpen-Orogenese weiter südlich aber seit dem Pliozän (5,3 bis 2,6 Mio Jahre v. h.) wiederholt bruchtektonische Hebungen, was dazu führte, dass sich die bereits angelegten Flusssysteme antezedent ins kristalline Grundgebirge einschnitten und im Passauer Raum steile Durchbruchstäler an Donau, Inn und Ilz entstehen ließen (EITEL 2002, FICKERT 2013).

Der Inn entspringt in den Rhätischen Alpen auf einer Höhe von 2.484 m ü. d. M. Aufgrund seiner Herkunft aus den Zentralalpen führt er im Vergleich zu anderen bayerischen Alpenflüssen einen sehr hohen Schwebstoffanteil („Gletschermilch“) mit sich, der auch die charakteristische grüne Färbung des Inns verursacht (vgl. HERRMANN 2002, 2013). Die hohe Sedimentfracht führt bei Hochwasserereignissen zu Ablagerungen von Feinsanden und Schluffen in den Uferbereichen und den Innauen (vgl. VOLLRATH 2004) und damit zu einer natürlichen Düngung mit mineralischen Nährstoffen.

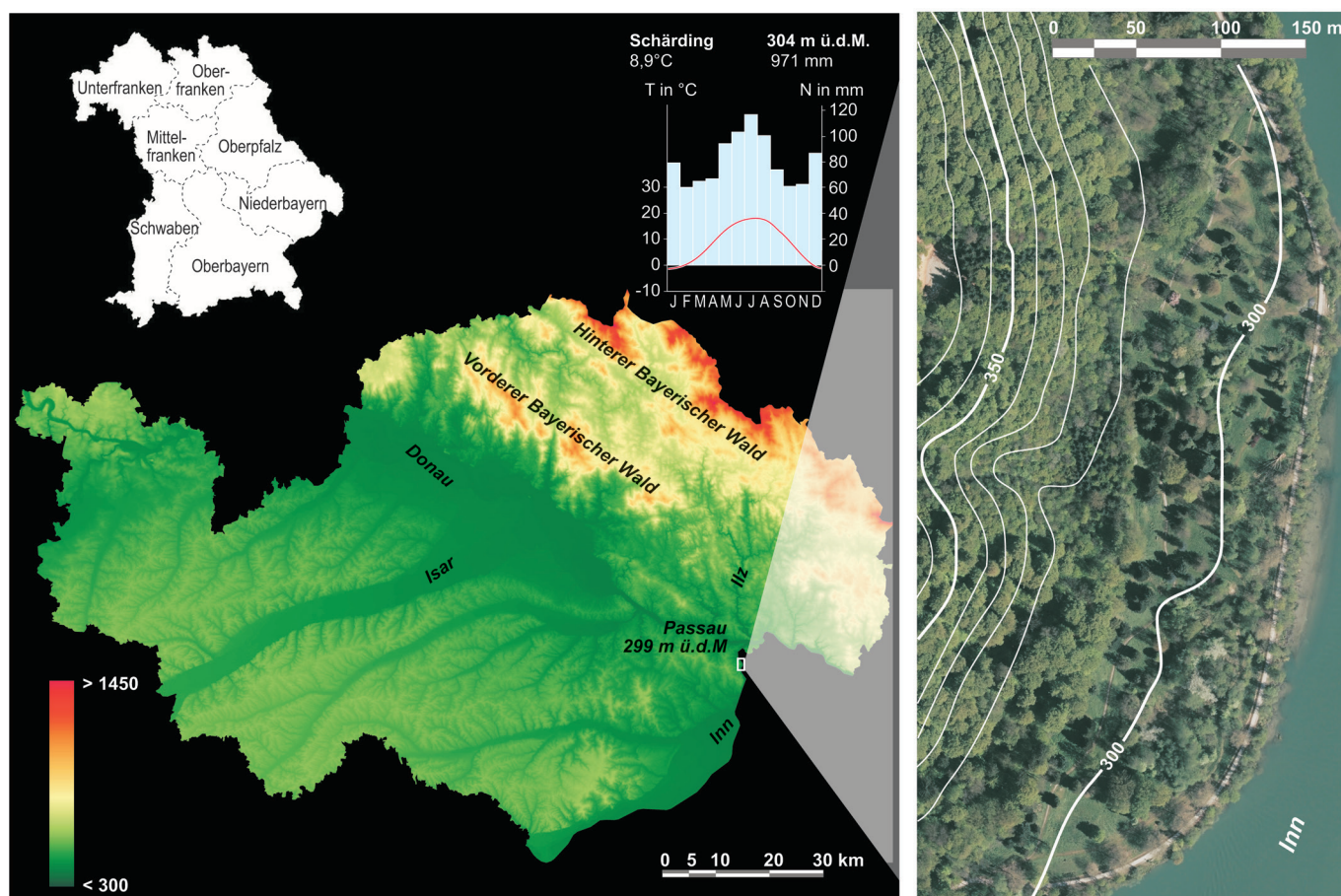


Abb. 2: links: digitales Reliefmodell (nach SRTM-Daten) von Niederbayern mit Lage des Arboretums und Klimadiagramm von Schärding (nach climate-data.org); rechts: Luftbild des Arboretums überlagert von Höhenlinien mit 10 Meter Äquidistanz (Luftbild freundlicherweise zur Verfügung gestellt vom Bayerischen Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung).

Auch für den Uferabschnitt, auf dem sich das Arboretum befindet, kann von einer erhöhten Menge an nährstoffreichem Feinmaterial in den Böden ausgegangen werden (HERRMANN 2013). Eine Besonderheit, die sich hieraus ergibt, sind die extrem konträren Bodenbedingungen zwischen Alluvionen und anstehendem Gestein. Hier treffen nämlich die kalkhaltigen Flusssedimente des Inns unmittelbar mit dem sauren Kristallin-Gestein des Bayerischen Waldes zusammen. Dies ist, neben klimatischer Gunst, ein wichtiger Grund für den Artenreichtum im Inn-Engtal (vgl. VOLLRATH 2004).

Klimatisch ist die Region als temperat-humid zu bezeichnen. Das Niederschlagsmaximum liegt im Sommer, wenn die ganzjährig wirksamen Niederschläge aus atlantischen Luftmassen durch konvektive Sommergewitter ergänzt werden. Der mittlere Jahresniederschlag an der wenige Kilometer flussaufwärts gelegenen Station Schärding/Oberösterreich liegt bei 971 mm (vgl. Klimadiagramm in Abb. 2). Die ausgleichende Wirkung des Inns ruft in Anbetracht der subkontinentalen Lage relativ moderate Winter- und Sommertemperaturen im Flusstal hervor. Die Jahrestemperaturamplitude zwischen kältestem (Januar, $-2,0^{\circ}\text{C}$) und wärmsten Monat (Juli, $18,7^{\circ}\text{C}$) beträgt in Schärding $20,7^{\circ}\text{C}$ (Abb. 2). Die Tallage führt zu Windschutz, wodurch die Anreicherung von Luftfeuchtigkeit begünstigt wird. Die dichten Leitenwälder des Neuburger Waldes schließen direkt an das Arboretum an. Das somit entstehende Waldklima verringert die tageszeitlichen Temperaturschwankungen. Das Kronendach entkoppelt den Wald ein Stück weit von der darüber liegenden Atmosphäre („Wald-Klima“), wodurch hier nachts wärmere und tagsüber kühlere Temperaturen als über Freiflächen vorzufinden sind (vgl. auch FICKERT 2017).

Vorgehensweise, Datenerhebung und Auswertung

Dem Ziel einer möglichst umfassenden aktuellen Bestandsaufnahme der im Arboretum vertretenen Gehölze standen zunächst einige Schwierigkeiten gegenüber. Obwohl in der Vergangenheit wiederholt versucht wurde, das Arboretum durch das Anbringen von Namensschildern auch für interessierte Laien attraktiv zu gestalten, muss festgehalten werden, dass bei einem Großteil der Bäume und Sträucher Schilder fehlen oder durch Vandalismus zerstört wurden. Da die Herkunft vieler Pflanzen nicht von vornherein bekannt war, war die Verwendung regionaler Bestimmungsbücher, mit deren Hilfe eine sichere Identifizierung der Arten möglich wäre, schwierig. Immerhin lag eine Liste der bei der Erstanlage Ende der 1970er Jahre gepflanzten Gehölze vor, die einen ersten Ansatzpunkt darstellte. Zu allen aufgelisteten Arten wurden daher zunächst Informationen und graphische Darstellungen zu Pflanzenmerkmalen (Blätter, Blüten, Früchte, etc.) aus verschiedenen Quellen (Print, Online) zusammengetragen, mit deren Hilfe versucht wurde, die Gehölze im Gelände zu bestimmen. Alle annähernd zweifelsfrei bestimmbar Gehölze wurden mithilfe eines GPS-Gerätes eingemessen, um die jeweiligen Wuchsorte in einem georeferenzierten Luftbild darstellen zu können (vgl. Abb. 3). Die Geländearbeit im Arboretum erfolgte im Juni 2017 im Rah-

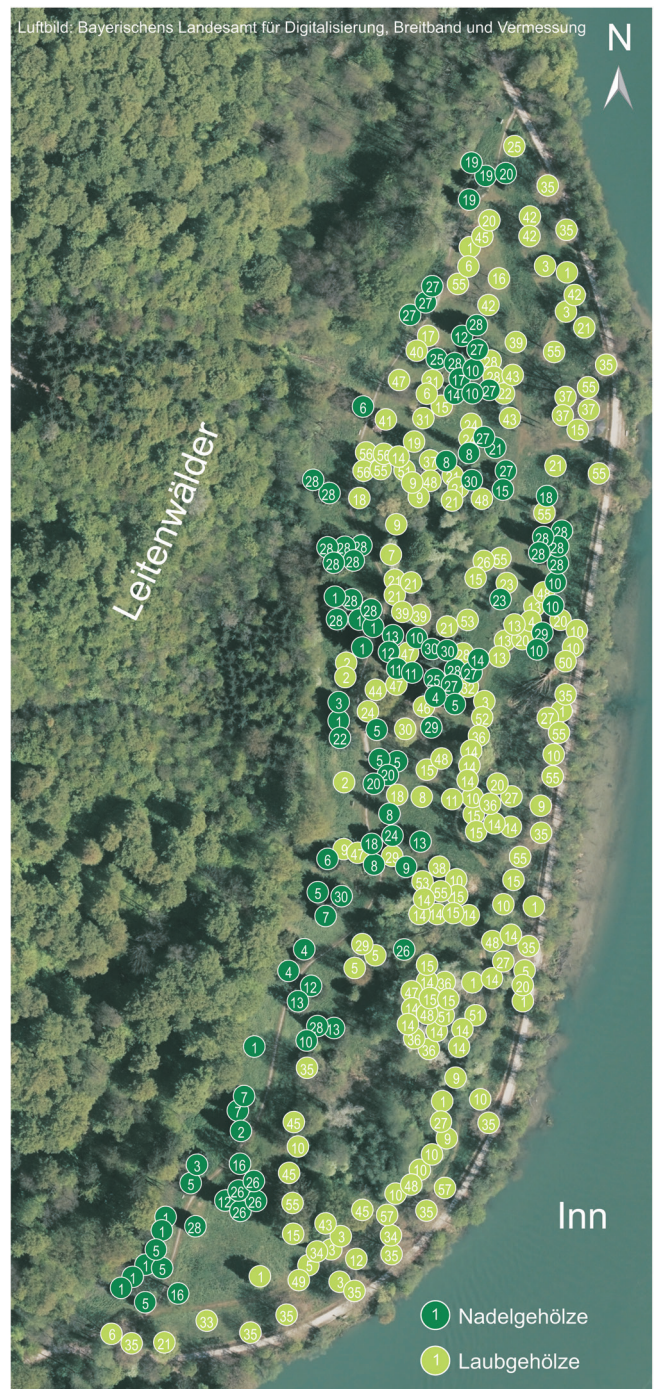


Abb. 3: Luftbild des Forstmeister Winneberger Hains mit den erfassten Nadel- und Laubgehölzen. Die Zahlen beziehen sich auf die laufenden Nummern in Tab. 1 und 2. (Luftbild freundlicherweise zur Verfügung gestellt vom Bayerischen Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung).

men eines Geländeseminars des Lehrstuhls für Physische Geographie der Universität Passau.

Zu allen erfassten Gehölzen wurden im Anschluss mit Hilfe regionaler Floren und Enzyklopädien (u. a. BURNS & HONKALA 1990, THOMPSON et al. 1999a, 1999b, SCHÜTT et al. 2006, FARJON & FILER 2013) sowie verschiedener Internetquellen (u. a. ENCYCLOPEDIA OF LIFE o.J., EUROPEAN FOREST GENETIC RESOURCES PROGRAMME o.J.) folgende Informationen zusammengetragen (soweit verfügbar):

Tab. 1: Liste der Nadelgehölze im Forstmeister Winneberger Hain (im Fettdruck: neu hinzugekommene Arten, die nicht in der Pflanzliste von 1979 enthalten sind).

#	Gattung	Art	Familie	deutscher Name	Wuchshöhe in m	Herkunft
1	<i>Abies</i>	<i>alba</i>	Pinaceae	Weißtanne	bis 50	Mittel- und Südeuropa
2	<i>Abies</i>	<i>concolor</i>	Pinaceae	Coloradotanne	bis 40	westl. USA, Mexiko
3	<i>Abies</i>	<i>grandis</i>	Pinaceae	Küstentanne	bis 90	Nordamerika
4	<i>Abies</i>	<i>homolepis</i>	Pinaceae	Nikkotanne	bis 40	Japan
5	<i>Abies</i>	<i>koreana</i>	Pinaceae	Koreatanne	bis 18	Korea
6	<i>Abies</i>	<i>nordmanniana</i>	Pinaceae	Nordmannstanne	bis 40	Kaukasus, Türkei
7	<i>Abies</i>	<i>procera</i>	Pinaceae	Edeltanne	bis 80	Kalifornien
8	<i>Cedrus</i>	<i>atlantica</i>	Pinaceae	Atlaszeder	bis 40	Nordafrika
9	<i>Cedrus</i>	<i>deodara</i>	Pinaceae	Himalajazeder	bis 50	Himalaja
10	<i>Chamaecyparis</i>	<i>lawsoniana</i>	Cupressaceae	Blaue Scheinzypresse	bis 15	SW-Oregon und NW-Kalifornien
11	<i>Chamaecyparis</i>	<i>obtusa</i>	Cupressaceae	Hinoki-Scheinzypresse	bis 40	Japan, Taiwan
12	<i>Chamaecyparis</i>	<i>pisifera</i>	Cupressaceae	Sawara-Scheinzypresse	bis 20	Japan
13	<i>Cryptomeria</i>	<i>japonica</i>	Cupressaceae	Japanische Sichelanne	bis 30	China, Japan
14	<i>Juniperus</i>	<i>communis</i> "hib."	Cupressaceae	Säulenwacholder	bis 10	Nordchina, Nord-amerika, Nordafrika
15	<i>Larix</i>	<i>kaempferi</i>	Pinaceae	Japanische Lärche	bis 30	Japan
16	<i>Metasequoia</i>	<i>glyptostroboides</i>	Cupressaceae	Urweltmammutbaum	bis 35	China
17	<i>Picea</i>	<i>glauca</i> "conica"	Pinaceae	Zuckerhutfichte	bis 3	Kanada
18	<i>Picea</i>	<i>omorika</i>	Pinaceae	Serbische Fichte	bis 35	Serbien
19	<i>Picea</i>	<i>orientalis</i>	Pinaceae	Kaukasusfichte	bis 30	Kleinasien, Kaukasus
20	<i>Picea</i>	<i>torano</i>	Pinaceae	Tigerschwanzfichte	bis 20	Japan
21	<i>Picea</i>	<i>pungens</i>	Pinaceae	Stechfichte	bis 50	Nordamerika
22	<i>Picea</i>	<i>sitchensis</i>	Pinaceae	Sitkafichte	bis 40	Alaska bis Oregon
23	<i>Pinus</i>	<i>cembra</i>	Pinaceae	Zirbe	bis 20	Europa, Gebirge
24	<i>Pinus</i>	<i>ponderosa</i>	Pinaceae	Gelb-Kiefer	bis 70	Westen Nordamerika
25	<i>Sequoiadendron</i>	<i>giganteum</i>	Cupressaceae	Mammutbaum	bis 100	Kalifornien
26	<i>Taxodium</i>	<i>distichum</i>	Cupressaceae	Sumpfzypresse	bis 35	Nordamerika
27	<i>Taxus</i>	<i>baccata</i>	Taxaceae	Eibe	bis 20	Nordhemisphärisch
28	<i>Thuja</i>	<i>occidentalis</i>	Cupressaceae	Gewöhnliche Thuja	bis 20	Nordamerika
29	<i>Thujopsis</i>	<i>dolabrata</i>	Cupressaceae	Japanischer Lebensbaum	bis 15	Japan
30	<i>Tsuga</i>	<i>canadensis</i>	Pinaceae	Hemlocktanne	bis 30	Nordamerika

- geographische Herkunft
- ökologische Herkunft, d. h. die Ökozone (sensu SCHULTZ 2000) des ursprünglichen Herkunftsgebietes
- Minimum-, Maximum- und Mitteltemperatur (in °C) im natürlichen Verbreitungsgebiet
- Minimum-, Maximum- und Mittelwerte des Jahresniederschlags (in mm) im natürlichen Verbreitungsgebiet
- USDA-Frosthärte-Zone (USNA o.J., 1 = polar ab ca. -51°C bis 13 = tropisch, ca. 21 °C, Unterteilung dazwischen in Schritten von ca. 5,5°C (= 10°F)
- Wuchshöhe der Gehölze im natürlichen Verbreitungsgebiet (in m)
- Höherer Streckung im natürlichen Verbreitungsgebiet (in m ü. d. M.)

Diese Daten werden in Tabellenform für jede Art vorgestellt (Tab. 1 und 2). Einfache explorative Datenanalysen in Form von Kreis- und Balkendiagrammen geben Auskunft zu Diversitätsmustern der Artenzusammensetzung (Verhältnis Nadel- zu Laubgehölzen, Gattungs- und Familienzugehörigkeit) und zur Herkunft der einzelnen Arten (Region, Ökozone). Die klimaökologischen Informationen bieten zudem die Möglichkeit einer Bewertung, welche Gehölze im Zuge

der voranschreitenden Klimaerwärmung in Zukunft eher zu den Gewinnern und welche zu den Verlierern zählen werden. Hierfür bietet sich das Konzept der sogenannten Klimahüllen an (KÖLLING 2007a). In einem zweidimensionalen Diagramm, in dem Niederschlag und Temperatur in Bezug zueinander gesetzt werden, lassen sich durch die Klimahüllen Klimabereiche bestimmter Pflanzenarten, aber auch bestimmter Standorte und/oder Regionen (z. B. Deutschland) umreißen. Aus Klimamodellierungen lässt sich zudem das zukünftige Klima bestimmter Regionen ableiten, woraus dann erkennbar wird, welche Gehölze eher günstigeren oder eher ungünstigeren Zeiten entgegensehen. Echte Klimahüllen liegen nur für sehr wenige der im Arboretum wachsenden Gehölze vor (KÖLLING 2007a). Daher wird im Folgenden auf Mittelwerte sowie die Spannweite der thermischen und hygrischen Toleranz (Minimum- und Maximum-Werte) der Pflanzen zurückgegriffen, die für einen Großteil der Arten verfügbar sind. Diese werden in den zweidimensionalen Diagramm dargestellt und von den Klimahüllen des gegenwärtigen und des zukünftigen Klimas Deutschlands (nach KÖLLING 2007a) überlagert, sodass sich die Eignung respektive Nicht-Eignung der Gehölze unter veränderten Klimabedingungen grob abschätzen lässt. Das Konzept der Klimahüllen ist nicht völlig unumstritten (vgl. hierzu BOLTE

Tab. 1: Fortsetzung

Ökozone des Herkunftsgebietes	T _{min}	T _{max}	T _m	N _{min}	N _{max}	N _m	Frosthärte	Untergrenze in m ü.d.M	Obergrenze in m ü.d.M.
Feuchte Mittelbreiten	2,5	12,5	7,5	700	1800	1250	5	800	2100
Mediterrane Subtropen, Mittelbreiten	-1	13	6	510	1900	1205	5	600	3400
Feuchte Mittelbreiten	6	10	8	500	2500	1500	6	0	1800
Immerfeuchte Subtropen	?	?	?	1300	2000	1650	5	700	2200
Feuchte Mittelbreiten	9,7	15,7	12,7	1600	2500	2050	6	1000	1900
Mediterrane Subtropen	?	?	?	1000	3000	2000	5	900	2200
Mediterrane Subtropen	4,4	7,2	5,8	1960	2410	2185	6	650	2200
Mediterrane Subtropen	?	?	?	500	2000	1250	6	1300	2500
Mediterrane Subtropen	?	?	?	1000	2500	1750	7	1200	3000
Mediterrane Subtropen	5,2	11,3	8,25	1000	2250	1625	7	0	1950
Immerfeuchte Subtropen	?	?	?	3000	5000	4000	3	1000	2500
Immerfeuchte Subtropen	?	?	?	?	?	?	3	300	2600
Feuchte Mittelbreiten / Immerfeuchte Subtropen	?	?	?	?	?	?	7	50	1600
Feuchte Mittelbreiten	0	16	8	500	1250	875	2	0	2800
Feuchte Mittelbreiten	0	11	5,5	550	1000	775	6	1200	2700
Feuchte Mittelbreiten	12,5	13,5	13	1250	1300	1275	5	800	1300
Boreale Zone	2	10	6	250	1250	750	1	0	1500
Feuchte Mittelbreiten	4	6	5	800	1200	1000	5	800	1600
Feuchte Mittelbreiten	-3,3	6,7	1,7	900	1800	1350	5	1000	2100
Feuchte Mittelbreiten	?	?	?	1000	1200	1100	6	400	1850
Trockene Mittelbreiten	3,9	6,1	5	460	610	535	3	1850	3050
Feuchte Mittelbreiten	-2	11	4,5	650	5600	3125	7	0	1200
Feuchte Mittelbreiten	?	?	?	800	1500	1150	3	1300	2750
Mediterrane Subtropen, Trockene Mittelbreiten	5	10	7,5	350	1750	1050	6	0	3000
Mediterrane Subtropen	8	15	11,5	900	1400	1150	7	850	2700
Immerfeuchte Subtropen	?	?	?	1100	1600	1350	5	0	160
Feuchte Mittelbreiten	3	14	8,5	500	2000	1250	6	50	1800
Boreale Zone, Feuchte Mittelbreiten	10	16	13	700	1200	950	2	0	600
Feuchte Mittelbreiten, Immerfeuchte Subtropen	?	?	?	1500	3000	2250	6	100	2000
Boreale Zone, Feuchte Mittelbreiten	3	12	7,5	750	1250	1000	5	300	1500

et al. 2008), für einen ersten Überblick zu klimatischen Ansprüchen und (Nicht-)Eignung bestimmter Baumarten unter modellierten zukünftigen Klimabedingungen sollen sie hier dennoch herangezogen werden.

Gehölzartenvielfalt

Im Forstmeister-Winneberger-Hain überwiegen Laubgehölze, die etwa zwei Drittel der vorkommenden Arten stellen (vgl. Abb. 4). Die Inventarisierung ergab, dass sich der Baumbestand seit der Anlage des Pflanzgartens im Jahr 1979 gewandelt hat. 1979 zählte das Arboretum nach Angaben der Pflanzliste 79 verschiedene Laub- und 41 verschiedene Nadelgehölze, heute sind es nur noch 57 und 30 Taxa, respektive (vgl. Abb. 4 sowie Tab. 1 und Tab 2). Es sind aber nicht nur Arten verschwunden, sondern es sind auch einige neue hinzugekommen. Insgesamt wurden 2017 sieben neue Laub- und zwei neue Nadelgehölze angetroffen, die in der Pflanzliste von 1979 noch nicht verzeichnet waren (vgl. Tab. 1 und Tab. 2).

Die 30 Nadelgehölze verteilen sich auf drei Familien und 15 unterschiedliche Gattungen (Abb. 5, Tab. 1). Bei den Gattungen ist die Familie der Zypressengewächse (*Cupressa-*

ceae) am vielfältigsten vertreten, bei den Arten die Familie der Kieferngewächse (*Pinaceae*), mit allein sieben verschiedenen Tannen-Arten (*Abies spec.*) und sechs Fichten-Arten (*Picea spec.*). Innerhalb der Gruppe der Laubgehölze verteilen sich die 57 Arten auf 28 unterschiedliche Gattungen und 24 unterschiedliche Familien (Abb. 5). Am artenreichsten vertreten sind die Rosengewächse (*Rosaceae*) mit zehn verschiedenen Arten, die sich auf sieben verschiedene Gattungen verteilen. Der Großteil der Familien ist aber mit jeweils nur einer Art bzw. einer Gattung vertreten (Abb. 5, Tab. 2).

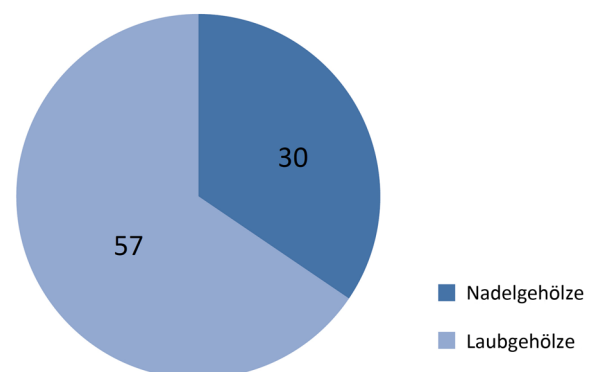


Abb. 4: Gehölzartenzahl im Forstmeister-Winneberger-Hain, getrennt nach Laub- und Nadelgehölzen

Tab. 2: Liste der Laubgehölze im Forstmeister Winneberger Hain (im Fettdruck: neu hinzugekommene Arten, die nicht in der Pflanzliste von 1979 enthalten sind).

#	Gattung	Art	Familie	deutscher Name	Wuchshöhe in m	Herkunft
1	<i>Acer</i>	<i>campestre</i>	Sapindaceae	Feldahorn	bis 20	Europa bis Kleinasien
2	<i>Acer</i>	<i>tataricum</i>	Sapindaceae	Feuerahorn	bis 7	China, Japan
3	<i>Acer</i>	<i>negundo</i>	Sapindaceae	Eschenblättriger Ahorn	bis 20	Nordamerika
4	<i>Acer</i>	<i>palmatum "atropurpurea"</i>	Sapindaceae	Fächerahorn	bis 9	Japan, Korea
5	<i>Acer</i>	<i>platanoides</i>	Sapindaceae	Spitzahorn	bis 30	Europa bis Kaukasus
6	<i>Acer</i>	<i>pseudoplatanus</i>	Sapindaceae	Bergahorn	bis 40	europ. Mittelgebirge bis Kaukasus
7	<i>Acer</i>	<i>trautvetteri</i>	Sapindaceae	Kaukasischer Ahorn	bis 15	Kaukasus
8	<i>Ailanthus</i>	<i>altissima</i>	Simaroubaceae	Götterbaum	bis 30	China
9	<i>Alnus</i>	<i>glutinosa</i>	Betulaceae	Schwarzerle	bis 25	Europa bis Sibirien, Nordafrika
10	<i>Alnus</i>	<i>incana</i>	Betulaceae	Grauerle	bis 20	Europa bis Kaukasus
11	<i>Amelanchier</i>	<i>lamarckii</i>	Rosaceae	Kupfer-Felsenbirne	bis 10	Osten Nordamerikas
12	<i>Berberis</i>	<i>julianae</i>	Berberidaceae	Immergrüne Berberitze	bis 4	Mittelchina
13	<i>Berberis</i>	<i>thunbergii "atropurpurea"</i>	Berberidaceae	Blutberberitze	bis 3	Frankreich
14	<i>Betula</i>	<i>pendula</i>	Betulaceae	Sandbirke	bis 20	Europa bis Kleinasien
15	<i>Carpinus</i>	<i>betulus</i>	Betulaceae	Hainbuche	bis 20	Europa bis Persien
16	<i>Carya</i>	<i>ovata</i>	Juglandaceae	Hickory	bis 40	China, Nordamerika
17	<i>Castanea</i>	<i>sativa</i>	Fagaceae	Eskastanie	bis 30	Asien, Südeuropa, Afrika
18	<i>Catalpa</i>	<i>bignonioides</i>	Bignoniaceae	Trompetenbaum	bis 15	Nordamerika
19	<i>Cercidiphyllum</i>	<i>japonicum</i>	Cercidiphyllaceae	Lebkuchenbaum	bis 30	Japan, Korea
20	<i>Cornus</i>	<i>alba "sibirica"</i>	Cornaceae	sibirischer Hartriegel	bis 3	Sibirien
21	<i>Corylus</i>	<i>avellana</i>	Betulaceae	Haselnuss	bis 12	Europa, Kleinasien
22	<i>Cotoneaster</i>	<i>frigidus</i>	Rosaceae	Baum-Zwergmispel	bis 10	Asien (Himalaya)
23	<i>Crataegus</i>	<i>monogyna</i>	Rosaceae	Weißdorn	bis 4	Europa, Nordafrika
24	<i>Euonymus</i>	<i>alatus</i>	Celestraceae	Spindelstrauch	bis 3	Zentralchina, Japan
25	<i>Euonymus</i>	<i>europaeus</i>	Celestraceae	Pfaffenhütchen	bis 7	Europa, Asien
26	<i>Fagus</i>	<i>sylvatica</i>	Fagaceae	Buche	bis 30	Mitteleuropa bis Kaukasus
27	<i>Fraxinus</i>	<i>excelsior</i>	Oleaceae	Esche	bis 40	Europa bis Nordasien
28	<i>Hamamelis</i>	<i>mollis</i>	Hamamelidaceae	Zaubernuss	bis 5	Mittelchina
29	<i>Kolkwitzia</i>	<i>amabilis</i>	Caprifoliaceae	Perlmutterstrauch	bis 4	China
30	<i>Liriodendron</i>	<i>tulipifera</i>	Magnoliaceae	Echter Tulpenbaum	bis 35	Osten Nordamerika
31	<i>Magnolia</i>	<i>acuminata</i>	Magnoliaceae	Gurkenmagnolie	bis 26	Nordamerika
32	<i>Nothofagus</i>	<i>antarctica</i>	Nothofagaceae	Südbuche	bis 15	Feuerland bis Chile
33	<i>Philadelphus</i>	<i>coronarius</i>	Hydrangeaceae	Hoher Pfeifenstrauch	bis 5	Südeuropa, Kaukasus
34	<i>Physocarpus</i>	<i>opulifolius</i>	Rosaceae	Schneeballblättrige Blasenpiere	bis 3	Osten Nordamerika
35	<i>Platanus</i>	<i>x acerifolia</i>	Platanaceae	Platane	bis 35	unbekannt
36	<i>Populus</i>	<i>alba</i>	Salicaceae	Weißpappel	bis 30	Südeuropa, Orient
37	<i>Populus</i>	<i>tremula</i>	Salicaceae	Zitterpappel	bis 30	Europa bis Sibirien, Nordafrika
38	<i>Prunus</i>	<i>cerasifera "nigra"</i>	Rosaceae	Blutpflaume	bis 7	USA
39	<i>Prunus</i>	<i>cerasus</i>	Rosaceae	Sauerkirsche	bis 10	Südosteuropa bis Asien
40	<i>Prunus</i>	<i>laurocerasus</i>	Rosaceae	Lorbeerirsche	bis 6	Südosteuropa bis Kleinasien
41	<i>Prunus</i>	<i>serrulata</i>	Rosaceae	Japanische Zierkirsche	bis 8	China, Korea, Japan
42	<i>Pterocarya</i>	<i>fraxinifolia</i>	Juglandaceae	Kaukasische Flügelnuss	bis 25	Kaukasus, Nordpersien
43	<i>Pyrus</i>	<i>communis</i>	Rosaceae	Holzbirne	bis 20	Mitteleuropa
44	<i>Quercus</i>	<i>petraea</i>	Fagaceae	Traubeneiche	bis 30	Europa bis Westasien
45	<i>Quercus</i>	<i>robur</i>	Fagaceae	Stieleiche	bis 35	Nordafrika, Europa, Kleinasien
46	<i>Quercus</i>	<i>rubra</i>	Fagaceae	Amerikanische Roteiche	bis 35	Nordamerika
47	<i>Robinia</i>	<i>pseudoacacia</i>	Fabaceae	Scheinakazie	bis 25	Nordamerika
48	<i>Rhamnus</i>	<i>frangula</i>	Rhamnaceae	Faulbaum	bis 7	Europa, Westasien, Nordafrika
49	<i>Rosa</i>	<i>rugosa</i>	Rosaceae	Kartoffelrose	bis 1,5	Ostasien
50	<i>Salix</i>	<i>alba</i>	Salicaceae	Kopfleide	bis 25	Europa bis Mittelasien
51	<i>Salix</i>	<i>caprea</i>	Salicaceae	Salweide	bis 15	Europa bis Asien
52	<i>Salix</i>	<i>cinerea</i>	Salicaceae	Asch-Weide	bis 6	Europa, Westsibirien
53	<i>Sambucus</i>	<i>nigra</i>	Adoxaceae	Schwarzer Hollunder	bis 7	Europa bis Asien
54	<i>Symphoricarpos</i>	<i>laevigatus</i>	Caprifoliaceae	Gewöhnliche Schneebeere		Nordamerika
55	<i>Tilia</i>	<i>cordata</i>	Malvaceae	Winterlinde	bis 30	Europa
56	<i>Ulmus</i>	<i>minor</i>	Ulmaceae	Feldulme	bis 30	Europa, Kleinasien, Nordafrika
57	<i>Viburnum</i>	<i>lantana</i>	Adoxaceae	Wolliger Schneeball	bis 5	Europa, Westasien

Tab. 2: Fortsetzung

Ökozone des Herkunftsgebietes	T _{min}	T _{max}	T _m	N _{min}	N _{max}	N _m	Frosthärte	Untergrenze in m ü.d.M	Obergrenze in m ü.d.M.
Feuchte Mittelbreiten, Mediterrane Subtropen	2,5	15,5	9	500	1500	1000	4	0	1200
Feuchte Mittelbreiten, Immerfeuchte Subtropen	?	?	?	?	?	?	3	0	900
Feuchte Mittelbreiten, Mediterrane und Immerfeuchte Subtropen	0	22	11	400	2000	1200	2	700	3000
Feuchte Mittelbreiten, Immerfeuchte Subtropen	?	?	?	?	?	?	5	0	3000
Feuchte Mittelbreiten, Mediterrane Subtropen	1,5	11	6,25	450	1600	1025	4	0	1400
Feuchte Mittelbreiten	3,5	12,5	8	450	1400	925	4	0	1800
Feuchte Mittelbreiten	?	?	?	?	?	?	6	1600	2500
Immerfeuchte Subtropen	7	18	12,5	400	1400	900	5	0	2400
Feuchte Mittelbreiten, Mediterrane Subtropen, Trockene Mittelbreiten	2	15	8,5	450	2000	1225	3	?	?
Feuchte Mittelbreiten, Boreale Zone	-2	9	3,5	500	2500	1500	2	0	1800
Feuchte Mittelbreiten	?	?	?	?	?	?	4	0	350
Feuchte Mittelbreiten	?	?	?	?	?	?	6	1000	1300
Feuchte Mittelbreiten	?	?	?	?	?	?	4	?	?
Feuchte Mittelbreiten, Boreale Zone	-2,5	12,5	5	400	1350	875	2	500	3050
Feuchte Mittelbreiten	2,5	14,5	8,5	450	1250	850	5	0	1000
Feuchte Mittelbreiten	4	21	12,5	750	2000	1375	4	0	900
Mediterrane Subtropen	5	16	10,5	500	1550	1025	5	300	1800
Immerfeuchte Subtropen	?	?	?	760	1650	1205	5	?	?
Immerfeuchte Subtropen, Feuchte Mittelbreiten	?	?	?	?	?	?	4	600	2700
Trockene Mittelbreiten	?	?	?	?	?	?	3	0	1800
Feuchte Mittelbreiten	4	14	9	500	1800	1150	4	0	1600
Trockene Mittelbreiten	?	?	?	?	?	?	6	2800	3300
Feuchte Mittelbreiten, Trockene Mittelbreiten	5	19	12	400	1400	900	4	0	2200
Feuchte Mittelbreiten, Trockene Mittelbreiten	?	?	?	?	?	?	4	?	?
Feuchte Mittelbreiten	6	13	9,5	500	1100	800	3	0	1200
Feuchte Mittelbreiten	3,5	13,5	8,5	550	1500	1025	5	0	1500
Feuchte Mittelbreiten, Mediterrane Subtropen	3	14	8,5	450	1600	1025	5	0	1800
Immerfeuchte Subtropen	?	?	?	?	?	?	5	300	800
Immerfeuchte Subtropen, Feuchte Mittelbreiten	?	?	?	?	?	?	4	300	1300
Feuchte Mittelbreiten, Immerfeuchte Subtropen	6,2	21,6	13,9	750	2000	1375	5	100	1350
Feuchte Mittelbreiten	7	18	12,5	900	2000	1450	4	1000	2000
Feuchte Mittelbreiten, Trockene Mittelbreiten	3,2	8,6	5,9	1400	2200	1800	6	0	2000
Winterfeuchte Subtropen, Feuchte Mittelbreiten	?	?	?	900	1300	1100	4	?	?
Feuchte Mittelbreiten	?	?	?	?	?	?	3	?	?
Feuchte Mittelbreiten	?	?	?	800	1500	1150	5	?	?
Feuchte Mittelbreiten, Mediterrane Subtropen, Trockene Mittelbreiten	8	20	14	300	1000	650	3	0	3000
Feuchte Mittelbreiten, Mediterrane Subtropen, Trockene Mittelbreiten	-3,5	13	4,75	400	1300	850	2	0	2000
Feuchte Mittelbreiten	?	?	?	?	?	?	5	0	400
Feuchte Mittelbreiten, Trockene Mittelbreiten	?	?	?	?	?	?	4	0	500
Feuchte Mittelbreiten, Mediterrane Subtropen	?	?	?	?	?	?	6	0	500
Feuchte Mittelbreiten, Immerfeuchte Subtropen	?	?	?	?	?	?	5	1100	1600
Feuchte Mittelbreiten	?	?	?	?	?	?	6	?	?
Feuchte Mittelbreiten	?	?	?	900	1400	1150	4	?	?
Feuchte Mittelbreiten	4,5	13,5	9	475	1325	900	5	100	1000
Feuchte Mittelbreiten, Mediterrane Subtropen, Trockene Mittelbreiten	0,5	13,5	7	350	1200	775	4	100	1000
Feuchte Mittelbreiten	4	16	10	750	2000	1375	3	0	1700
Feuchte Mittelbreiten	7	15	11	450	1700	1075	3	0	1600
Feuchte Mittelbreiten, Mediterrane Subtropen, Trockene Mittelbreiten	2	14	8	450	1200	825	3	0	1700
Feuchte Mittelbreiten	?	?	?	850	1500	1175	3	0	600
Feuchte Mittelbreiten, Mediterrane Subtropen	?	?	?	?	?	?	4	0	2400
Feuchte Mittelbreiten, Mediterrane Subtropen, Trockene Mittelbreiten	-3	14,5	5,75	450	2000	1225	4	200	1200
Feuchte Mittelbreiten, Trockene Mittelbreiten	0	15	7,5	500	2500	1500	2	0	1200
Feuchte Mittelbreiten, Mediterrane Subtropen, Trockene Mittelbreiten	4	20	12	400	1800	1100	5	0	2300
Feuchte Mittelbreiten, Boreale Zone	?	?	?	300	3000	1650	3	0	1200
Feuchte Mittelbreiten, Trockene Mittelbreiten	0,5	12	6,25	500	1150	825	4	150	1500
Feuchte Mittelbreiten, Mediterrane Subtropen, Trockene Mittelbreiten	5	16,5	10,75	350	1250	800	5	200	1300
Feuchte Mittelbreiten, Mediterrane Subtropen, Trockene Mittelbreiten	?	?	?	800	1500	1150	4	0	1900

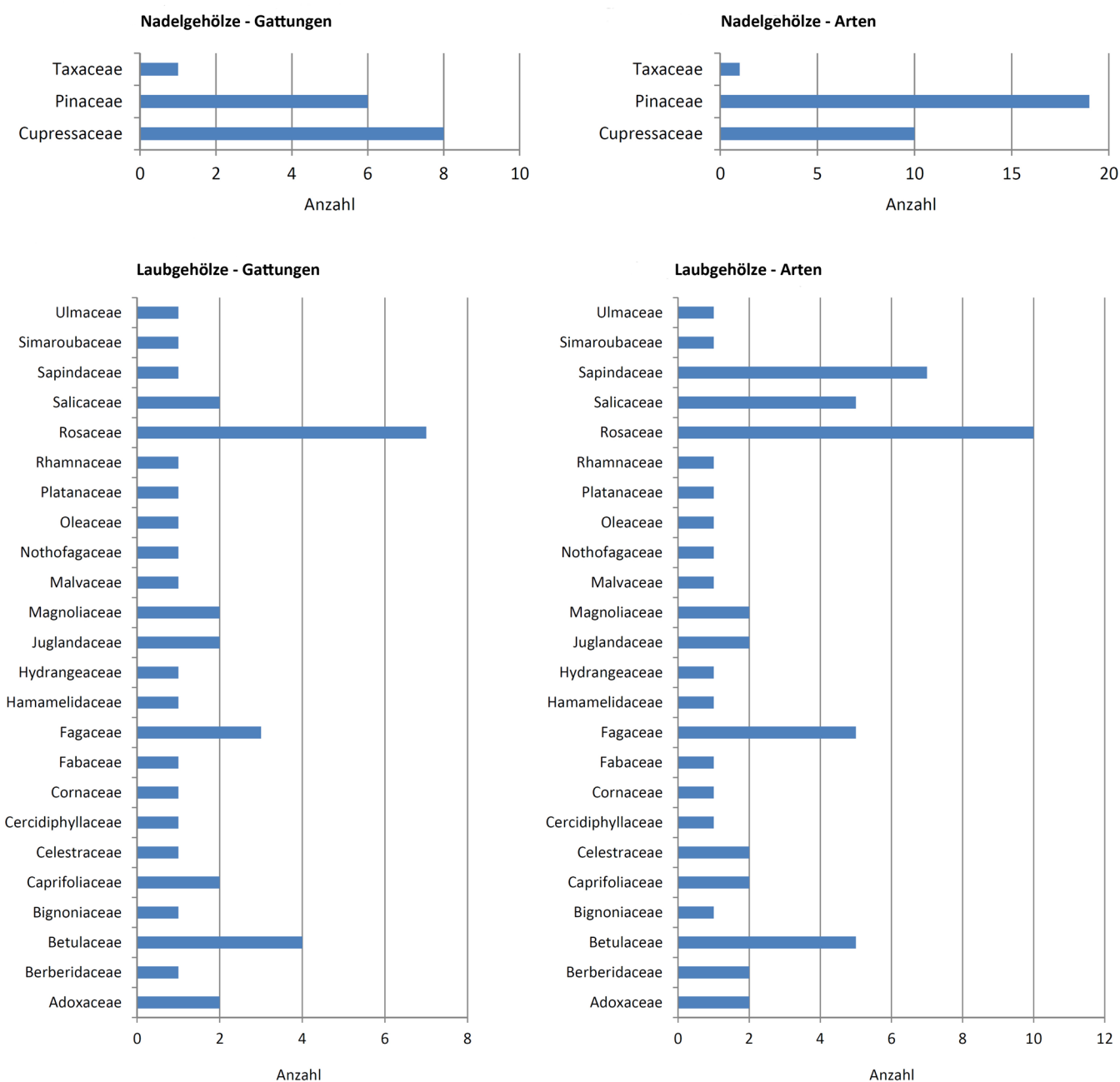


Abb. 5: Gehölz-Diversität auf unterschiedlichen hierarchischen Ebenen (Familien, Gattungen, Arten) im Forstmeister-Winneberger-Hain, getrennt dargestellt für Nadelgehölze (oben) und Laubgehölze (unten)

Hinsichtlich der Herkunft der Arten zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den Laub- und den Nadelgehölzen (Abb. 6). Bei letzteren sind nur drei der vorhandenen Arten in Mitteleuropa beheimatet, der überwiegende Teil ist nicht-heimisch, wobei Vertreter aus Ostasien (neun Arten) und Nordamerika (zwölf Arten) am stärksten vertreten sind – zwei Regionen übrigens, die ohnehin als Zentren der Koniferen-Diversität gelten (FARJON & FILER 2013). Anders sieht die Situation bei den Laubgehölzen aus. Hier kann fast die Hälfte der Arten (27) als heimisch bezeichnet werden, auch wenn etliche von ihnen bis nach Westasien, Vorderasien und Nordafrika verbreitet sind. 30 Arten sind echte Exoten, wobei Ostasien (mit zehn Arten) und Nordamerika (mit acht Arten) erneut als Herkunftsregionen vorherrschen.

Interessanter noch als die geographische Herkunft der im Arboretum anzutreffenden Arten ist die „ökologische“ Herkunft, d.h. aus welcher Ökozone der Erde (sensu SCHULTZ 2000) die Arten stammen (Abb. 7). Hier dominieren klar die Feuchten Mittelbreiten, sowohl bei den Nadel- als auch bei den Laubgehölzen. Tropische Arten fehlen aufgrund ihrer Intoleranz gegenüber jahreszeitlich stark schwankender Temperaturbedingungen mit potentiell auch länger anhaltenden Winterfrösten völlig. Subtropische Arten sind dagegen noch mit etlichen Taxa vertreten, wobei solche aus den Mittelmediterranen (= winterfeuchten) Subtropen etwas häufiger sind als solche aus den Immerfeuchten Subtropen (vgl. Tab. 1 und Tab. 2). In der Regel handelt es sich dabei um Arten kühlerer Gebirgslagen. Einige wenige Arten stammen zudem aus

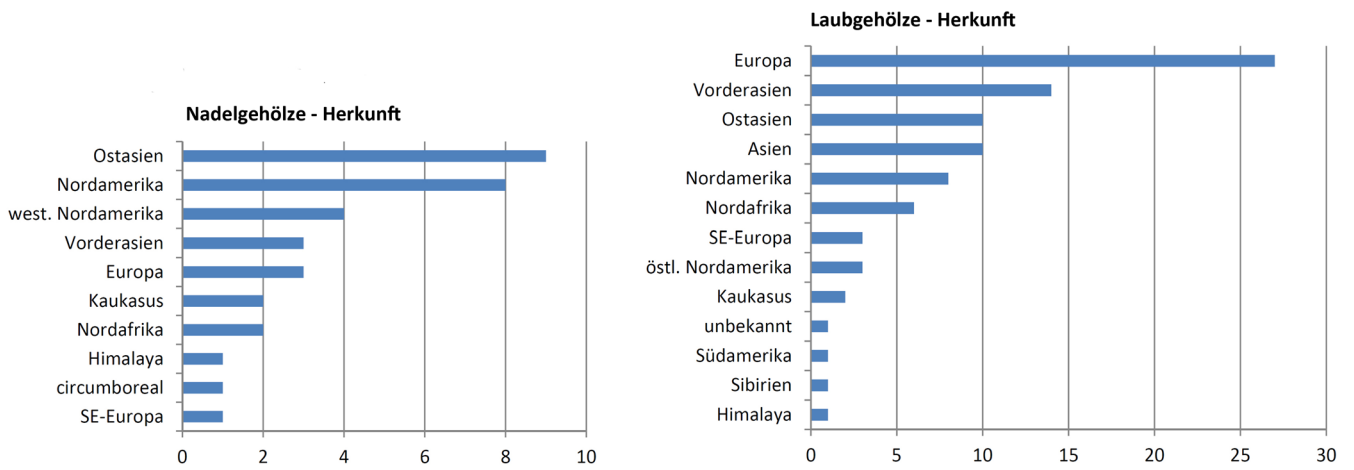


Abb.6: Geographische Herkunft der Nadel- und Laubgehölze im Forstmeister-Winneberger-Hain; da manche Arten in verschiedenen Regionen auftreten, ist hier eine Mehrfachzuweisung möglich, d.h. die Summe übersteigt die Gesamtartenzahl der Nadel- und Laubgehölze.

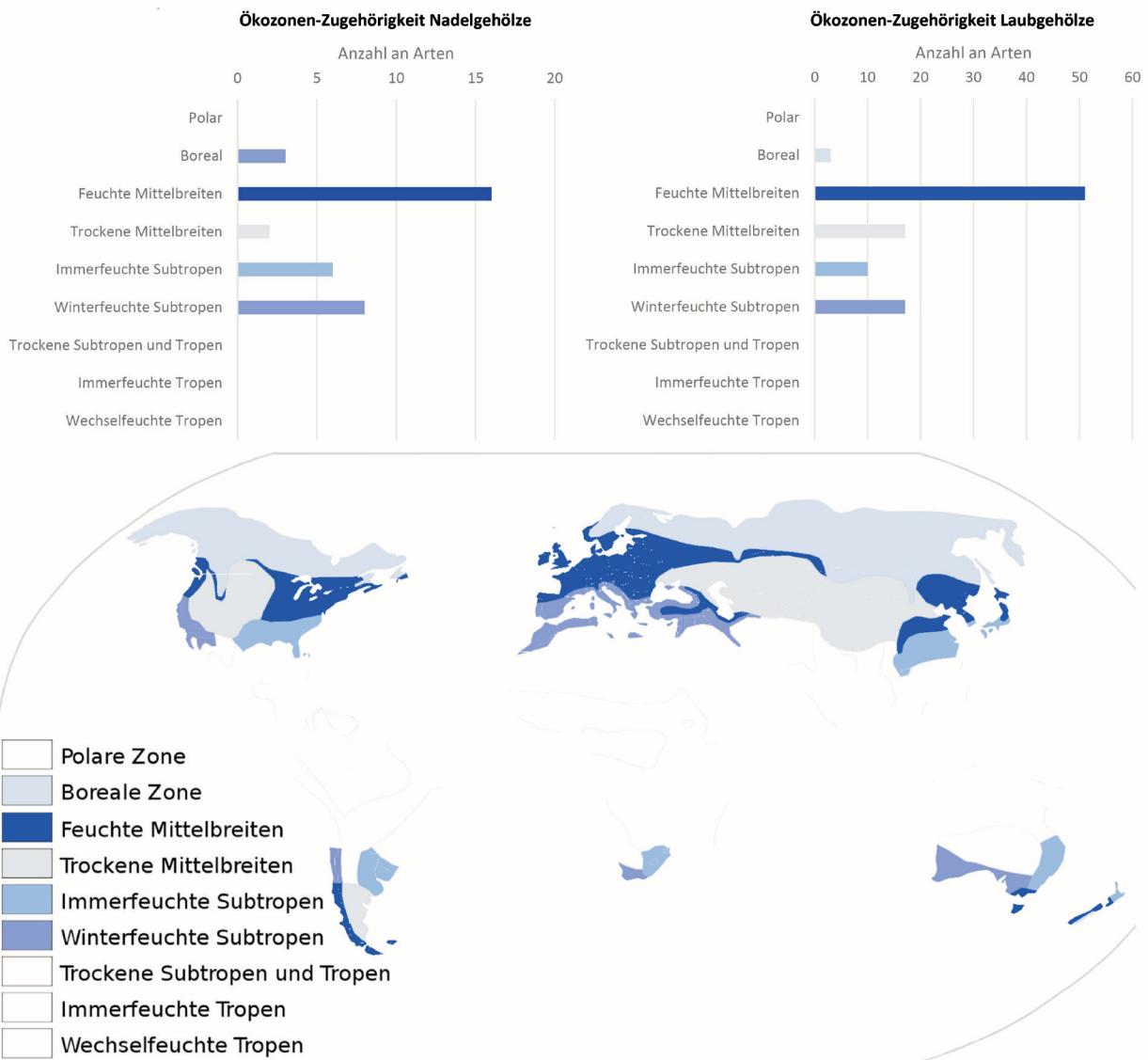


Abb. 7: Ökologische Herkunft (= Ökozonen) der Nadel- und Laubgehölze im Forstmeister-Winneberger-Hain; da manche Arten in verschiedenen Ökozonen auftreten, ist hier eine Mehrfachzuweisung möglich, d.h. die Summe übersteigt die Gesamtartenzahl der Nadel- und Laubgehölze.

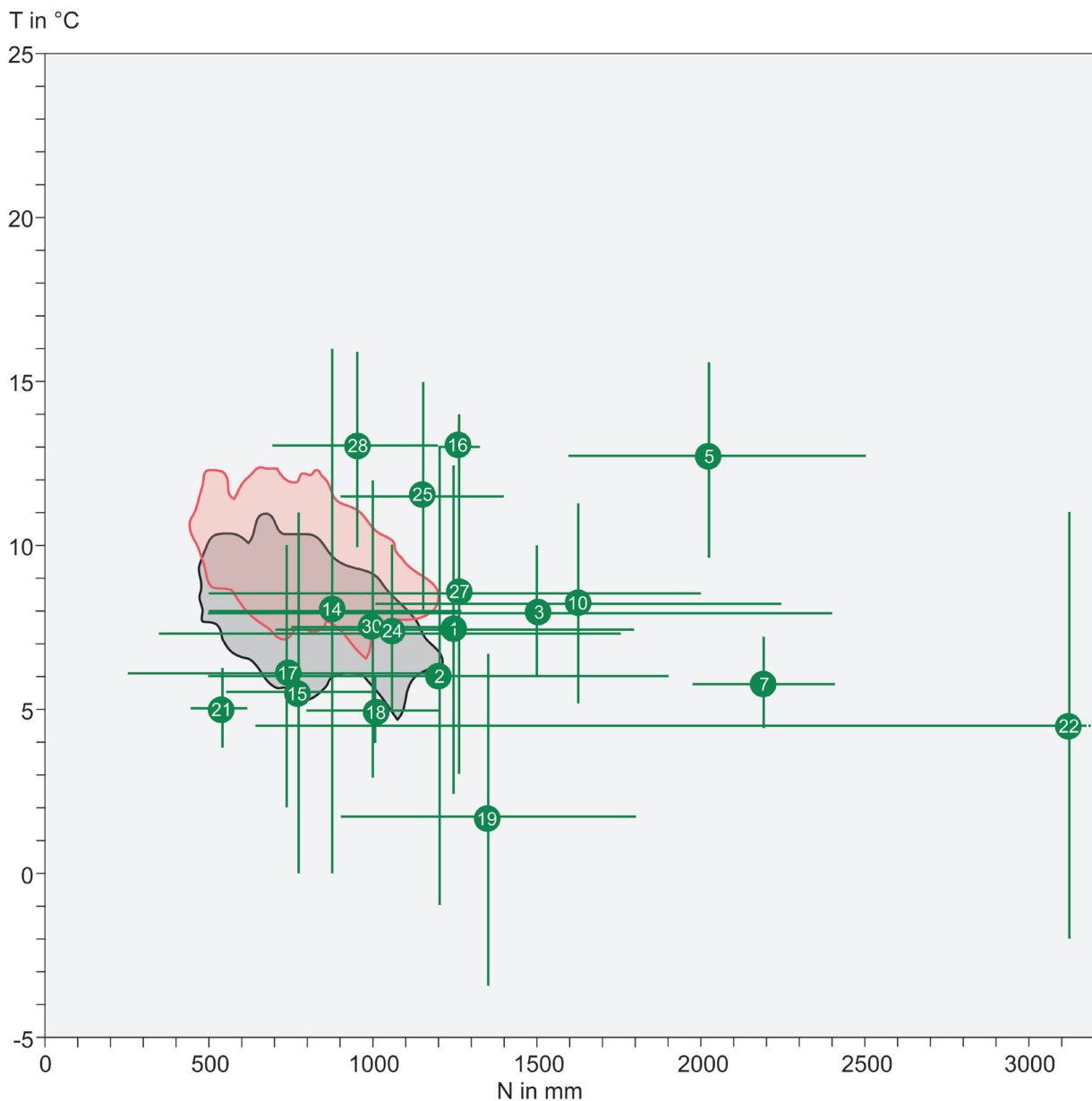


Abb. 8: Ökogramm der Nadelgehölze im Forstmeister-Winneberger-Hain. Dargestellt ist die aktuelle (schwarz) und die für das Ende des 21. Jahrhunderts prognostizierte Klimahülle Deutschlands (rot) sowie die thermische und hygrische Spannweite (Minimum, Maximum und Mittelwert) der Gehölze. Die Ziffern beziehen sich auf die laufende Nummerierung in Tab. 1 und Abb. 3

der Borealen Zone und den Trockenen Mittelbreiten, wobei erstere Zone bei den Nadelgehölzen vorherrscht, letztere bei den Laubgehölzen.

Klimaökologie

Abbildung 8 und 9 zeigen, dass die meisten Gehölze des Forstmeister-Winneberger-Hains zumindest mit ihren randlichen Toleranzen in die aktuelle Klimahülle Deutschlands hineinragen. Nur wenige Arten stammen aus Klimaten, die völlig von denen Deutschlands abweichen (z. B. *Alnus incana* (10) und *Nothofagus antarctica* (32) bei den Laubbäumen und *Abies koreana* (5), *Abies procera* (7), *Metasequoia glyptostroboides* (16), *Picea orientalis* (19), *Picea pungens* (21)

und *Picea sitchensis* (22) bei den Nadelbäumen, vgl. Abb. 8 und 9). Unter natürlichen Bedingungen könnten sie sich aktuell wohl kaum gegen konkurrenzstärkere Arten behaupten bzw. nur an Sonderstandorten wachsen, hier im Arboretum, in quasi konkurrenzfreier Umgebung, können sie aber auch bei nicht optimalen Klimabedingungen gedeihen.

Bis zum Ende des Jahrhunderts ist eine Erwärmung um etwa 2°C bei mehr oder weniger gleichbleibenden Niederschlägen für Deutschland prognostiziert (vgl. KÖLLING 2007a). Dies wird Auswirkungen auf die Baumarten heimischer Wälder und Forste haben, da durch die höheren Temperaturen die potentielle Evapotranspiration steigen wird, was gerade Baumarten, die sich am Randbereich ihrer ökologischen Potenz befinden, in Trockenstress bringen kann. Zudem wird

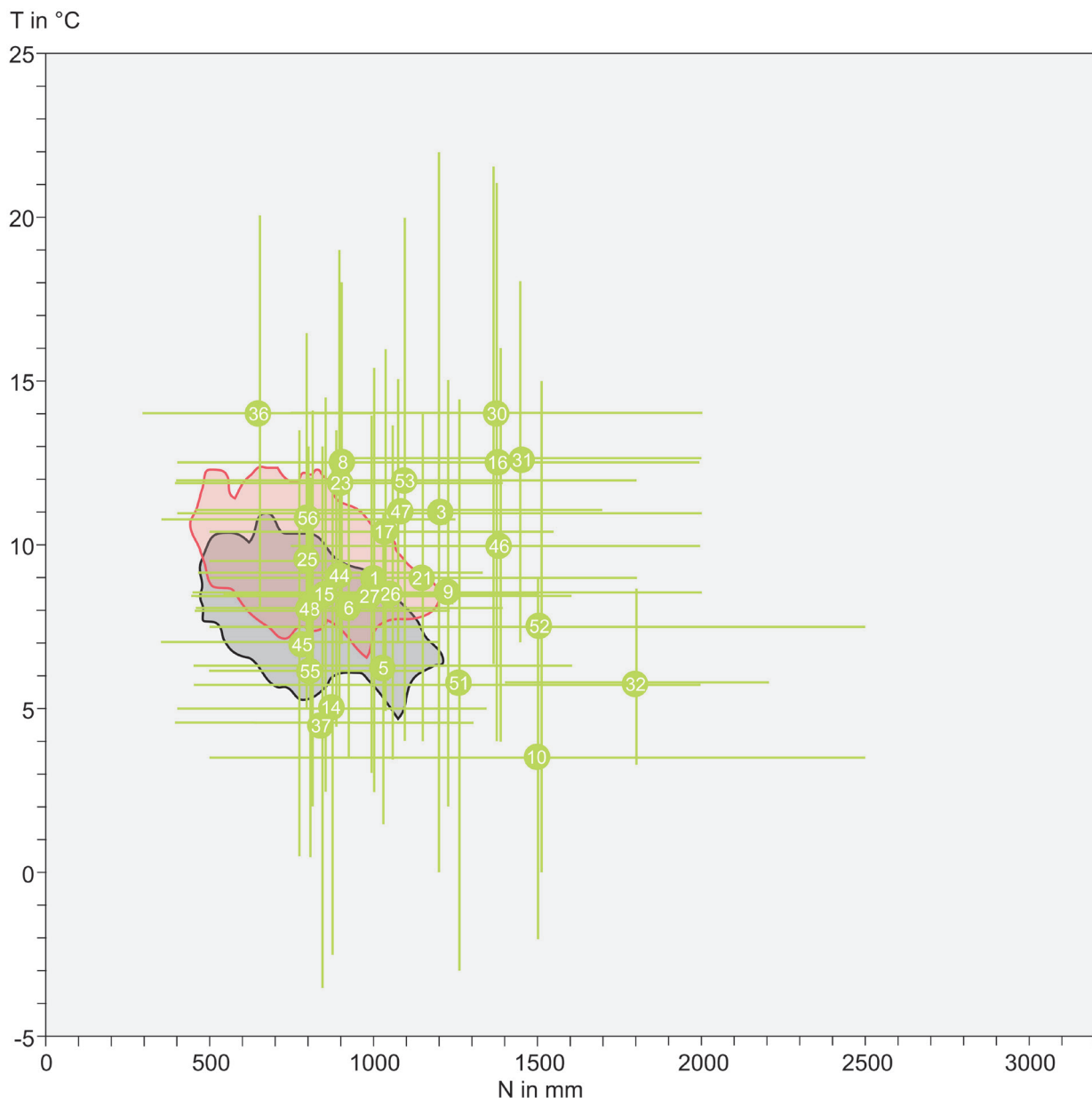


Abb. 9: Ökogramm der Laubgehölze im Arboretum Forstmeister-Winneberger-Hain. Dargestellt ist die aktuelle (schwarz) und die für das Ende des 21. Jahrhunderts prognostizierte Klimahülle Deutschlands (rot) sowie die thermische und hygrische Spannweite (Minimum, Maximum und Mittelwert) der Gehölze. Die Ziffern beziehen sich auf die laufende Nummerierung in Tab. 2 und Abb. 3.

die Gefahr längerer Trockenperioden im Zuge des Klimawandels steigen.

Bei Annahme einer Erwärmung um 2°C bis zum Ende des Jahrhunderts bei etwa gleichbleibenden Niederschlagsverhältnissen, verschiebt sich die aktuelle Klimahülle um diesen Wert entlang der Y-Achse in Abb. 8 und 9 nach oben. Vor allem im südlichen Teil Deutschlands sind große Gebiete mit ökonomisch effizienten, d. h. schnell wachsenden Baumarten aus kühleren Klimaten (v. a. *Picea abies*, vgl. BOHN & NEUHÄUSL 2000-2003, KÖLLING 2014) bestockt worden, weit über das natürliche Verbreitungsgebiet hinaus. Die Fichte zeigt heute schon hohe Mortalitätsraten durch Trockenstress und nachfolgendem Borkenkäferbefall (Abb. 10). Für die Fichte (*Picea abies*) wird mit einem Rückgang von bis zu

65% in Deutschland im Zuge des Klimawandels gerechnet (KÖLLING 2007b) sodass ernsthaft über einen Umbau der Wälder und Forste nachgedacht werden muss. Betrachtet man die klimaökologischen Spektren der Gehölze im Forstmeister-Winneberger-Hain, so erkennt man, dass etliche der im Arboretum gepflanzten Koniferen in Deutschland nicht als potentielle zukünftige Waldbäume in Frage kommen (Abb. 8, vgl. auch JANDL et al. 2012). Hierzu zählen etwa die Baumarten *Abies concolor* (2), *Abies procera* (7), *Larix kaempferi* (15), *Picea glauca* (17), *Picea omorika* (18), *Picea pungens* (21) oder *Picea sitchensis* (22). Das thermische Optimum (= Mittelwert) der Baumart *Picea orientalis* (19) liegt bereits heute weit unter dem deutschen Durchschnittswert. Im Zuge des Klimawandels dürfte ihr Wärme-Toleranzbereich so weit überschritten werden, dass sie selbst als Zier-



Abb. 10: Durch Borkenkäfer befallener Fichtenforst am Bergfried/Passau-Ries

baum für Deutschland nicht mehr geeignet sein wird. Exotische Nadelbaumarten wie *Abies koreana* (5), *Metasequoia glyptostroboides* (16), *Sequoiadendron giganteum* (25) oder *Thuja occidentalis* (28) werden dagegen in Zukunft wohl günstigere Wachsmöglichkeiten vorfinden.

Bei den Laubbäumen (s. Abb. 9) könnten für einige der im Arboretum stockenden Gehölze die zukünftigen Klimabedingungen in Deutschland sogar günstiger werden. Zwar wird die prognostizierte Klimasituation in Deutschland auch für einige Laubbaumarten zur Folge haben, dass deren physiologisches Optimum nicht mehr abgedeckt sein wird, es gibt jedoch unter den im Forstmeister-Winneberger-Hain gepflanzten Gehölzen, abgesehen von einer Art, keine, für die die Wachstumsbedingungen dann vollkommen ungeeignet sein werden. Diese eine Ausnahme ist die Südbuchenart *Nothofagus antarctica* (32), die deutlich kühlere und feuchtere Klimabedingungen benötigt, als sie für Mitteleuropa prognostiziert werden. Übereinstimmend mit den Forschungsergebnissen von KÖLLING (2007b) und JANDL et al. (2012) werden insbesondere trockenresistenten und wärmeliebende Eichen (*Quercus spec.*, 44-46) oder die Esskastanie (*Castanea sativa*, 17) zu den Gewinnern des Klimawandels gehören. Auch für die in unseren Breiten heimische Buche (*Fagus sylvatica*, 26) werden sich weiterhin gute Wachstumsbedingungen bieten (SAN-MIGUEL-AYANZ et al. 2016).

Was die bisher großflächige Verwendung der Fichte in deutschen Forsten betrifft, so wird kein Weg daran vorbeiführen, sobald wie möglich die vorhandenen monodominanten Bestände durch Mischbestände geeigneter Laub- und Nadelbäume zu ersetzen, die unter den zunehmend wärmeren Gegebenheiten stabiler sind als reine Fichten-Forste. Da jedoch bei den langen Umtriebszeiten die Auswirkungen einer solchen Entscheidung eventuell erst für kommende Generationen ersichtlich werden, muss entsprechend viel Sorgfalt aufgewendet werden. Eine Fehlentscheidung heute, etwa die Bestockung der Forste mit Baumarten, die sich schlussendlich doch als ungeeignet herausstellen, birgt ein nicht unerhebliches ökonomisches Risiko (KREYLING et al. 2011).

Bedeutung von Arboreten in Zeiten des Klimawandels

Die Abschätzung der Wuchseistung von Bäumen unter bestimmten Gegebenheiten und damit die Bewertung ihrer Eignung als Forstbäume ist eine der wichtigen Funktionen von Arboreten und Pflanzgärten, wo z. T. auch in Experimenten zukünftige Klimabedingungen simuliert und die Reaktionsweisen von Pflanzen bewertet werden (vgl. z. B. JENTSCH et al. 2007, BEIERKUHNLEIN & JENTSCH 2013). In Deutschland stieg die Temperatur von 1881 bis 2014 im Jahresdurchschnitt um +1,3 °C und damit mehr als im globalen Mittel (KASPAR & MÄCHL 2017). Diese Erwärmung hat die natürlichen Verbreitungsgrenzen von Pflanzen bereits um bis zu 100 Kilometer nach Norden bzw. um mehrere Zehner Meter nach oben verschoben. Für das 21. Jahrhundert sagen Klimamodelle nicht nur weiter steigende Temperaturen – vor allem im Sommer – voraus, sondern auch trockenere Sommer mit weniger Niederschlag und längeren Trockenperioden. Zudem nehmen die Wetterschwankungen zu, so dass Spätfröste im Frühjahr oder herbstliche Frühfröste sowie Herbststürme häufiger werden und der heimischen Vegetation zusetzen können. Eine bedeutende Aufgabe von Arboreten besteht darin, Fragen nach Lebensdauer, Frost- oder Trockenresistenz bzw. saisonaler Rhythmik von Pflanzenarten im Freiland nachzugehen. Auch der Frage nach Auswirkungen von sich wandelnden Umweltbedingungen auf die Vegetation, kann in Arboreten nachgegangen werden. So lassen sich unter anderem das Wuchs- und Blühverhalten, die interspezifische Konkurrenz sowie die Lebensdauer der Pflanzen, die z. T. aus unterschiedlichen Klimazonen stammen, unter sich verändernden Umweltbedingungen in Mitteleuropa erfassen (vgl. BRANDES 2001). Durch das hier erworbene Wissen über die Anpassungs- und/oder Resistenzfähigkeit verschiedener Arten lassen sich Rückschlüsse auf die Eignung forstlicher Baumarten und damit auf mögliche zukünftige Entwicklungen der Baumartenzusammensetzung heimischer Forste ziehen. Nicht zuletzt ermöglichen es Arboreten, durch Erhaltungskulturen aktiv zur Bewahrung der biologischen Vielfalt und genetischer Ressourcen beizutragen.

Vorschläge zur besseren Inwertsetzung des Forstmeister-Winneberger-Hains

Neben ihren diversen wissenschaftlichen Funktionen haben Arboreten den Anspruch, auch als Erholungsraum und für die Umweltbildung der Bevölkerung zu dienen. Um das Arboretum Forstmeister-Winneberger-Hain nicht nur für Experten, sondern auch Laien interessant zu machen, bedarf es einer entsprechenden Aufbereitung. Nur dann kann ein Bewusstsein für die Vielfalt heimischer und exotischer Baumarten geschaffen und damit einen Beitrag zur Umweltbildung geleistet werden. Im Folgenden sollen daher abschließend noch einige Anregungen zur besseren Inwertsetzung des Forstmeister-Winneberger-Hains vorgestellt werden.

Naheliegender ist es, die vorliegenden Informationen zu Herkunft und ökologischen Standortansprüchen der ver-

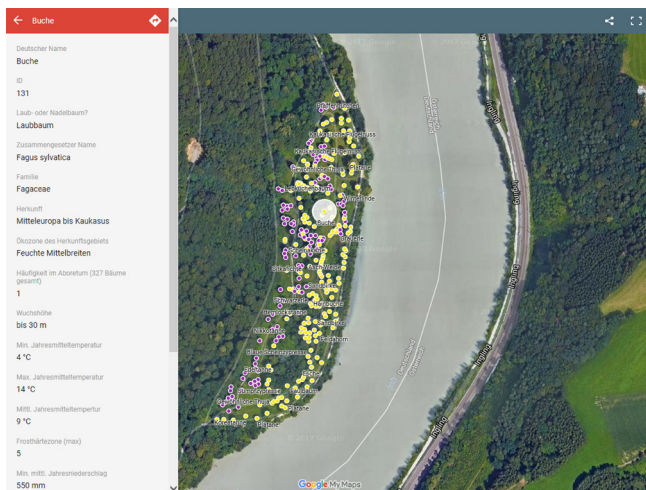


Abb. 11: Entwurf einer Onlinepräsentation des Arboretums Forstmeister-Winneberger-Hain. Per Mauszeiger lassen sich Informationen zu den einzelnen Arten abrufen.

schiedenen Gehölze im Arboretum den Besuchern anhand von Informationstafeln zu präsentieren. Dem Zeitgeist entsprechend könnten die Informationen aber auch in digitaler Form über das Internet oder Smartphone zugänglich gemacht werden (Abb. 11 und 12). Bis dato existierte keine Online-Präsenz des Arboretums im Neuburger Wald. Der Forstmeister-Winneberger-Hain ist weder auf der Homepage der Bayerischen Staatsforsten (BAYSF o.J.), von denen er offiziell betreut wird, zu finden, noch ist er auf den Seiten von Arboreten in Deutschland (2018) oder der Gesellschaft Deutsches Arboretum e. V. (o.J.) gelistet. Nicht einmal auf der Homepage der Stadt Passau (Passau o.J.) wird man fündig. Dies zeigt, dass dem Arboretum im Neuburger Wald öffentlich kaum Beachtung geschenkt wird. Unter <http://t1p.de/arboretum> wurde ein erster Entwurf eines Web-Auftritts online gestellt (vgl. Abb. 11), der dazu beitragen könnte, dass der Forstmeister-Winneberger-Hain bekannter wird. Auch in Form einer Applikation für mobile Geräte (Abb. 12) könnten die Informationen rund um das Arboretum für Interessenten zugänglich gemacht werden, indem den einzelnen, mit GPS-Koordinaten ausgestatteten Gehölzarten digital codierte Informationen zugewiesen werden.

Gerade für Schulen und die Universität Passau könnte das Arboretum als außerschulischer bzw. außeruniversitärer Lernort einen deutlich höheren Stellenwert als bisher erlangen. So könnten fächerübergreifend etwa im Heimat- und Sachunterricht sowie in den Fächern Geographie und Biologie die Themen, Biodiversität, Artenschutz, Umweltbewusstsein und Klimafolgenforschung behandelt werden und die gewonnen Erkenntnisse bei einem Besuch des Arboretums vertieft werden (vgl. BRANDES 2001). Solche Exkursionen würden einen praktischen Bezug zum theoretisch behandelten Stoff herstellen und zugleich die drei Aufgabenbereiche von Arboreten „Forschung und Lehre“, „Breitenbildung und Naturbewusstsein“ und „Biodiversität und Artenschutz“ in idealer Weise miteinander verbinden. Auch wenn es sich

Inventur des Arboretums im Neuburger Wald

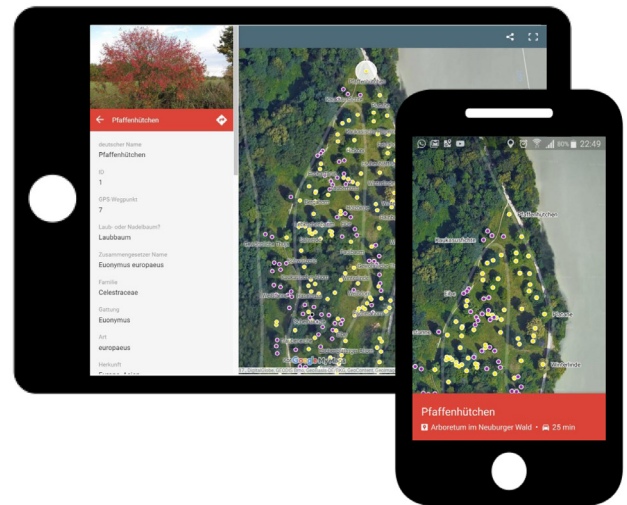


Abb. 12: Entwurf einer Applikation zum mobilen Aufruf von Informationen zum Forstmeister-Winneberger-Hain

beim Forstmeister-Winneberger-Hain nicht um einen botanischen Garten mit rein pädagogischer Funktion handelt, könnte er doch dafür genutzt werden, Theorie und Praxis, nicht nur für SchülerInnen und Studierende zu verbinden. Alle Interessierten sind eingeladen sich auf diese spannende „geobotanische Weltreise“ im Neuburger Wald zu begeben.

Quellen

- ARBORETEN IN DEUTSCHLAND (2018): <http://arboreten.de/de/das-arboretum.html> (letzter Zugriff 08.01.2018).
- BAYSF (o.J.): Bayerische Staatsforsten – <http://www.baysf.de/de.html> (letzter Zugriff 09.01.2018).
- BEIERKUHNLEIN, C. & A. JENTSCH (2013): Ökologische Auswirkungen klimatischer Extremereignisse. – In: ESSL F. & W. RABITSCH (Hrsg.): Biodiversität und Klimawandel in Mitteleuropa. – S. 40-49, Springer.
- BOHN, U. & R. NEUHÄUSL (2000-2003): Karte der natürlichen Vegetation Europas/Map of the Natural Vegetation of Europe. Maßstab/Scale 1:2 500 000. – Teil 1: Erläuterungstext mit CD-ROM; Teil 2: Legende; Teil 3: Karten. – Münster.
- BOLTE, A., IBISCH, P., MENZEL, A. & A. ROTHE (2008): Was Klimahüllen uns verschweigen. – AFZ-Der Wald **15/2008**: 800-803.
- BRANDES, D. (2001): Aufgaben und Bedeutung Botanischer Gärten: Vortrag anlässlich der Verabschiedung des Technischen Leiters des Braunschweiger Botanischen Gartens, Herrn Klaus Baeske, am 27. März 2001. – Braunschweig. Institut für Botanik.

- BURNS, R.M. & B.H. HONKALA (1990): *Silvics of North America*. – Vol. 1. Conifers; Vol. 2. Hardwoods. – Agriculture Handbook **654**: 877 S., U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Washington, DC.
- CLIMATE-DATA.ORG (o.J.): Klimadiagramm Schärding – <https://de.climate-data.org/location/10820/> (letzter Zugriff 29.12.2017).
- ENCYCLOPEDIA OF LIFE (o.J.): <http://eol.org/pages/596824/overview>.
- EUROPEAN FOREST GENETIC RESOURCES PROGRAMME (o.J.): <http://www.euforgen.org/species/>
- EITEL, B. (2002): Flächensystem und Talbild im östlichen Bayerischen Wald (Großraum Passau-Freyung). – In: RATUSNY, A. (Hrsg.): *Flusslandschaften an Inn und Donau*. – Passauer Kontaktstudium Erdkunde **6**: 19-34.
- FARJON, A. & D. FILER (2013): *An Atlas of the World's Conifers – An Analysis of their Distribution, Biogeography, Diversity and Conservation Status*. – 512 S., Brill, Leiden.
- FICKERT, T. (2013): Das Ilztal - Natur- und Kulturlandschaftsentwicklung an der „schwarzen Perle“ des Bayerischen Waldes. – In: GAMERITH, W., ANHUF, D. & E. STRUCK (Hrsg.): *Passau und seine Nachbarregionen. – Orte, Ereignisse, Verbindungen ein geographischer Wegweiser*. – S. 64-77.
- FICKERT, T. (2017): Zum Stadtklima von Passau – Räumliche Differenzierung, Effekte und Implikationen für die Stadtplanung. – *Der Bayerische Wald* **30/1+2 NF**: 49-63.
- GESELLSCHAFT DEUTSCHES ARBORETUM E.V. (o.J.): <http://www.gesellschaftdeutschesarboretum.com/> (zuletzt aufgerufen am 27.10.2017).
- HERRMANN, T. (2002): Das EU-LIFE-Projekt „UNTERER INN mit Auen“ – Grundlagen und Beispiele für angewandte Vegetationsgeographie. – In: RATUSNY, A. (Hrsg.): *Passauer Kontaktstudium Erdkunde* **6**: 35-54, *Flusslandschaften an Inn und Donau*, Passau.
- HERRMANN, T. (2013): Innauen zwischen Salzbachmündung und Passau: Ökologie, Nutzung und Naturschutzmaßnahmen. – In: GAMERITH, W., ANHUF, D. & E. STRUCK (Hrsg.): *Passau und seine Nachbarregionen*. – S. 39-52, Regensburg.
- JANDL, R., GSCHWANTNER, T. & N. ZIMMERMANN (2012): Die künftige Verbreitung der Baumarten im Simulationsmodell. – *BFW-Praxisinformation*, S. 9-12.
- JENTSCH, A., KREYLING, J. & C. BEIERKUHNLEIN (2007): A new generation of climate change experiments: Events, not trends. – *Frontiers in Ecology and the Environment* **5**: 365-374.
- KASPAR, F. & H. MÄCHL (2017): Beobachtungen von Klima und Klimawandel in Mitteleuropa und Deutschland. – In: BRASSEUR, G., JACOB, D. & S. SCHUCK-ZÖLLER (Hrsg.): *Klimawandel in Deutschland – Entwicklung, Folgen, Risiken und Perspektiven*. – S. 17-26, Springer.
- KÖLLING, C. (2007a): Klimahüllen für 27 Waldbaumarten. – *AFZ-Der Wald* **23/2007**: 1242-1245.
- KÖLLING, C. (2007b): Bäume für die Zukunft. – *LWF aktuell* **60**: 35–37.
- KÖLLING, Chr. (2014): Wälder im Klimawandel: Die Forstwirtschaft muss sich anpassen. – In: LOZÁN, J. L., GRASSL, H., KARBE, L. & G. JENDRITZKY (Hrsg.): *Warnsignal Klima: Gefahren für Pflanzen, Tiere und Menschen*. – 2. Auflage.
- KREYLING, J., HUBER, G., JENTSCH, A., KONNERT, M., NAGY, L., THIEL, D., WELLSTEIN, C. & C. BEIERKUHNLEIN (2011): Innerartliche Plastizität und lokale Anpassung von Waldbeständen – Die innerartliche Vielfalt ist ein Schlüsselkriterium für eine erfolgreiche Klimaanpassung. – *LWF aktuell* **85**: 12-14
- PNP (2013): *Exoten im Neuburger Wald*. – Passauer Neue Presse, 13.07.2013, S. 43.
- SAN-MIGUEL-AYANZ, J., DE RIGO, D., CAUDULLO, G., HOUSTON DURRANT, T. & MAURI, A. (2016, Hrsg.): *European Atlas of Forest Tree Species*. Publication Office of the European Union. – 197 S., Luxembourg.
- SCHULTZ, J. (2000): *Handbuch der Ökozonen*. – 577 S., Ulmer, Stuttgart.
- SCHÜTT, P., WEISSGERBER, H., SCHUCK, H., LANG, U., STIMM, B. & A. ROLOFF (2006): *Enzyklopädie der Laubbäume*. – 641 S., Nikol Verlag, Hamburg.
- THOMPSON, R. S., ANDERSON, K. H. & P. J. BARTLEIN (1999a): *Atlas of Relations between Climatic Parameters and Distributions of Important Trees and Shrubs in North America*. – USGS Professional Paper **1650 A**: 269 S.
- THOMPSON, R. S., ANDERSON, K. H. & P. J. BARTLEIN (1999b): *Atlas of Relations between Climatic Parameters and Distributions of Important Trees and Shrubs in North America*. – USGS Professional Paper **1650 B**: 423 S.
- USNA (o.J.): *USDA Plant Hardiness Zone Map*. United States National Arboretum. – <http://www.usna.usda.gov/Hardzone/hrdzon4.html> (letzter Zugriff 09.01.2018).
- VOLLRATH, H. (2004): Der Grundgebirgsabschnitt des Inn von Schärding bis Passau. – *Berichte der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft Bayreuth* **25**: 149-226.
- WALDHERR, M. (1997): Zum Gedenken an den Königl. Bayer. Regierungs- und Kreisforstrath Johann Ludwig Winneberger. – *Der Bayerische Wald* **11(NF)**: 34-35.

Anschrift der Verfasser

David Anich, Thomas Fickert, Markus Finke, Julian Geismar, Theresa Hellhuber, Julia Kammerer, Julia Killingseder, Matthias Köhler

thomas.fickert@uni-passau.de

Physische Geographie, Universität Passau

Innstr. 40

94032 Passau