



Vol. 1 2004

FORUM GEOBOTANICUM

An Electronic Journal of Geobotanical Research

Contents:

Detlev Drenckhahn

Neue und wieder entdeckte Hieracien auf Rügen

New taxa and rediscovered hawkweeds on the island of Rügen, Germany

pp 1 - 8

DOI 10.3264/FG.2004.0127

Jörg Ewald

Ökologie der Weißtanne (*Abies alba* Mill.) im bayerischen Alpenraum

Ecology of silver fir (*Abies alba* Mill.) in the Bavarian Alps

pp 9 - 18

DOI 10.3264/FG.2004.1109

Stefanie Hübner, Volker Wissemann

Morphometrische Analysen zur Variabilität von *Prunus spinosa* L. - Populationen (*Prunoideae*, Rosaceae) im mittleren Saaletal, Thüringen

Morphometric analysis on the variability of *Prunus spinosa* L. - populations (*Prunoideae*, Rosaceae) in the central valley of the river Saale, Thuringia

pp 19 - 51

DOI 10.3264/FG.2004.1215

Board of Editors:

Prof. Dr. Detlev Drenckhahn, Publisher

Institut für Anatomie und Zellbiologie
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
Koellikerstr. 6
D-97070 Würzburg
Tel. +49 (0)931 312702
Fax +49 (0)931 312712
contact@forum-geobotanicum.net

Dr. Franz G. Dunkel

Karlstadt

Prof. Dr. Lenz Meierott

Gerbrunn

Prof. Dr. Jörg Ewald

Weihenstephan

Dr. Franz Schuhwerk

München

Dr. Volker Wissemann

Jena

Preface:

Forum geobotanicum is an electronic journal devoted to disseminate information concerning geographical distribution, ecology, morphology, taxonomy and conservation of vascular plants in the European Union with a main focus on middle Europe. It covers from molecular biology to environmental aspects. The focus is to publish original papers, reviews and announcements for the educated generalist as well as the specialist in this broad field. Forum geobotanicum does not aim to supplant existing paper journals, but will be much more flexible in format, publication time and world-wide distribution than paper journals. Many important studies are being currently published in local journals and booklets and some of them are published privately. Hence, these studies will become aware to only a limited readership. Forum geobotanicum will encourage authors of such papers to submit them as special issues of the journal. Moreover, the journal is planning to build up an E-mail-address section to support communication between geobotanists in Europe. The editors are optimistic that this electronic journal will develop to a widely used communication forum that will help to stimulate activities in the entire field of geobotany in middle Europe. To overcome problems of long term archivation of articles published electronically in Forum geobotanicum, print versions of each volume of the journal including CDs will be delivered freely to selected university libraries and state libraries in middle Europe.

Forum geobotanicum ist eine elektronische Plattform, deren Zielsetzung darin besteht, neue Erkenntnisse der geobotanischen Forschung in der Europäischen Union mit Schwerpunkt Mitteleuropa umfassend zu verbreiten. Das Journal befasst sich mit allen Fragen von Verbreitung, Ökologie, Morphologie und Taxonomie von Gefäßpflanzen und soll das gesamte Spektrum der Geobotanik von molekularbiologischen Aspekten bis zu Umwelt- und Naturschutzfragen abdecken. Der Hauptfokus liegt auf der Publikation von Originaluntersuchungen und Übersichtsartikeln sowie Behandlung aktueller Fragen des Naturschutzes. Die Zielgruppen sind Personen mit Allgemeinkenntnissen in der Botanik und Floristik sowie Spezialisten auf den Gebieten der Geobotanik und Pflanzensystematik. Das Journal soll keine Zeitschrift in Druckform ersetzen, sondern eine Ergänzung zu den traditionellen Publikationsorganen bilden. Der Vorteil der Zeitschrift liegt in ihrer Flexibilität und raschen Publikationszeit nach Begutachtung der eingereichten Manuskripte und den Möglichkeiten, in größerem Umfang Fotografien und andere Abbildungen zu veröffentlichen. Der Vorteil einer elektronischen Zeitschrift besteht weiterhin darin, dass die Veröffentlichungen weltweit jedermann sofort zugänglich sind. Viele durchaus wichtige Untersuchungen aus dem Bereich der Geobotanik erscheinen in lokalen Publikationsorganen, wie Jahrbüchern und Heimatkalendern, oder auch im Eigenverlag. Da solche Veröffentlichungen bibliographisch kaum erfasst werden, können sie auch nicht in adäquater Weise wahrgenommen werden. Forum geobotanicum soll ermöglichen, dass auch solche Publikationen in einer Literaturreihe bekannt gemacht werden und ggf. nach Klärung von Copyright-Fragen als Supplemente der Zeitschrift ins Netz gestellt werden. Forum geobotanicum nutzt die Vorteile des Internets, indem es abrufbare Hilfen, wie ein Verzeichnis von Adressen, Pflanzenlisten etc. zur Verfügung stellt. Insgesamt soll die Kommunikation zwischen Geobotanikern in Mitteleuropa erleichtert und eine Kommunikationsplattform etabliert werden, die die Aktivitäten auf dem gesamten Wissenschaftsgebiet stimuliert.

Das Journal ist uneigennützig und für Autoren und Benutzer kostenfrei. Für die Kostendeckung sind Sponsoren erwünscht, denen eine begrenzte Möglichkeit zur Darstellung eingeräumt werden kann. In der Anfangsphase wird das Journal von einem kleinen Herausgebergremium betrieben. Sollte sich Forum geobotanicum erfolgreich weiter entwickeln, ist an eine Erweiterung des Herausgebergremiums auf Experten aus allen Nationen des mitteleuropäischen Raums gedacht. Um eine langfristige Verfügbarkeit der Publikationen zu gewährleisten, wird jeder Jahrgang von Forum geobotanicum ausgedruckt, gebunden und mit CDs versehen an ausgewählte Universitätsbibliotheken, Landes- und Staatsbibliotheken Deutschlands und wichtiger Städte Mitteleuropas zur Archivierung und Ausleihe versandt.

Instructions for Authors:

Format

All manuscripts should be prepared with Microsoft Word and sent to the Editor by e-mail as "attachment" to the electronic address: contact@forum-geobotanicum.net. After a research manuscript has been accepted for publication, the author may be requested to rewrite the article in the journals format (see examples of published articles). A galley proof is provided to author(s) before the article is available for all audiences.

Title Page

It should contain the following information:

- The full title of the paper without abbreviations. The title should be as brief and informative as possible, specifying clearly the content of the article. If the title (legend) is german, an english subtitle must be added.
- Full names of all authors indicating the corresponding authors and their full postal and electronic address.

Keywords

Authors must provide between three and six keywords, which must not be part of the title of the paper.

Abbreviations

All abbreviations must be explained when used first in the text.

Language

Preferentially written in either English or German.

Abstract (Zusammenfassung)

An english abstract between 200-400 words is required. Abstracts submitted in German will be automatically translated into English by the copy editor. The abstract should contain the principal ideas, methodology, results and important conclusions. Abbreviations should be avoided in the abstract. A reference might be included only if necessary, and mentioning the complete citation. Considering that the abstract will be published separately by international analysis information services, it should contain enough basic information so that the paper could be fully understood by those who do not have access to the full text.

Introduction (Einleitung)

It should be brief and limited to the definition of the problem, the aims and purposes of the research and its relation with other studies in the field.

Methods (Methoden)

It should include relevant details on the design, materials and techniques so that the study can be repeated.

Results (Resultate)

Results should be clearly presented. Tables and figures should only be included if required to fully understand the data.

Discussion (Diskussion)

The aim of this section is the interpretation of the results and their relation to the existing knowledge. The information given in any part of the text may be cited but not repeated in the Discussion Section. Alternatively Results and Discussion can be presented in one section.

Acknowledgements (Danksagung)

The acknowledgments of the contributions of colleagues can be stated in this section. Acknowledgments for financial support must be cited on the corresponding section.

References (Literatur)

a) In the text:

References must be cited in the text mentioning the last name of the author and year between parenthesis. In case of two authors, both should be mentioned. When there are three or more authors, mention only the first author followed by et al. When two or more references are cited in the same parenthesis, the authors should be in chronological order. And if they have the same year, they should be in alphabetical order.

b) In the References section:

At the end of the paper, in the References section the literature should be arranged in alphabetical order. If they have the same author, they should be in chronological order. They must be presented according to the examples given in the first paper of volume 1.

Tables (Tabellen)

Tables must be numbered with Arabic numerals in the order in which they are cited in the text. They should have a brief descriptive title placed at the top. If the title (legend) is german, an english subtitle must be added. A short description is also accepted. Footnotes can be included below the table. Tables must be sent in Microsoft Word and have no links to the main document or other archives. Provide files at approximately the correct size they are to be printed (letter size).

Figures (Abbildungen)

The figures must be numbered with Arabic numerals and have a brief descriptive title (legend). If the title (legend) is german, an english subtitle must be added. If needed a short description is also accepted.

Photographs

Black and white and colour photographs in smooth and brilliant paper can be submitted.

Special care on the maximum definition of the photographs is required.

Drawings and Graphs

For line art, the following software can be used: Adobe Illustrator 8 EPS, Freehand 8, Corel Draw. Line art is also acceptable in TIFF format at a resolution of 1200 dpi.

Digital Illustrations

Greyscale images should be saved with at least 300 dpi; if text is included, use 600 dpi. Color images require 300 dpi. For best quality TIFF format is recommended.

Photographs, Drawings, Graphs and Tables

Provide files at 85 mm (single column) or 175 mm width (double column) and up to 210 mm in length allowing enough space for the legend.

Copyright

Copyright

Upon acceptance of an article by the journal, authors automatically transfer the copyright to Forum Geobotanicum which is committed to maintain the free electronic access to the current and archived contents of the journal and to administer a policy of fair control and to ensure the widest possible dissemination of the information.

Authors assign Würzburg University as well as the Deutsche Nationalbibliothek Frankfurt resp. Leipzig and where appropriate, the special subject collections library the right to store the submitted file(s) in electronic form and to make them publicly available in data networks. Authors further assign Würzburg University the right to convert the file(s) for long term preservation purposes (the original archive will persist). Authors declare that copyright and licensing issues related to their work have been resolved and that therefore no rights on the part of

Detlev Drenckhahn

Neue und wieder entdeckte Hieracien auf Rügen New taxa and rediscovered hawkweeds on the island of Rügen, Germany

Published online: 27 January 2004
© Forum geobotanicum 2004

Abstract The island of Rügen (Rugia), located in the Baltic sea, is the most northeastern (NE) part of Germany. Due to its particular geographic position at the border between scandinavian, middle european and continental european floral elements, Rügen harbours several hawkweed species (*Hieracia*) of the scandinavian area such as *Hieracium fuscocinererum*, *H. subramosum*, *H. subrigidum* and *H. diaphanoides* subsp. *neornatum* and, at the same time, is the most northwestern location of *H. echioides*. Two endemic *Hieracium* species have been identified recently, i. e. *H. muorum* subsp. *rugianum* and *H. caesium* subsp. *zabelianum* (Gottschlich et al. 1998, Bot. Rundbr. Mecklenburg-Vorpommern 31:1-94). In the present communication, two further novel endemic *Hieracium* taxa will be described, which are restricted to the chalk cliffs of Cape Arkona and Jasmund, i. e. *H. swantevitii* and *H. lachenalii* subsp. *litocretaceum*. *H. swantevitii* (Swantevit's hawkweed) is intermediate between *H. caesium*/*H. bifidum* and *H. lachenalii* with hairy, modestly glandular involucre and slightly serrated elongated leaves. This view of an intermediate position of *H. swantevitii* between these species was further supported by the ultrastructure of epidermal papillae of the outer bracts of the involucre visualized by scanning electron microscopy. *H. lachenalii* subsp. *litocretaceum* (chalk cliff hawkweed) is characterized by its narrow anguste to almost linear denticulate leaves in combination with moderately glandular heads. In addition to the description of these two new hawkweed taxa, the rediscovery of three further species will be reported for Rügen, i. e. *H. echioides* (W. Gager in SE Rügen), *H. cymosum* subsp. *cymosum* (close to Göhren in SE Rügen) and *H. subrigidum* E Glowe in N Rügen. The locality of *H. echioides* appears to be most north-western site in middle Europe, the locality of *H. cymosum* is one of the last growth sites in the northern German lowlands and *H. subrigidum* (so far only known as a single herbarium specimen, collected 1858 in Rügen) has so far not been recorded in other localities of middle Europe.

Keywords *Hieracium swantevitii* · *Hieracium lachenalii* subsp. *litocretaceum* · *Hieracium subrigidum* · *Hieracium cymosum* · *Hieracium echioides* · Scanning electron microscopy · Epidermal papillae

Einleitung

Im Rahmen einer systematischen Begehung der Strände und Steilküsten Rügens zur Erfassung des Status bedrohter Pflanzenarten und Pflanzengesellschaften, wurden drei als verschollen geltende Habichtskräuter wieder entdeckt (*H. cymosum*, *H. subrigidum*, *H. echioides*) und zwei Habichtskrautsippen identifiziert, die in Mitteleuropa unbekannt sind und wahrscheinlich Endemiten der Kreideküste von Rügen darstellen (*H. swantevitii*, *H. lachenalii* subsp. *litocretaceum*). Raster-elektronenmikroskopische Untersuchungen wurden durchgeführt, um weitere morphologische Kriterien zur taxonomischen Einordnung zu erhalten (siehe u. a. Barthlott und Wollenweber 1981, Jeffree 1986, Barthlott 1990).

Methoden

Hieracien wurden nach Sammlung in geschlossenen Plastiktüten transportiert, am selben Abend zwischen Zeitungspapier und Wellpappen gepresst und mit Hilfe von Wärmelampen innerhalb von 12 h getrocknet. Die Herbarbelege wurden auf einem Flachbett-Scanner (ScanJet 4C/T, Hewlett Packard, Genf, Schweiz) hoch auflösend eingescannt und in verschiedenen Vergrößerungsstufen im Adobe-Photoshop-Programm als Abbildungen zusammengestellt. Für die Raster-Elektronenmikroskopie wurden Hüllen von jeweils zwei herbarisierten Exemplaren einer Sippe ohne weitere Vorbehandlung mit Palladium-Gold bedampft (Polaron SC762 Sputter Coater, Quorum Technologies, New Haven, UK) und im JXA-840 Scanning-Elektronenmikroskop (JEOL, Tokio, Japan) analysiert und fotografiert (Polaroid-Film, Polapan 667).

Ergebnisse und Diskussion

1. Wiederfunde von *Hieracium cymosum* L. und *Hieracium subrigidum* Alm. ex Stenstr.

Hieracium cymosum L.

H. cymosum fehlt in der norddeutschen Tiefebene (Gottschlich et al. 1998). Die in Benkert et al. (1996) eingezeichneten Funde in Mecklenburg-Vorpommern sind nicht mehr existent bzw. beruhen auf Fehlbestimmungen (H. Henker, pers. Mitt.). Von Rügen sind Herbarbelege von zwei Subspezies beschrieben,

Prof. Dr. D. Drenckhahn
Institut für Anatomie und Zellbiologie II
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
Koellikerstraße 6 – 97070 Würzburg – Germany
E-mail: anat015@mail.uni-wuerzburg.de
Tel.: +49-931-31 2702
Fax: +49-931-31 2712



Abb. 1 Herbarexemplar von *Hieracium subrigidum* von Rügen.

Fig. 1. Herbarium specimen of *Hieracium subrigidum* collected 1999 on Rügen (Rugia).

H. cymosum subsp. *cymosum* und *H. cymosum* subsp. *uplandiae* N. P. s. l. (Gottschlich et al. 1998).

Hieracium cymosum subsp. *cymosum*

Die einzigen Nachweise von Rügen sind Herbarbelege von 1905 und 1929, die an von den Ufern bei Klein Zicker auf Mönchgut in Südost-Rügen gesammelt wurden. Nach 1929 wurde die Sippe nicht mehr nachgewiesen (Gottschlich et al. 1998). Im Mai 2001 gelang dem Verfasser ein Nachweis von *H. cymosum* subsp. *cymosum* (conf. G. Gottschlich) an der Steilküste der Nordperd-Halbinsel bei Göhren (MTB 1648/3), wo *H. cymosum* mit einem Gesamtbestand von etwa 80 blühenden und 25 nichtblühenden Exemplaren vorkommt. Der Bestand ist relativ unzugänglich und derzeit nicht erkennbar bedroht.

Hieracium cymosum subsp. *uplandiae*
Nägeli & Peter s. l.

Diese Sippe zeigt Übergänge zu *Hieracium fallax* subsp. *durisetum* (Nägeli & Peter), unterscheidet sich von *H. fallax* im Wesentlichen durch dünnere Kopfstiele und kleinere Köpfe. Ein Fund von der Nordperd-Halbinsel bei Göhren, wo auch *H. fallax* subsp. *durisetum* wächst, zeigte Anklänge an *H. cymosum* subsp. *uplandiae* (Gottschlich 1999). Nach Kenntnis einer größeren Variationsbreite von *H. fallax* auf Rügen, ist der Göhrener Fund doch noch *H. fallax* subsp. *durisetum* zuzuordnen (conf. G. Gottschlich).

Hieracium subrigidum Almq. ex. Stenstr.

Diese Sippe war bislang nur aus Norwegen, Schweden und Finnland bekannt. G. Gottschlich entdeckte einen Fund von Rügen im Herbar der Universität Greifswald, wo das Exemplar als *H. vulgatum* von H. Zabel am 11.09.1854 bei Hagen auf Jasmund gesammelt wurde. Im August 1999 konnte der Verfasser *H. subrigidum* in den schütter mit Kiefern bewaldeten Stranddünen östlich von Glowe wieder entdecken (MTB 1446/2). *H. subrigidum* wächst in lückigem Bestand von *Festuca ovina* L. (60 % Deckung) mit eingestreuten Moosflächen (20 % Deckung) und *Teesdalia nudicaulis* (L.) R. Br. (2 Pflanzen) sowie *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin. (ein Büschel) (Aufnahmefläche: 4 m²). Der Bestand der Jahre 1999-2003 umfasste 8-12 voll entwickelte und 5-8 teils niedergetretene und kümmernde Exemplare. Eine intensive Nachsuche der gesamten bewaldeten Stranddünen zwischen Glowe und Juliusruh nördlich der Straße erbrachte keine weiteren Nachweise. Nachsuchen auf der Schaabe südöstlich der Straße zwischen Glowe und Juliusruh sollten unternommen werden, um festzustellen, ob es noch weitere Wuchsorte von *H. subrigidum* gibt. *H. subrigidum* ähnelt *H. laevigatum* subsp. *subgracilipes* Z., unterscheidet sich jedoch von dieser Sippe durch schmalere Blätter und die mäßige bis sehr reiche, schwarzfüßige Behaarung der Kopfhüllen (Abb. 1). Die Griffel sind dunkelgelb und in der Regel dunkler als die von *H. laevigatum*. Die Hauptblütezeit fällt in die Blütezeit von *H. laevigatum* (Ende Juni bis Anfang August). Offenbar sind Nachblüten Mitte September möglich, wie das Herbarexemplar zeigt, das Zabel am 11.09.1854 auf Rügen gesammelt hat.

Hieracium echioides Lumn.

Die Art wurde vielfach von Rügen beschrieben. Herbarbelege fehlen jedoch, sodass die Angaben von *H. echioides* auf Rügen auf Verwechslung mit *H. fallax* subsp. *durisetum* beruhen könnten. Am 27.07.1999 konnten vier relativ niedrigwüchsige *H. echioides* in Vollblüte im Abbruchufer auf der Halbinsel Groß Zicker westlich von Gager gefunden werden (MTB 1664/4) (conf. G. Gottschlich). Ende Juli 2001 wurde ein Exemplar am Fuß der Steilküste im Strandgeröll blühend gefunden. *H. echioides* kommt somit in etwas kümmerlich wachsenden Einzelexemplaren auf Rügen vor und erreicht hier wahrscheinlich sein nord-westlichstes Vorkommen in Deutschland.

2. Neue Taxa

Die Kreideküsten Rügens beherbergen die einzigen Vorkommen von *Hieracium caesium* und *Hieracium bifidum* in der norddeutschen Tiefebene. Außerdem ist hier *Hieracium fusco-cinereum* Norrl. in reichen Beständen vorhanden (Bräutigam 1970, Gottschlich et al. 1998). Diese Vorkommen sind vegetationsgeographisch dem skandinavischen Verbreitungsgebiet zuzuordnen. Mit *H. caesium* subsp. *zabelianum* Gottschlich ist an der Schnittstelle zwischen mitteleuropäischem und skandinavischem Verbreitungsraum ein Endemit entstanden, der bisher außerhalb von Rügen nicht beschrieben wurde. Im Folgenden werden zwei weitere neue Taxa beschrieben, die wahrscheinlich wie *H. caesium* subsp. *zabelianum* Gottschlich und *H. murorum* subsp. *rugianum* Gottschlich zu den Endemiten der Rügener Kreideküste zählen.

Hieracium swantevitii Drenckhahn spec. nova

Swantevit-Habichtskraut

Beschreibung (Abb. 2)

Caulis (20-) 30-40 (-50) cm altus, phyllopodus, sparsim vel modice flocculosus eglandulosusque, inferne modice vel dense pilosus (pili 1-2 mm) superne +/- epilosus.

Folia basalia (2-) 3-4 (-6), supra dilute glaucovirida vel atrovirentia saepe rubro-olivacea, sparsim albo-pilosa (pili (0,1-) 0,5 (-1) mm) flocculosaque, ad marginem modice pilosa, subtus fere rubro-brunnea vel rubro-olivacea flocculosaque, sparsim pilosa, in costa dorsali modice vel dense albo-pilosa (pili 1-2 mm) petioli (1,5-) 2-4 (-5) cm modice crispo-villosi, laminae foliorum anguste ellipticae (1-2,5 cm x 7-10 (14) cm), serratae ad partem basale saepe curvi serratae.

Folia caulina (2-) 3-4 (6) inferiora ut folia basalia sed breviora, superiora circiter sessilia vel reducte.

Synflorescentia paniculata vel laxe paniculata, rami (2) 3-4 (6), 1-4 cephalii, capituli (4-) 8-12 (20), accladium 1-2 cm.

Peduncululi subdense vel dense flocculosi, modice glandulosi, dense flocculosi disperse pilosi, pili infra medium nigri.

Involucra 9-11 mm, squamae exteriores breves atro-virides sparsim flocculosae modice pilosae, exteriores longae acutae vel subulatae, atro-virides ad margines virides, sparsim vel modice pilosae, glandulosaeque, glandulae nigrae, pili nigri vel supra medium cinereique.

Ligulae non-ciliatae.

Styli lutei obscure maculati.

Achenia ferruginea vel atro-brunnea.



Abb. 2 Holotypus von *Hieracium swantevitii*, Kap Arkona.

Fig. 2 Holotype of *Hieracium swantevitii*, Cape Arkona.



Abb. 3 Swantewit, die viergesichtige Gottheit der slawischen Ranen, der Urbevölkerung von Rügen. Im Jahr 1168 eroberten die Dänen unter Waldemar dem Großen und Bischof Absalon von Roskilde die Tempelburg der slawischen Ranen auf Kap Arkona und vernichteten die Statue von Swantewit. Links, aus einer Handschrift von 1670, rechts Gemälde von Laurits Tuxen (1853-1927).

Fig. 3 Swantewit the four-faced godnes of the Ranens, the indigenous slavic tribe of Rügen, was adored and celebrated in a temple located on Cape Arkona. The temple was destroyed in 1168 by the king of Denmark, Waldemar the Great, and his bishop Absalon of Roskilde. Left, a drawing from a manuscript of 1670, right, painting of Laurits Tuxen (1853-1927).

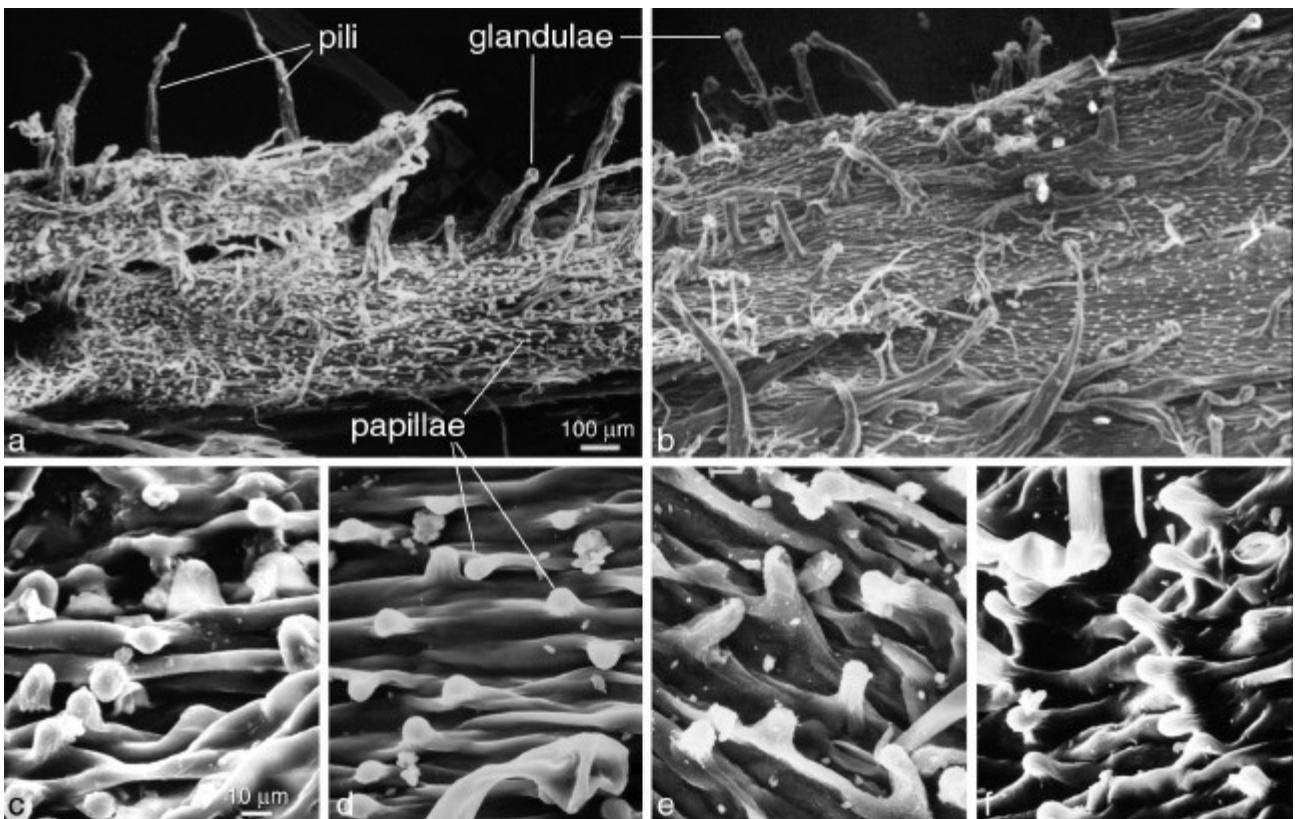


Abb. 4 Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen der Außenfläche der äußeren Hüllen von *H. swanteviti* (a, c), *H. lachenalii* subsp. *litoretaceum* (b, d), *H. caesium* subsp. *caesium* (e), *H. bifidum* subsp. *caesiiflorum* (f). Beachte u. a. die unterschiedliche Dichte, Morphologie und Struktur der Epidermispapillen.

Fig. 4 Scanning electron micrograph of the outer surface of the outer bracts of the heads of *H. swanteviti* (a, c), *H. lachenalii* subsp. *litoretaceum* (b, d), *H. caesium* subsp. *caesium* (e), *H. bifidum* subsp. *caesiiflorum* (f) collected on Rügen. Note differences in density and morphology of epidermal papillae.

Floret mense (Junio) Julio (Augusto).

Holotypus: Deutschland, Mecklenburg-Vorpommern, Landkreis Rügen, Wittow, Kap Arkona, Gellort (MTB 1346/2), Kreideschutthänge auf vegetationsarmer und nackter Kreide. Leg. D. Drenckhahn, Herbar Drenckhahn H020001.

Isotypi: Botanische Staatssammlung München, Herbar Gottschlich, Herbar Drenckhahn.

Paratypi: Kreideschutthänge südlich Wissower Ufer, Jasmund (MTB 1448/3) (Herbar Drenckhahn H990001).

Eponymi: Benannt nach Swantevit (lat.: Swantevitius), der viergesichtigen Gottheit der slawischen Ranen, die auf dem Tempelberg bei Arkona verehrt wurde. Die Zerstörung des Heiligtums erfolgte 1168 durch Bischof Absalon von Roskilde (Abb. 3).

Verwandtschaft

Hieracium swantevitii steht zwischen *H. caesium/H. bifidum* und *H. lachenalii*. Der schwarzfüßige Behaarungstyp der Synfloreszenz erinnert an *H. fuscocinereum*. Die Sippe kommt mit mehreren tausend Exemplaren auf kurzrasigen bis nackten Kreidehängen, besonders bei Gellort am Kap Arkona, vor. Weitere Funde stammen von den Kreidehängen von Jasmund. An beiden Standorten wachsen in Nachbarschaft im weiteren Umfeld *H. lachenalii*, *H. bifidum/H. caesium* und *H. fuscocinereum*. In der höheren Vegetation im oberen Hangdrittel von Gellort wächst eine weitere Sippe, deren Kopfracht weitestgehend *H. swantevitii* gleicht, die Blätter aber wesentlich breiter oval und langstieliger sind. Inwieweit es sich hier um eine Standortmodifikation von *H. swantevitii* handelt oder um eine *H. vulgatum*-Sippe, bedarf weiterer Untersuchungen. Zu diesem Formkreis sind auch *H. bifidum* nahe stehende Sippen mit breit-ovalen kurzstieligen Grundblättern, aber mit mehreren Stängelblättern zu rechnen (Kreidehänge von Jasmund).

Raster-Elektronenmikroskopie

Um weitere morphologische Verwandtschaftsbeziehungen zu *H. caesium (bifidum)* zu prüfen, wurde die Oberflächenstruktur der Hüllen von rügener Exemplaren von *H. caesium* subsp. *caesium* (Fr.)Fr., *H. bifidum* subsp. *caesiflorum* (Almq. ex Norrl.) Z. und *H. lachenalii* subsp. *litocretaceum* mit denen von *H. swantevitii* untersucht. Außer den mit der Lupe schon zu erfassenden Haaren, Drüsen und Sternhaaren (Flocken), erwiesen sich die Form und Dichte der Epidermispapillen als taxonomisch hilfreiche Kriterien (Abb. 4). Die Epidermispapillen von *H. caesium* und *H. bifidum* stehen dicht und sind überwiegend elongiert bis kurzfingerförmig ausgeprägt. Die Papillen von *H. lachenalii* subsp. *litocretaceum* stehen dagegen weniger dicht und sind überwiegend sessil rundlich bis schwach elongiert. Die Papillen von *H. swantevitii* sind bis mäßig elongiert, stehen dichter als die von *H. lachenalii* subsp. *litocretaceum* und können somit als intermediär zwischen *H. caesium/H. bifidum* und *H. lachenalii* gewertet werden. Die Cuticula der Epidermis der Hüllen von *H. caesium* besitzt schwach ausgeprägte retikuläre Wachsstrukturen. Die anderen Sippen sind frei von solchen Strukturen. Eine ausführlichere Publikation der rasterelektronenmikroskopischen Untersuchungen eines größeren Sippenspektrums von Hieracien ist in Vorbereitung.

Hieracium lachenalii C.C.Gmel. subsp. litocretaceum Drenckhahn, subsp. nova

Kreideküstenhabichtskraut

Beschreibung (Abb. 5)

Caulis (20-) 30-50 (-70) cm altus, phyllopodus, modice flocculosus eglandulosusque, ad basim dense, inferne modice, superne sparsim albidopilosus.

Folia basalia (4-) 5-6 (-7) petioli (1) 2-3 (4) cm, modice vel dense albi crispo villosi, lamina (4) 6-7 (9) cm x 1-1,5 cm, ad margines mucronatodentata ad basim cuneata, apex saepe longe acuta, supra lutescente viridea vel atro-virentia saepe rubro-olivaceaque, sparsim breve albo-pilosa efflocculosaque, subtus olivacea fere rubro-brunnea, modice pilosa in costa dorsali dense albo-pilosa flocculosaque, pili crispi 1-12 mm.

Folia caulina 2-4 (6), inferiora simile folia basalia sed minora, cum petioli reduci, superiora circitae sessila.

Synflorescentia paniculata, rami 3-6, cephalii 1-3 (4), capituli (7-) 8-10 (-15) acladium 1-2,5 cm.

Pedunculi subdense vel dense flocculosi, sparsim vel dense glandulosi, sparsim pilosi, pili infra medium nigri.

Involucra 10-12 mm, squamae atrovirides, modice vel dense nigro-glandulosae, epilosae vel pauperopilosae.

Ligulae non-ciliatae.

Styli nigri.

Achenia ferruginea vel atro-brunnea.

Floret mense Junio ad Julio.

Holotypus: Deutschland, Mecklenburg-Vorpommern, Landkreis Rügen, Jasmund, Kreidefelsen, südlich des Wissower Ufers (MTB 1448/3). Vegetationsarme Kreideschutthänge. Leg. D. Drenckhahn, Herbar Drenckhahn H010120.

Isotypi: Bayerische Staatssammlung, Herbar Gottschlich, Herbar Drenckhahn.

Paratypi: Kreidefelsen von Kap Arkona, Rügen (MTB 1346/2).

Verwandtschaft

Die Sippe entspricht in den wesentlichen Merkmalen der Grex *H. lachenalii* C.C.Gmel. mit langen schwarzen Drüsen an den Hüllen. Die Behaarung der Köpfe ist spärlich bis fehlend. Auffällig sind die sehr schmalen Grund- und Stängelblätter, die bei mitteleuropäischen *Lachenalii*-Sippen in dieser Ausprägung nicht vorkommen. Nach G. Gottschlich (pers. Mitt.) erinnert die Sippe an *Hieracium adenoceph* Wiinst. auf Bornholm. Die Bedrüsung von *H. lachenalii* subsp. *litocretaceum* ist jedoch weniger dicht und die Zähnung der Blätter weniger ausgeprägt. Von *H. swantevitii* unterscheidet sich *H. lachenalii* subsp. *litocretaceum* durch schmalere Blätter, fehlende Behaarung der Hüllen und dunkle (statt gelbe) Griffel sowie weniger elongierte und weniger dicht stehende epidermale Papillen (Abb. 4). Der Hauptbestand von *H. lachenalii* subsp. *litocretaceum* befindet sich südlich des Wissower Ufers. Dort wachsen an die tausend Exemplare zusammen mit einer anderen *H. lachenalii*-Sippe mit breiteren Blättern und einer *H. diaphanoides*-Sippe, die zwischen *H. lachenalii* subsp. *pinnatifidum* Dahlst. ex. Z. und *H. diaphanoides* subsp. *neornatum* Gottschlich steht.



Abb. 5 Holotypus von *H. lachenalii* subsp. *litoretaceum* der Kreideküste von Jasmund.



Fig. 5 Holotype of *H. lachenalii* subsp. *litoretaceum* growing on the chalk cliffs of Jasmund.

Danksagung

Herrn Günter Gottschlich (Tübingen) danke ich für die Überprüfung aller in dieser Publikation behandelten Hieracien von Rügen. Dank gilt Herrn PD Dr. Werner Baumgartner und Frau Brigitte Treffny für Assistenz bei der elektronenmikroskopischen Untersuchung. Frau Sabine Katzschmann hat mit viel Umsicht das Erstmanuskript von *Forum Geobotanicum* geschrieben und formatiert. Herrn Michael Christof danke ich ganz besonders für die vielfältigen Hilfen bei allen Fragen der Netzwerkadministration und elektronischen Dokumentation.

Literatur

- Barthlott W (1981) Epidermal and seed surface characters of plants: systemic applicability and some evolutionary aspects. *Nordic Journal of Botany* 3:345-355
- Barthlott W (1990) Scanning electron microscopy of the epidermal surface in plants. In: Claugther D (ed) *Scanning electron microscopy in taxonomy and functional morphology*. Claredon Press, Oxford, pp 69-94
- Barthlott W, Wollenweber E (1981) Zur Feinstruktur, Chemie und taxonomischen Signifikanz epicuticularer Wachse und ähnlicher Sekrete. *Tropische und Subtropische Pflanzenwelt* 32:7-67
- Benkert D, Fuarek F, Korsch H. (1996) Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Ostdeutschlands. Fischer, Jena.
- Bräutigam S (1970) *Hieracium fuscocinereum* Norrl. (*H. sagittatum* (Lindeb.) Norrl.) neu für Deutschland. *Feddes Repert* 81(6-7):503-506
- Gottschlich G (1999) Ergebnisse von Revisionsstudien an Herbarmaterial der Gattung *Hieracium* L. aus Mecklenburg-Vorpommern. *Bot. Rundbr. Mecklenburg-Vorpommern* 33:59-70
- Gottschlich G, Raabe U, Schou JC (1998) Die Gattung *Hieracium* L. (Compositae) auf der Insel Rügen und ihre pflanzengeographische Beziehung zur skandinavischen *Hieracium*-Flora – nebst ergänzenden bio- und bibliographischen Angaben zur Rügen-Floristik -. *Bot. Rundbr. Mecklenburg-Vorpommern* 31:1-94
- Jeffree CE (1986) The cuticle, epicuticular waxes, and trichomes of plants, with reference to their structure, functions, and evolution. In: Juniper BE, Southwood SR (eds) *Insects and the plant surface*. Edward Arnold, London, pp 23-63
- Nägeli C von, Peter A (1886-1889) *Die Hieracien Mitteleuropas*. 2. Bd. Monographische Bearbeitung der Archhieracien (Hefte 1-3). R. Oldenbourg, München
- Zahn H (1922-1938) *Hieracium*. In: Ascherson P, Graebner P sen. (Hrsg.), fortgesetzt von Graebner P fil. *Synopsis der Mitteleuropäischen Flora*. Bd. 12, Abteilungen 1-3. Borntraeger, Leipzig

Jörg Ewald

Ökologie der Weißtanne (*Abies alba* Mill.) im bayerischen Alpenraum Ecology of silver fir (*Abies alba* Mill.) in the Bavarian Alps

Published online: 9 November 2004
 © Forum geobotanicum 2004

Abstract Based on queries of the phytosociological databank BERGWALD, a compilation of 3.504 forest vegetation plots from the Bavarian Alps, the ecological niche of *Abies alba* is re-assessed. The tree species occurs mostly admixed in mountain forests with *Fagus* and *Picea* rather than forming distinctive communities of its own. Climatically, *Abies* is widely distributed to the upper limit of the montane belt, but occurs only sparsely in subalpine forest. Analysis of Ellenberg indicator values based on total species composition yielded the following results: As a tolerant species *Abies* regeneration has a marked preference for shady forest, which in turn *Abies* tree layers themselves help create. It also has a clear preference for acidic topsoil conditions. Sites with low N-supply, such as early successional stages on raw carbonate soils, are rarely colonised by *Abies*. Also, dry and markedly wet forest sites in the region are avoided by *Abies*. Permutation-based indicator species analysis found a large number of common forest species as being significantly associated with *Abies* and its frequent companion *Fagus sylvatica*, whereas there is a negative relationship with more specialised Seslerion and Erico-Pinion species. As *Abies alba* has very few specific companion species not shared with either *Fagus* or *Picea*, the delimitation of Abietetum-syntaxa appears mostly motivated by ecological rather than phytosociological considerations. As a result of its susceptibility towards game browsing, *Abies* regeneration is an indicator of high woody species richness. The study broadly confirms *Abies alba*'s status as a climax species intermediate between *Fagus* and *Picea*, and demonstrates the potential of large phytosociological databanks for niche modelling.

Keywords Ellenberg indicator values · Mixed mountain forest · Niche model · Phytosociological databank

Einleitung

Die Weißtanne (*Abies alba* Mill.) hat als Baum des Jahres 2004 viel Aufmerksamkeit erfahren (Anon 2004). Dieses Interesse war auch der Anlass der hier mitgeteilten Untersuchungen zum ökologischen Verhalten dieser Nadelbaumart in einem ihrer Hauptvorkommen in Deutschland, den bayerischen Alpen.

Über die Pflanzensoziologie der bayerischen Weißtannenwälder (Abb. 1) sind wir seit Walentowski (1998) gut unterrichtet. Wie Oberdorfer (1992) unterscheidet er, einem Gefälle der Basenversorgung folgend, vier Assoziationen. Die rein azidophytischen Assoziationen Vaccinio- und Luzulo-Abietetum (Abb. 2a) unterscheiden sich in mit ihrem artenarmen moos- und zwergstrauchreichen Unterwuchs kaum von Fichtenwäldern ähnlicher Trophie und werden infolgedessen dem Verband Piceion zugeordnet. Die dem Verband Fagion zugeordneten Assoziationen Galio-Abietetum (Abb. 2b) und Pyrolo-Abietetum sowie das bei Ewald (1997) geschilderte alpine Adenostylo glabrae-Abietetum (Abb. 2c) zeichnen sich dagegen durch ein artenreiches Gemisch aus Säurezeigern und anspruchsvollen Bodenpflanzen aus, das bodenkundlich durch das Zusammentreffen basenreicher Mineralböden mit saurem Nadelhumus erklärbar ist (Ewald 1999, Härdtle et al. 2004). In den bayerischen Alpen kommen Luzulo- und Galio-Abietetum (Abb. 2a-b) auf den Sandsteinen und Tonmergeln der Flyschvorpalpen, und das Adenostylo glabrae-Abietetum (Abb. 2c) auf Kalken und Dolomiten der Kalkalpen vor (Ewald 1997). Kölling et al. (2004) weisen jedoch darauf hin, dass die meisten Tannen nicht in Tannenwäldern im engeren pflanzensoziologischen Sinne zu finden sind, sondern in Bergmischwäldern mit Buche und Fichte als gleichwertigen Konkurrenten. In den Bayerischen Alpen werden diese, wiederum in einer Reihung nach zunehmendem Basenangebot, dem Luzulo-Fagetum, Galio-Fagetum, Aposerido-Fagetum oder Seslerio-Fagetum zugeordnet (Ewald 1997).

Die Nennung der Pflanzengesellschaften, in denen eine Baumart mit größerer Stetigkeit vorkommt, ist freilich eine sehr grobe und hochgradig synthetische Charakterisierung ihrer Ökologie. Die große Zahl von vorliegenden Vegetationsaufnahmen ermöglicht es, die Ökologie von *Abies alba* weit differenzierter zu analysieren – insbesondere, wenn sie, wie für die Bayerischen Alpen der Fall, in einer pflanzensoziologischen Datenbank gespeichert vorliegen.

Prof. Dr. Jörg Ewald
 Fachbereich Wald und Forstwirtschaft
 Fachhochschule Weihenstephan, University of Applied Science
 Am Hochanger 5 - 85354 Freising - Germany
 E-mail: joerg.ewald@fh-weihenstephan.de
 Tel.: +49-8161-715909
 Fax: +49-8161-714526

Abb. 1 *Abies alba*, *Fagus sylvatica* und *Picea abies* in einem bodensauren Bergmischwald in der Flyschzone bei Bad Wiessee, Lkr. Miesbach.

Fig. 1 *Abies alba*, *Fagus sylvatica* and *Picea abies* in a mixed mountain forest (Luzulo-Fagetum) on acidic Flysch substrate near Bad Wiessee, Lkr. Miesbach.



Abb. 2 Die Bodenvegetation der Tannenwälder spiegelt die trophische Amplitude von *Abies alba* wider: (a) Luzulo-Abietetum auf Podsol-Braunerde aus Fernmoräne mit *Blechnum spicant*, *Luzula sylvatica* ssp. *sieberi*, *Vaccinium myrtillus* und *Rubus fruticosus* agg.; (b) Galio-Abietetum auf Hanggley aus Fleckenmergel mit *Equisteum sylvaticum*, *Petasites albus*, *Oxalis acetosella* und *Vaccinium myrtillus*; (c) Adenostylo-Abietetum auf Skeletthumusboden über Dolomitgrus mit *Adenostyles glabra*, *Calamagrostis varia*, *Melampyrum sylvaticum*, *Hepatica nobilis*, *Oxalis acetosella*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Mercurialis perennis*; *Lycopodium annotinum*, *Valeriana montana* und *Ranunculus montanus*.

Fig. 2 Ground layer composition of *Abies alba* communities reflects the broad amplitude of nutrient status: (a) Luzulo-Abietetum on spodic cambisol from moraine with *Blechnum spicant*, *Luzula sylvatica* ssp. *sieberi*, *Vaccinium myrtillus* and *Rubus fruticosus* agg.; (b) Galio-Abietetum on eutirc gleysol from jurassic mudstone with *Equisteum sylvaticum*, *Petasites albus*, *Oxalis acetosella* and *Vaccinium myrtillus*; (c) Adenostylo-Abietetum on folie histosol over dolomite gravel with *Adenostyles glabra*, *Calamagrostis varia*, *Melampyrum sylvaticum*, *Hepatica nobilis*, *Oxalis acetosella*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Mercurialis perennis*; *Lycopodium annotinum*, *Valeriana montana* and *Ranunculus montanus*.

In diesem Beitrag wird auf Grundlage der Datenbank BERGWALD (Ewald 1995) das ökologische Verhalten von *Abies alba*, jeweils differenziert nach Vorkommen in der Baum- und in der Verjüngungsschicht, analysiert. Dabei stehen die Höhenverbreitung, das Licht-, Basen-, Stickstoff- und Wasserangebot, sowie die spezifische Vergesellschaftung der Tannenverjüngung im Mittelpunkt.

Methoden

Der Bergwald der Alpen beherbergt das heutige Hauptvorkommen der Weißtanne in Bayern. Für dieses Gebiet existiert mit der Datenbank BERGWALD (Ewald 1995) eine umfassende Sammlung pflanzensoziologischer Daten, die sehr differenzierte Aussagen zum ökologischen Verhalten von Pflanzenarten erlaubt. Zum Zeitpunkt dieser Auswertung enthielt die Datensammlung 4.934 Vegetationsaufnahmen. Davon stammen 3.504 aus Wäldern mit mindestens 30 % Deckung der Baumschicht. Diese „Waldaufnahmen“ im eigentlichen Sinn wurden den folgenden Auswertungen zu Grunde gelegt.

Alle Abfragen wurden in MS-Access 2002 durchgeführt. Abgefragt wurden Vorkommen von *Abies alba* getrennt nach Baumschicht (Wuchshöhe > 5 m) und Verjüngungsschicht (Kraut- und Krautschicht < 5m). Zusätzlich wurden die Aufnahmen mit Vorkommen von *Fagus sylvatica* und *Picea abies* in der Verjüngungsschicht abgefragt. Soweit vorhanden wurde die Meereshöhe der Aufnahmen abgefragt. Für alle Vegetationsaufnahmen wurden auf Grundlage des Vorkommens von Gefäßpflanzen, Moosen und Flechten sowie der Liste von Ellenberg et al. (2001) ungewichtete mittlere Zeigerwerte für Licht (mL), Bodenreaktion (mR), Stickstoff (mN) und Feuchte (mF) berechnet.

Für die abgefragten Variablen wurden für die unterschiedlichen Aufnahmekollektive (alle Waldaufnahmen, Aufnahmen mit baumförmiger *Abies*, Aufnahmen mit *Abies*-Verjüngung) Spektren der relativen Häufigkeit erstellt sowie Mittelwerte und Standardabweichungen berechnet. Aus dem Vergleich der Verteilungen wurden die ökologischen Präferenzen von *Abies alba* abgeleitet.

Auf Basis der 3.504 Waldaufnahmen wurde die Koinzidenz von *Abies alba* mit anderen Pflanzenarten ermittelt und statistisch beurteilt. Zu diesem Zweck wurden die Aufnahmen mit Hilfe des Programms PC-Ord (McCune & Melford 1999) – ohne Berücksichtigung der Artmächtigkeit – einer Indicator Species Analysis nach Dufrêne & Legendre (1997) unterworfen. Dabei wurde der Datenbankinhalt in je ein Aufnahmekollektiv mit und ohne Verjüngung von *Abies alba* geteilt. Mittels 1.000mal wiederholter, zufälliger Permutation wurde ermittelt, wie stark das Vorkommen der Arten von einer zufälligen Verteilung auf die beiden Aufnahmegruppen abweicht. Das Ergebnis wird ausgedrückt durch das Vorzeichen (positive vs. negative Präferenz), die Stärke („indicator value“) und Signifikanz (Irrtumswahrscheinlichkeit) der Präferenz. Anschließend wurden dieselben Berechnungen bezogen auf *Fagus sylvatica* und *Picea abies* durchgeführt, um das Verhalten der Bodenpflanzen hinsichtlich ihrer Präferenz für alle drei Hauptbaumarten des Bergmischwaldes vergleichen zu können.

Für alle Vegetationsaufnahmen wurde die Anzahl der vorkommenden Baum- und Straucharten mit potentieller Wuchshöhe > 1 m abgeleitet. Die Verteilung der Gehölzartenvielfalt wurde nach demselben Muster wie Meereshöhe und Zeigerwerte interpretiert.

Die Nomenklatur der Pflanzenarten folgt der Zeigerwertliste von Ellenberg et al. (1991).

Ergebnisse und Diskussion

1. Nachweise von *Abies alba* in der Datenbank BERGWALD

Immerhin 1.097 (31 %) der Waldaufnahmen in BERGWALD Aufnahmen enthalten Nachweise von baumförmigen Weißtannen im Ober- oder Unterstand - in den meisten Fällen jedoch mit geringem Deckungsgrad. Nur in 290 (8,3 %) der Waldaufnahmen erreicht die Weißtanne mehr als 30 %, in nur 54 (1,5 %) mehr als 50 % Deckung. Dabei ist zu berücksichtigen, dass naturnahe, tannenreiche Bestände von den Vegetationskundlern bevorzugt aufgenommen wurden und die Tannenanteile - wie auch die Bundeswaldinventur (Anon. 1990) zeigt - auf der Fläche weit geringer sind. Die Weißtanne hat also in den Bayerischen Alpen weithin den Charakter eines Mischungselements in Bergmischwäldern aus Fichte, Buche und Bergahorn.

Bei der Verjüngung (Vorkommen in der Kraut- und Strauchschicht der Vegetationsaufnahmen) ist die Situation nur unwesentlich günstiger: 1.238 (35 %) der Aufnahmen enthalten Weißtannenjungpflanzen, deren Deckung 5 % nur selten überschreitet. Die Vorkommen von baumförmigen Tannen sind wie erwartet mit dem der Verjüngung gekoppelt: So enthalten 69 % der Bestände mit Tanne in der Baumschicht auch Verjüngung und 61 % der Aufnahmen mit Verjüngung enthalten wenigstens einzelne baumförmige Weißtannen.

2. Höhenverbreitung

Für die meisten Wald-Vegetationsaufnahmen liegen in BERGWALD Angaben zur Meereshöhe vor. Das Kollektiv der Waldaufnahmen umfasst den gesamten Höhenbereich der Waldstufe, stammt jedoch zum überwiegenden Teil aus der montanen und hochmontanen Stufe des Bergmischwaldes zwischen 900 und 1.400 m (Abb. 3). Die Höhenverteilung der tannenhaltigen Vegetationsaufnahmen weicht davon insofern ab, als die Weißtanne ab 1.500 m (im subalpinen Fichtenwald) nur selten vertreten ist und ab 1.600 m (im hochsubalpinen Lärchen-Zirbenwald) fast ganz fehlt. Diese Auswertung bestätigt also die Annahme, dass die Weißtanne in ihrer Höhenpräferenz, und damit auch in ihrem Wärmebedürfnis, der Laubbaumart Rotbuche näher steht als der Nadelbaumart Fichte.

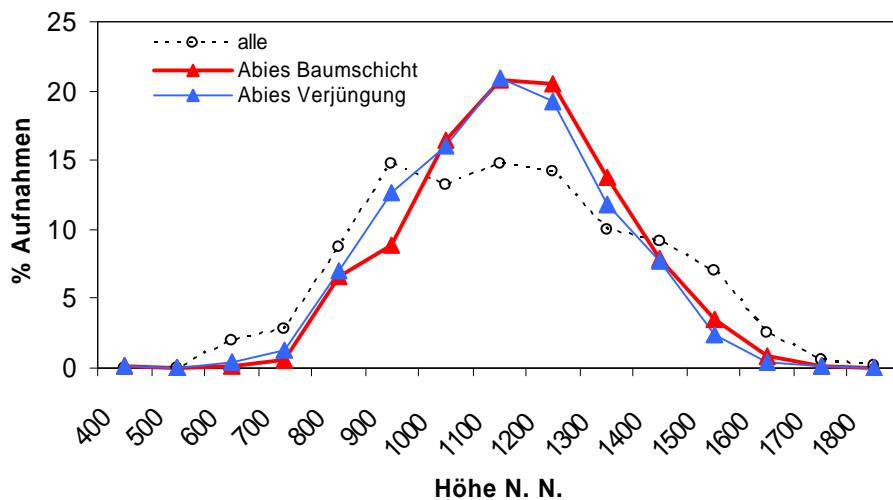


Abb. 3 Häufigkeitsverteilung von 3.292 Wald-Vegetationsaufnahmen nach der Meereshöhe; die durchgezogenen Linien zeigen die Verteilung von tannenhaltigen Aufnahmen.

Fig. 3 Frequency distribution of 3.292 forest plots by elevation; the coloured lines depict the distributions for plots containing *Abies alba* in the tree (red) and regeneration layer (blue).

Tab. 1 Mittelwerte und Standardabweichungen der mittleren Ellenberg-Zeigerwerte in Waldvegetationsaufnahmen.
Tab. 1 Means and standard deviations of average Ellenberg indicator values in vegetation plots.

	ohne <i>Abies</i>		<i>Abies</i> Baumschicht		<i>Abies</i> Verjüngung	
	Mittel	StAbw	Mittel	StAbw	Mittel	StAbw
mR	6,06	0,98	5,42	0,97	5,34	1,03
mL	5,20	0,79	4,65	0,56	4,67	0,57
mN	4,58	1,04	4,73	0,75	4,74	0,80
mF	5,22	0,61	5,33	0,32	5,37	0,34
mT	3,86	0,46	3,84	0,40	3,80	0,40

3. Verteilung nach mittleren Ellenberg-Zeigerwerten

Der für das gesamte Gebiet repräsentativen Verteilung der mittleren Ellenberg-Werte werden in Abb. 4 die Vegetationsaufnahmen gegenübergestellt, in denen die Weißtanne als Baum oder als Verjüngungspflanze nachgewiesen wurde. Derselbe Vergleich wird auch aus der Gegenüberstellung von Mittelwerten und Standardabweichungen für die verschiedenen Aufnahmekollektive deutlich (Tab. 1).

Aus den Abweichungen lassen sich die in den Bayerischen Alpen gültigen ökologischen Ansprüche wie folgt ableiten (vgl. auch Abb. 5):

Tannenhaltige Wälder weisen im Durchschnitt deutlich niedrigere Lichtzahlen ($mL\ 4,7 \pm 0,6$) auf als der Rest der

Bestände ($5,2 \pm 0,8$), d. h. die Begleitvegetation besteht überwiegend aus schattenertragenden Pflanzenarten (Tab. 1). Die Weißtanne verhält sich also auch in den bayerischen Alpen als ausgeprägte Schattbaumart, die als Baum stark schattende Bestände bildet und in der Jugend wenig Licht benötigt. In Beständen mit lichtliebender Bodenvegetation (Zeigerwerte >6) wie Trockenhang-Kiefernwäldern (*Calamagrostio-Pinetum*, vgl. Hölzel 1996) findet man sie praktisch nicht.

In Beständen mit *Abies alba* spielen Säurezeiger eine deutlich größere Rolle als in solchen ohne diese Baumart ($mR\ 6,1$). Da dies auf Weißtanne in der Baumschicht ($mR\ 5,4$) ebenso wie auf die Verjüngung ($mR\ 5,3$) zutrifft, muss angenommen werden, dass Tannenschirm Moder- und Rohhumusbesiedler wie z. B. viele Moose fördert und Tannenverjüngung umgekehrt im bodensauren Milieu besser ankommt als auf den im Hochgebirge oft anzutreffenden Carbonatböden mit geringer Humusaufgabe. Ande-

rerseits haben Tannen keine Vorliebe für extrem saure Standorte, sondern bevorzugen den Bereich unterhalb der Mitte der Reaktionsskala (Abb. 4, rechts).

Die Zeigerwerte belegen außerdem eine gewisse Vorliebe der Weißtanne für überdurchschnittlich mit Stickstoff versorgte Standorte (mN 4,7). Dabei ist zu beachten, dass sich die Kalkalpen durch weithin geringe N-Zahlen auszeichnen (mittlerer mN ohne Tanne 4,6). Der Unterschied ist wohl auf die geringe Rolle der Weißtanne in Pionierbestockungen auf Rohböden zurückzuführen.

Schließlich meidet die Weißtanne unterdurchschnittlich wasserversorgte Standorte, fehlt aber andererseits auch an den nassesten Waldstandorten des Wuchsgebietes.

4. Hochsignifikante Begleiter in der Bodenvegetation

75 Arten der Bodenvegetation sind hochsignifikant positiv mit Tannenverjüngung assoziiert und kommen in mindestens 10 % der Aufnahmen mit der Baumart vor (Tab. 2). Ein großer Teil dieser Arten gehören zu den häufigsten Waldpflanzen im Gebiet, die lediglich auf den *Abies alba* gemiedenen Extremstandorten ausfallen. Vertreter wie *Dicranum scoparium*, *Polytrichum formosum*, *Solidago virgaurea* und *Thuidium tamariscinum* sind gleichzeitig signifikant positiv mit *Fagus* und *Picea* assoziiert und können als allgemeine Begleiter der Bergmischwald-Klimax gelten. Dagegen sind *Oxalis acetosella* und *Athyrium filix-femina* eng mit *Abies* und *Fagus*, aber deutlich weniger eng mit *Picea* assoziiert, die weiter in standörtliche Extrembereiche vordringt.

Ein Drittel der mit *Abies* assoziierten Arten wird gemeinhin den Laubwäldern der Klasse Querc-Fagetea zugeordnet. Die stetesten Vertreter dieser Gruppe sind *Fagus sylvatica*, *Prenanthes purpurea*, *Acer pseudoplatanus*, *Viola reichenbachiana* und *Veronica urticifolia*. Während alle diese Arten erwartungsgemäß gleichzeitig hochsignifikant positiv mit *Fagus* assoziiert sind, sind die Assoziationen zu *Picea* durchweg geringer und nur bei den stetesten Arten signifikant. Bei *Sanicula europaea*, *Galium odoratum*, *Fissidens taxifolius*, *Ranunculus lanuginosus* und *Veronica montana* sind die Vorzeichen der Präferenz bei *Picea* sogar negativ. Nur 10 Nadelwaldarten sind hochsignifikant positiv mit *Abies* gekoppelt: Die stetesten Arten sind *Vaccinium myrtillus*, *Rhytidadelphus loreus*, *Bazzania trilobata* und *Lycopodium annotinum*. Unter den Nadelwaldarten mittlerer Stetigkeit gibt es solche, die mit *Abies* und *Picea*, nicht aber mit *Fagus* assoziiert sind (*Luzula sylvatica*, *Huperzia selago*, *Plagiothecium undulatum*). *Luzula luzulina* und *Mnium spinosum* sind die einzigen Arten, die nur mit *Abies*, nicht aber mit *Fagus* oder *Picea* assoziiert sind.

Die Liste der hochsignifikant negativ mit *Abies alba* assoziierten Pflanzenarten ist wesentlich kürzer (Tab. 3). Sesleriearten wie *Sesleria varia*, *Carduus defloratus*, *Campánula scheuchzeri* und *Galium anisophyllum* und Erico-Pinetea-Arten wie *Polygala chamaebuxus*, *Erica herbacea* und *Aquilegia atrata* kennzeichnen die von *Abies* gemiedenen offenen, pionierhaften und nährstoffarmen Kalkstandorte. An diesen pflanzensoziologischen Affinitäten wird die Ähnlichkeit zu *Fagus* und der Kontrast zum Verhalten von *Picea* sehr deutlich.

Diese Auswertung bestätigt die Stellung der tannenreichen Wälder zwischen den Verbänden Piceion und Fagion, wobei die größere Zahl assoziierter Querc-Fagetea-Arten und die größere Ähnlichkeit zu *Fagus* die synsystematische Zuordnung bei den Laubwäldern nahe liegen. Von einer floristischen Eigenständigkeit der *Abies*-Wälder kann indessen keine Rede sein. Die übliche Bildung eigener Abietenion-Unterverbände ist eher waldökologisch als pflanzensoziologisch begründbar.

5. Verjüngung von *Abies alba* und Gehölzartenvielfalt

Kann man aus der Anwesenheit von *Abies* keine allzu scharfen Aussagen zum Wärme-, Wasser- und Nährstoffhaushalt ableiten, so ist sie ein umso zuverlässigerer Zeiger für die Schalenwildichte. Auch diesen Effekt kann man in der Datenbank BERGWALD deutlich machen (Abb. 6). Wo Weißtannen-Naturverjüngung steht, kann man in der Tat mit einer insgesamt höheren Gehölzartenvielfalt rechnen. Dieses Ergebnis ist vor dem Hintergrund der Präferenz der Weißtanne für stark beschattete Situationen umso bemerkenswerter. Im Schatten würde man eher geringe Gehölzartenzahlen erwarten, da mit Licht liebenden Arten ein großer Teil des Gehölzartenpools hier ausgeschlossen ist.

6. Schlussfolgerungen

Die vorgestellten Auswertungen zeigen das Potential großer pflanzensoziologischer Datenbanken für die Ermittlung der Einnischung einzelner Arten. Vergleichbare Auswertungen sind für alle mit einer gewissen Mindestfrequenz in der Datenbank vertretenen Pflanzenarten möglich. Zusammen mit verwandten GIS-gestützten Methoden zur Untersuchung der statistischen Zusammenhänge zwischen Verbreitung und physiographischen Variablen (Geologie, Klima, vgl. Kölling & Borchert 2004) bieten solche Auswertungen noch lange nicht ausgeschöpfte Möglichkeiten zur Erforschung der Ökologie von Baumarten. Dieses Instrumentarium eignet sich nicht nur zur Überprüfung des überlieferten Wissens, sondern auch für empirische Tests von Vorhersagen, die - manchmal vorschnell - aus spezielleren physiologischen Untersuchungen und waldkundlichen Fallstudien abgeleitet werden.

Im Falle von *Abies alba* im Alpenraum sind die Ergebnisse wenig überraschend. Zusammenfassend kann man die Weißtanne als Schlusswaldbaumart der Bergmischwaldstufe charakterisieren, die hohe Schattentoleranz mit einer Vorliebe für saure, aber nicht zu nährstoffarme Humusaufgaben verbindet (Abb. 5). Dagegen vermag sie sich an Extremstandorten nicht durchzusetzen: Sie spielt in den subalpinen Hochlagen keine nennenswerte Rolle und meidet die nassesten, vor allem aber die trockenen, nährstoffarmen und in den Kalkalpen regelmäßig stark carbonathaltigen Pionierstandorte. Als ausgesprochen verbisempfindliche Baumart ist sie ein Indikator für die Schalenwildichte und für die davon abhängige Gehölzartenvielfalt.

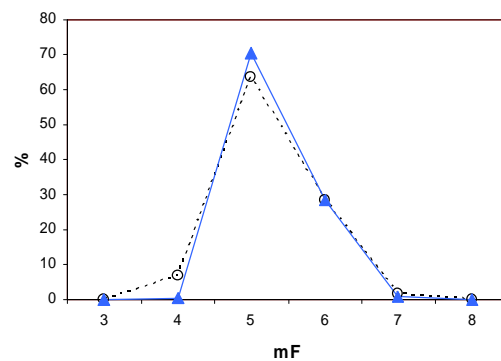
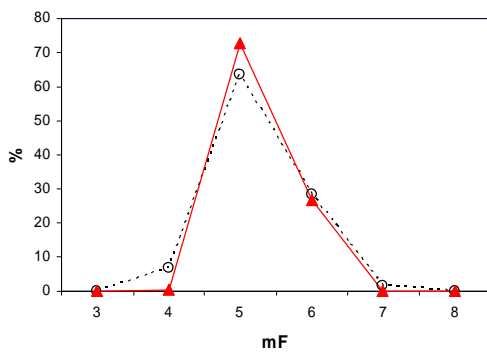
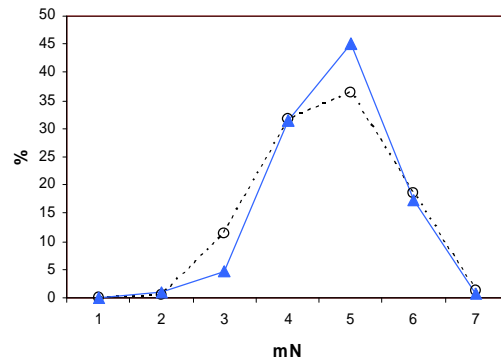
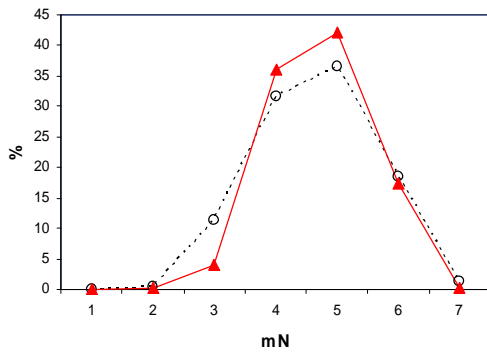
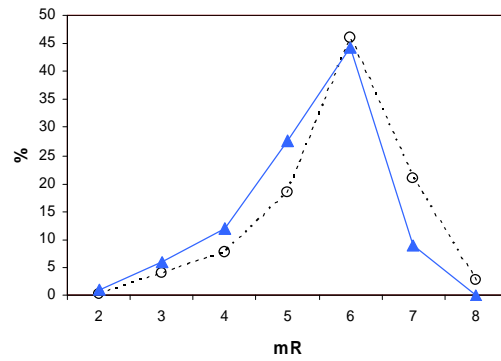
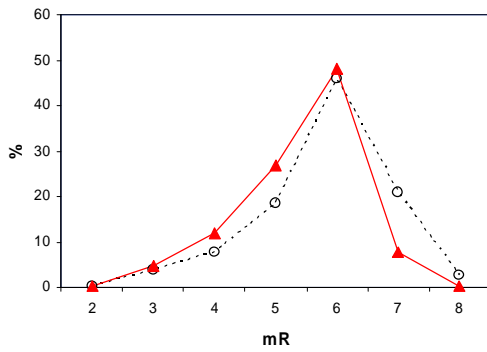
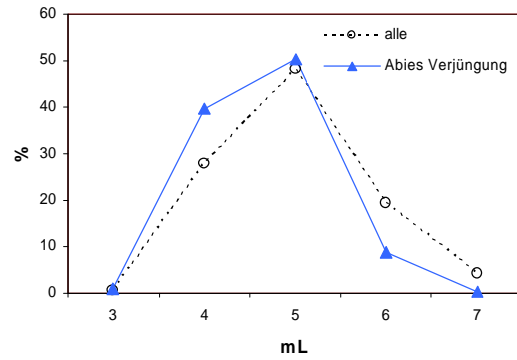
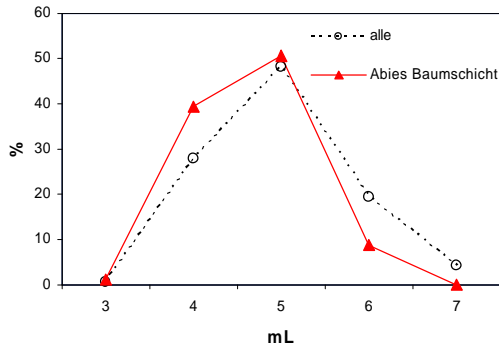


Abb. 4 Relative Häufigkeit von mittleren Ellenberg-Zeigerwerten von Vegetationsaufnahmen aus dem Bergwaldgebiet der Bayerischen Alpen; gestrichelte Linie/Kreise: alle Waldaufnahmen, durchgezogene Linie/Dreiecke: Aufnahmen mit *Abies alba*: links: *Abies* in der Baumschicht, rechts: *Abies* in der Verjüngung.

Fig. 4 Relative frequency of average Ellenberg indicator values of vegetation plots from forests of the Bavarian Alps; dashed line: all forest plots, red: plots with *Abies alba* in tree layer, blue: *Abies alba* in regeneration layer.

Tab. 2 Arten mit hochsignifikant positiver Präferenz zu *Abies alba* in der Verjüngung; zum Vergleich sind die rechts die Präferenzen zu *Fagus* und *Picea* angegeben.

„% ohne“/“% mit“: Stetigkeit in Aufnahmen ohne bzw. mit *Abies alba*-Verjüngung; „pref“: Vorzeichen der Assoziation; „iv“: Indikatorwert; „p“: Irrtumswahrscheinlichkeit nach der Indicator Species Analysis von Dufrière & Legendre; **graue** Unterlegung: Irrtumswahrscheinlichkeit > 0,1 %; **rote** Unterlegung: der Präferenz zu *Abies alba* umgekehrtes Vorzeichen.

Tab. 2 Plant species with highly significant preference towards *Abies alba* regeneration; for comparison corresponding preferences towards *Fagus* and *Picea* are listed.

„% ohne“/“% mit“: constancy in plots without resp. with *Abies alba* regeneration; „pref“: direction of association; „iv“: indicator value; „p“: error level according to Dufrière & Legendre's Indicator Species Analysis; **grey** shading: $p > 0,1$ %; **red** shading: direction of association opposite to *Abies alba*.

	<i>Abies</i>					<i>Fagus</i>			<i>Picea</i>		
	% ohne	% mit	pref	iv	p	pref	iv	p	pref	iv	p
<i>Abies alba</i>	0	100	+	100,0	0,001	+	43,7	0,001	+	32,8	0,001
<i>Fagus sylvatica</i>	31	74	+	52,3	0,001	+	100,0	0,001	+	34,1	0,001
<i>Picea abies</i>	55	83	+	50,0	0,001	+	44,0	0,001	+	100,0	0,001
<i>Oxalis acetosella</i>	71	88	+	48,9	0,001	+	47,4	0,001	+	40,0	0,090
<i>Vaccinium myrtillus</i>	45	73	+	45,3	0,001	+	33,6	0,001	+	39,7	0,001
<i>Prenanthes purpurea</i>	37	67	+	43,3	0,001	+	40,7	0,001	+	28,6	0,001
<i>Dicranum scoparium</i>	47	72	+	43,1	0,001	+	31,6	0,001	+	38,2	0,001
<i>Acer pseudoplatanus</i>	62	77	+	42,6	0,001	+	47,1	0,001	+	38,6	0,001
<i>Polytrichum formosum</i>	35	65	+	42,4	0,001	+	29,3	0,001	+	31,2	0,001
<i>Athyrium filix-femina</i>	41	67	+	41,6	0,001	+	38,5	0,001	+	27,4	0,030
<i>Sorbus aucuparia</i>	52	69	+	39,7	0,001	+	33,4	0,001	+	36,5	0,001
<i>Hylocomium splendens</i>	48	58	+	31,7	0,001	-	26,8	0,283	+	34,1	0,001
<i>Viola reichenbachiana</i>	27	48	+	30,9	0,001	+	31,1	0,001	+	19,9	0,007
<i>Solidago virgaurea</i>	43	55	+	30,8	0,001	+	30,3	0,001	+	28,2	0,001
<i>Veronica urticifolia</i>	38	52	+	30,2	0,001	+	30,2	0,001	+	24,8	0,001
<i>Thuidium tamariscinum</i>	18	43	+	30,0	0,001	+	27,2	0,001	+	22,0	0,001
<i>Polygonatum verticillatum</i>	37	50	+	29,2	0,001	+	31,2	0,001	+	22,6	0,040
<i>Carex sylvatica</i>	28	46	+	29,0	0,001	+	28,2	0,001	+	18,1	0,328
<i>Phyteuma spicatum</i>	34	49	+	28,7	0,001	+	29,2	0,001	+	20,2	0,539
<i>Sanicula europaea</i>	36	49	+	28,7	0,001	+	34,7	0,001	-	22,0	0,067
<i>Rhytiadelphus loreus</i>	18	39	+	26,2	0,001	+	16,2	0,001	+	19,2	0,001
<i>Galium rotundifolium</i>	16	37	+	26,1	0,001	+	21,4	0,001	+	12,6	0,246
<i>Adenostyles glabra</i>	39	47	+	25,7	0,001	+	25,2	0,001	+	24,4	0,002
<i>Lysimachia nemorum</i>	34	45	+	25,4	0,001	+	28,0	0,001	+	19,8	0,209
<i>Maianthemum bifolium</i>	30	43	+	25,1	0,001	+	25,5	0,001	+	22,4	0,001
<i>Carex digitata</i>	30	43	+	25,0	0,001	+	24,5	0,001	+	24,8	0,001
<i>Deschampsia cespitosa</i>	28	41	+	24,6	0,001	+	19,4	0,001	+	20,7	0,001
<i>Dicranodontium denudatum</i>	15	33	+	22,7	0,001	+	14,4	0,001	+	17,5	0,001
<i>Lamiastrum galeobdolon agg.</i>	23	36	+	22,4	0,001	+	24,0	0,001	-	14,4	0,477
<i>Mycelis muralis</i>	30	39	+	21,9	0,001	+	24,4	0,001	+	17,2	0,382
<i>Bazzania trilobata</i>	14	30	+	20,9	0,001	+	13,2	0,001	+	16,0	0,001
<i>Hypnum cupressiforme</i>	21	33	+	20,6	0,001	+	19,3	0,001	+	14,7	0,008
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	17	31	+	20,1	0,001	+	16,2	0,001	+	14,9	0,001
<i>Senecio fuchsii</i>	24	34	+	20,0	0,001	+	21,4	0,001	+	15,9	0,015
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	29	36	+	19,9	0,001	+	27,6	0,001	+	17,5	0,045
<i>Rhizomnium punctatum</i>	20	32	+	19,7	0,001	+	19,5	0,001	+	16,4	0,001
<i>Dryopteris carthusiana</i>	15	29	+	19,3	0,001	+	14,2	0,001	+	14,9	0,001
<i>Lycopodium annotinum</i>	11	27	+	19,3	0,001	+	11,7	0,001	+	16,3	0,001
<i>Paris quadrifolia</i>	23	33	+	19,2	0,001	+	22,9	0,001	+	14,5	0,084
<i>Galium odoratum</i>	14	27	+	17,9	0,001	+	23,0	0,001	-	10,7	0,082

	Abies					Fagus			Picea		
	% ohne	% mit	pref	iv	p	pref	iv	p	pref	iv	p
<i>Luzula sylvatica</i>	20	30	+	17,6	0,001	-	12,9	0,150	+	13,6	0,027
<i>Luzula pilosa</i>	11	25	+	17,4	0,001	+	14,2	0,001	+	12,8	0,001
<i>Rubus idaeus</i>	12	25	+	17,4	0,001	+	15,5	0,001	+	12,1	0,001
<i>Primula elatior</i>	24	31	+	17,3	0,001	+	19,7	0,001	-	15,4	0,004
<i>Rubus fruticosus agg.</i>	8	23	+	17,2	0,001	+	14,8	0,001	+	8,8	0,002
<i>Huperzia selago</i>	20	29	+	16,8	0,001	-	12,2	0,387	+	17,1	0,001
<i>Rosa pendulina</i>	17	27	+	16,6	0,001	+	14,7	0,001	+	14,8	0,001
<i>Blechnum spicant</i>	11	24	+	16,4	0,001	+	10,8	0,001	+	11,3	0,001
<i>Thelypteris limbosperma</i>	13	25	+	16,1	0,001	+	11,7	0,001	+	11,7	0,002
<i>Dryopteris dilatata</i>	14	24	+	15,1	0,001	+	12,7	0,001	+	9,9	0,104
<i>Crepis paludosa</i>	13	23	+	14,9	0,001	+	11,7	0,001	+	13,4	0,001
<i>Eurhynchium striatum/angustirete</i>	9	20	+	14,2	0,001	+	13,4	0,001	+	8,6	0,003
<i>Plagiochila porelloides</i>	7	19	+	14,1	0,001	+	11,0	0,001	+	8,0	0,004
<i>Isoetes macrospora</i>	6	18	+	13,5	0,001	+	14,0	0,001	+	7,2	0,001
<i>Veronica officinalis</i>	9	20	+	13,5	0,001	+	9,6	0,001	+	10,5	0,001
<i>Luzula luzulina</i>	17	22	+	12,8	0,001	-	10,1	0,256	+	10,7	0,064
<i>Petasites albus</i>	13	20	+	12,3	0,001	+	14,4	0,001	+	8,6	0,300
<i>Atrichum undulatum</i>	11	19	+	12,0	0,001	+	9,2	0,001	+	7,3	0,402
<i>Plagiothecium undulatum</i>	8	16	+	11,1	0,001	+	6,2	0,139	+	10,0	0,001
<i>Anemone nemorosa</i>	16	20	+	11,0	0,001	+	14,6	0,001	+	8,5	1,000
<i>Lonicera nigra</i>	5	15	+	11,0	0,001	+	11,0	0,001	+	6,3	0,002
<i>Hordelymus europaeus</i>	7	15	+	10,6	0,001	+	14,4	0,001	+	5,4	0,283
<i>Fissidens taxifolius</i>	8	15	+	9,8	0,001	+	10,1	0,001	-	6,6	0,023
<i>Mnium spinosum</i>	10	16	+	9,4	0,001	+	6,7	0,267	+	7,2	0,058
<i>Lonicera alpigena</i>	9	15	+	9,3	0,001	+	10,2	0,001	+	5,8	0,878
<i>Plagiomnium affine</i>	10	15	+	9,1	0,001	+	10,4	0,001	+	9,6	0,001
<i>Ranunculus lanuginosus</i>	10	15	+	9,0	0,001	+	10,4	0,001	-	7,7	0,017
<i>Eurhynchium angustirete</i>	2	11	+	8,9	0,001	+	7,6	0,001	+	5,2	0,001
<i>Festuca altissima</i>	3	11	+	8,6	0,001	+	7,3	0,001	+	2,8	0,811
<i>Plagiochila asplenoides</i>	7	13	+	8,6	0,001	+	8,4	0,001	+	7,2	0,001
<i>Streptopus amplexifolius</i>	6	12	+	7,7	0,001	+	6,5	0,001	+	4,7	0,243
<i>Carex pilulifera</i>	3	10	+	7,5	0,001	+	4,3	0,001	+	4,2	0,001
<i>Plagiothecium curvifolium</i>	4	10	+	7,4	0,001	+	5,3	0,001	+	3,8	0,091
<i>Veronica montana</i>	5	11	+	7,4	0,001	+	6,4	0,001	-	3,7	0,938
<i>Thelypteris phegopteris</i>	6	11	+	6,9	0,001	+	6,2	0,001	+	4,8	0,020

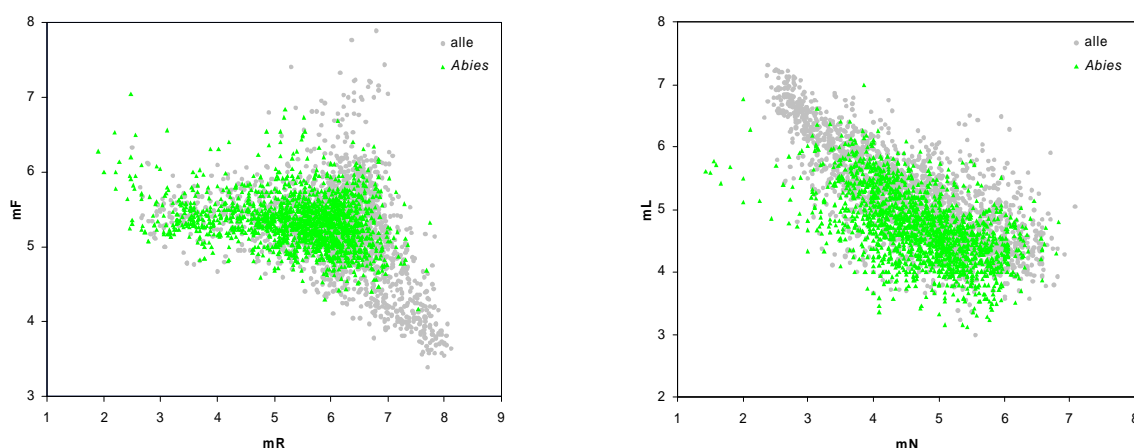


Abb. 5 Zeigerwertökogramme von Vegetationsaufnahmen aus dem Bergwaldgebiet der Bayerischen Alpen; die grüne Punktwolke zeigt Bestände mit *Abies alba* vor dem Hintergrund der aller Waldaufnahmen (grau).

Fig. 5 Ecograms of vegetation plots from forest of the Bavarian Alps; green dots depict stands containing *Abies alba* against the background of all plots.

Tab. 3 Arten mit hochsignifikant negativer Assoziation zu *Abies alba* in der Verjüngungsschicht; Legende vgl. Tab. 2.
Tab. 3 Species with highly significant negative association towards *Abies alba* regeneration; legend see Tab. 2.

	<i>Abies</i>					<i>Fagus</i>			<i>Picea</i>		
	% ohne	% mit	pref	iv	p	pref	iv	p	pref	iv	p
<i>Sesleria varia</i>	44	23	-	28,5	0,001	-	28,4	0,001	+	18,7	0,498
<i>Aposeris foetida</i>	44	34	-	24,6	0,001	-	20,3	0,692	-	20,4	0,658
<i>Ranunculus nemorosus</i>	33	13	-	23,8	0,001	-	20,3	0,001	-	14,4	0,139
<i>Polygala chamaebuxus</i>	34	18	-	22,3	0,001	-	20,9	0,001	+	15,8	0,067
<i>Potentilla erecta</i>	33	19	-	20,9	0,001	-	20,6	0,001	+	17,6	0,001
<i>Carduus defloratus</i>	23	8	-	16,7	0,001	-	18	0,001	-	9,2	0,592
<i>Campanula scheuchzeri</i>	26	16	-	16,5	0,001	-	21,6	0,001	+	12,1	0,263
<i>Salvia glutinosa</i>	24	11	-	16,3	0,001	+	9,8	0,672	-	15	0,001
<i>Galium anisophyllum</i>	22	8	-	15,7	0,001	-	18	0,001	-	8,9	0,5
<i>Valeriana tripteris</i>	26	19	-	15,4	0,001	-	17,9	0,001	+	13,3	0,081
<i>Carex flacca</i>	26	21	-	14,7	0,001	-	12,3	0,894	+	15,1	0,001
<i>Phyteuma orbiculare</i>	19	7	-	13,8	0,001	-	13,4	0,001	+	8	0,245
<i>Erica herbacea</i>	21	12	-	13,6	0,001	-	15,4	0,001	+	11	0,016
<i>Bupthalmum salicifolium</i>	17	4	-	13,3	0,001	-	11,3	0,001	-	6,2	0,872
<i>Lotus corniculatus</i>	16	3	-	13,1	0,001	-	11,4	0,001	+	5,9	0,649
<i>Carex sempervirens</i>	16	5	-	11,8	0,001	-	11,9	0,001	+	6,3	0,591
<i>Pimpinella major agg.</i>	13	2	-	11,6	0,001	-	7,7	0,001	-	5,4	0,078
<i>Scleropodium purum</i>	13	4	-	10,2	0,001	-	9,2	0,001	-	5,2	0,693
<i>Lamiastrum galeobdolon</i>	12	4	-	9,1	0,001	-	6,5	0,002	-	8,1	0,001
<i>Galium mollugo album</i>	11	2	-	8,9	0,001	-	6,7	0,001	-	5,1	0,03
<i>Carex montana</i>	14	8	-	8,8	0,001	-	7,3	0,018	+	7,2	0,031
<i>Aquilegia atrata</i>	12	5	-	8,6	0,001	-	7,9	0,001	-	4,8	0,953
<i>Amelanchier ovalis</i>	10	1	-	8,5	0,001	-	7	0,001	-	4,4	0,042
<i>Carex humilis</i>	8	0	-	8,1	0,001	-	7,5	0,001	-	6	0,001
<i>Leontodon hispidus</i>	12	7	-	7,9	0,001	-	9,8	0,001	+	6,3	0,05
<i>Molinia arundinacea</i>	9	1	-	7,5	0,001	-	6,4	0,001	-	4,2	0,018
<i>Geranium sylvaticum</i>	11	5	-	7,4	0,001	-	9,2	0,001	-	5,8	0,02
<i>Soldanella alpina</i>	12	8	-	7,4	0,001	-	9,9	0,001	+	5,5	0,896
<i>Hypericum maculatum</i>	10	4	-	7,3	0,001	-	8,2	0,001	+	4,4	0,393
<i>Cardamine flexuosa</i>	10	6	-	6	0,001	-	5,7	0,004	-	5,8	0,003

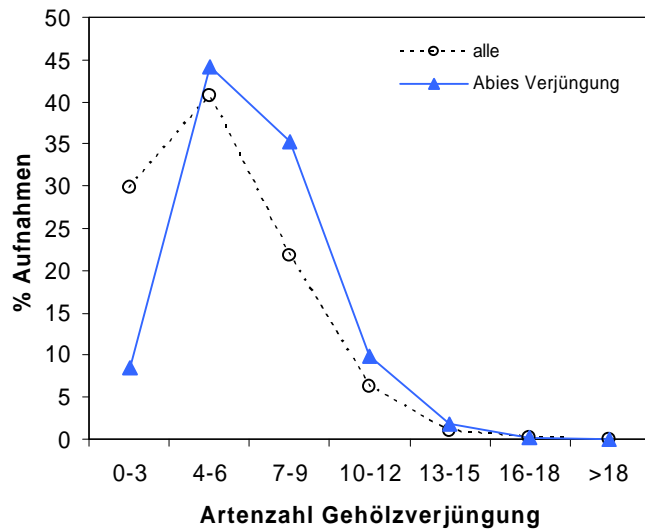


Abb. 6 Häufigkeitsverteilung der Artenvielfalt in der Gehölzverjüngung von Bergwald-Vegetationsaufnahmen; Bestände mit Weißtannenverjüngung haben im Durchschnitt eine höhere Gehölzvielfalt als solche ohne die Baumart.

Fig. 6 Frequency distribution of species richness of regenerating shrubs and trees in forest vegetation plots; plots with *Abies alba* regeneration have higher average richness than those not containing the species.

Danksagung

Die hier vorgestellte Auswertung beruht auf der Arbeit mehrerer Generationen von Vegetationskundlern. Viele von ihnen haben bereitwillig die digitale Bereitstellung ihrer z. T. unpublizierten Aufnahmen unterstützt, wofür ihnen der Autor dankt.

Literatur

- Anonymus (1990) Bundeswaldinventur 1986-1990. Band 1. Bundesmin. f. Ernähr. Landw. u. Forsten, Bonn
- Anonymus (2004) Die Tanne (Weißtanne) - Baum des Jahres 2004. Schutzgemeinschaft Deutscher Wald, http://www.sdw.de/baum_d_j.htm
- Dufrêne M, Legendre P (1997) Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs* 67:345-366
- Ellenberg H, Weber HE, Düll R, Wirth V, Werner W, Paulißen D (1991): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica* 18, Göttingen
- Ewald J (1997) Die Bergmischwälder der Bayerischen Alpen - Soziologie, Standortbindung und Verbreitung. *Diss. bot.* 290, Cramer, Berlin
- Ewald J (1999) Relationships between floristic and microsite variability in coniferous forests of the Bavarian Alps. *Phytocoenologia* 29:327-344
- Ewald J (1995) Eine vegetationskundliche Datenbank bayerischer Bergwälder. *Hoppea, Denkschr. Regensb. Bot. Ges.* 56:453-465
- Härdtle W, Ewald J, Hölzel N (2004) Wälder des Tieflandes und der Mittelgebirge. Ulmer, Stuttgart

Hölzel N (1996) Schneeheide-Kiefernwälder in den mittleren Nördlichen Kalkalpen. *Laufener Forschungsberichte* 3, Laufen

Kölling C, Borchert H (2004) Gibt es eine „Trockentanne“ im fränkischen Keuper? *LWF aktuell* 46/2004:22-23

Kölling C, Ewald J, Walentowski H (2004) Lernen von der Natur: Die Tanne in den natürlichen Waldgesellschaften Bayerns. *Ber. Bayer. Landesanst. für Wald u. Forstwirtschaft.* 45:24-29

McCune B, Mefford MJ (1999) *Multivariate analysis of ecological data.* MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, USA

Oberdorfer E (1992) *Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil IV. Wälder und Gebüsch.* G. Fischer, Stuttgart

Walentowski H (1998) *Die Weißtannen-Waldgesellschaften Bayerns - eine vegetationskundliche Studie mit europäischem Bezug, mit waldbaulichen Anmerkungen und naturschutzfachlicher Bewertung.* *Diss. bot.* 291, Cramer, Berlin

Stefanie Hübner, Volker Wissemann

Morphometrische Analysen zur Variabilität von *Prunus spinosa* L. - Populationen (*Prunoideae*, *Rosaceae*) im Mittleren Saaletal, Thüringen

Morphometric analysis on the variability of *Prunus spinosa* L. - populations (*Prunoideae*, *Rosaceae*) in the central valley of the river Saale, Thuringia

Published online: 15.12.2004
© Forum geobotanicum 2004

Abstract

Prunus spinosa L. (*Rosaceae*) is one of the most widespread members of the genus *Prunus* in middle Europe. Its morphological plasticity resulted in a number of described taxa at subspecific level. Since the early neolithic times, drupes (kernels) of the plum family are recorded and exhibit already a remarkable diversity in size and form. Here we present a short historical account to the use of *P. spinosa* and an overview of the different taxonomic treatments. We examined distribution patterns in general and in particular in the central valley of the river Saale (Thuringia) with respect to ecological, edaphic and climatic factors. We assessed within 16 populations the variability of 22 metric and 10 qualitative morphological characters at 7 different locations. Population sites included forest-, way- and fieldsides, as well as lightish pine forests. Pollen fertility did not increase during the flowering period. All flowers were directly fully fertile from the beginning. In contrast, glucose content varied significantly depending of the status of fertilization. Epicuticular wax structure was without variation amongst the populations. *P. spinosa* leaves are covered with a smooth layer of slightly striated wax. Morphological characters were scored on 270 branches and 506 fruits. Most of the characters showed enormous variability among and within populations such as metrics of leaves, thorns and character states of flower morphology. The lowest variability among populations and therefore not dependent of modificatory factors was found in fruit characters. Since kernel morphology seems to be genetically rather than modificatory controlled, we applied the 3 taxonomical concepts of Werneck, Kühn and Scholz u. Scholz to identify evolutionary units at subspecific levels. However, population variability was still so high, that from our study here we can not support an infraspecific classification of *Prunus spinosa* L.

Keywords

Rosaceae, Prunus, Evolution, Morphology, Systematics

M. Sc. Stefanie Hübner
Dr. Volker Wissemann
Friedrich-Schiller-Universität Jena
Institut für Spezielle Botanik
Philosophenweg 16 - 07743 Jena
E-mail: volker.wissemann@uni-jena.de
Tel.: +49-3641-949255
Fax: +49-3641-949252

Einleitung

Prunus spinosa L. gehört zur Familie der *Rosaceae*, der die wichtigsten mitteleuropäischen Obstsorten entstammen. Wahrscheinlich entstand aus ihr durch Spontankreuzung mit *Prunus cerasifera* Ehrh. die heutige Kulturpflaume *Prunus domestica* L. Die Schlehe ist weit verbreitet und findet sich in ganz Europa bis hin zum Kaukasus. Ihre Steinkerne lassen sich seit dem frühen Neolithikum nachweisen und zeigen bereits damals eine auffallende Diversität in Ausprägungsform und Größe. Auch heute noch unterstreichen viele Autoren die ausgeprägte Variabilität von *Prunus spinosa* L., nicht nur hinsichtlich ihrer Wuchsform und der vegetativen Pflanzenteile, sondern auch der Früchte und Steinkerne. Dies führte seit jeher zu Problemen in der Taxonomie und lässt sich anhand der zahlreichen beschriebenen Subspezies, Varietäten und Formen nachzeichnen. Beobachtungen in Populationen lassen Zweifel an einer infraspezifischen Unterteilung aufkommen. Ziel der vorliegenden Studie ist es, die morphologische Variabilität von *Prunus spinosa* L. in einem Areal auf Populationsebene zu erfassen, und darauf aufbauend Schlussfolgerungen über die Berechtigung infraspezifischer taxonomischer Untergliederungen zu ziehen.

Nach einer Einführung in die historische Nutzung von *Prunus spinosa* L. folgt ein kurzer Überblick über ausgewählte Systeme. Zudem soll auf die Verbreitung allgemein und auf das Untersuchungsgebiet des Mittleren Saaletals unter besonderer Berücksichtigung der Wuchsorte eingegangen werden. Dabei werden naturräumliche Aspekte ebenso einbezogen wie die Wuchsort- und Populationsgrößen sowie ihre Abhängigkeit von diversen Umweltfaktoren.

Der Überblick über die Größenverhältnisse der betrachteten Pflanzenteile wird in einem weiteren Kapitel präsentiert, eventuelle Auffälligkeiten an den Wuchsorten und Populationen werden hervorgehoben. Darauf aufbauend werden verschiedene Testverfahren und Untersuchungsmethoden dokumentiert. Es erfolgt eine Merkmalsanalyse der Blätter, Blüten, Früchte, Steinkerne sowie Dornen auf das Ausmaß ihrer Variabilität. Diese Charakteristika sind einerseits quantitativer Art in Form von Messungen und Berechnungen von Indices, andererseits qualitativer Art in Form von Beschreibungen und Häufigkeiten. Anhand des Ergebnisses sollen diejenigen Merkmale ermittelt werden, welche die geringste und damit vermutlich weitgehend umweltunabhängige Variabilität aufweisen und sich daher besonders zu subspezifischen Untergliederungen eignen.

Historische Nutzung von *Prunus spinosa* L.

Prunus spinosa L. ist bereits im Neolithikum eine wichtige Nutzpflanze, dies belegen zahlreiche Funde von Steinkernen aus verschiedenen neolithischen Siedlungsausgrabungen, bspw. in den Schichten der Pfynner Kultur am Zürichsee (ca. 3900 v. Chr.) (Jacomet 1989). Schlehen lassen sich weniger im Jungneolithikum, dafür aber vor allem im Endneolithikum sowie in der Bronzezeit bis hin zur römischen Kaiserzeit und auch im Mittelalter als wichtiges Wildobst nachweisen (vgl. Körber-Grohne 1996). Die ansteigenden Fundzahlen im Verlauf des Neolithikums deuten auf eine schon damals einsetzende zunehmende Rodungstätigkeit hin, die den auf Licht angewiesenen Schlehengebüschchen erst ermöglichte, sich weitläufig auszubreiten, sei es in Form von Hecken, auf Wiesen oder an Waldrändern (Jacomet 1989). Bereits anhand der Steinkernfunde aus der Römerzeit bis ins 17./18. Jahrhundert hinein, zeigt sich die schon damals vorherrschende große Variabilität der Schlehen (Körber-Grohne 1996). Auch danach schätzte man *Prunus spinosa* L. mit ihrem undurchdringlichen Astwerk und ihrer schnellen Ausbreitung lange Zeit als Wallhecke zur Sicherung von Festungsanlagen, oder sie umgaben Weiden und Gehöfte und wurden somit als „lebende Zäune“ (Weber 1999) verwendet. Außerdem kam der Schlehe auch offizielle Bedeutung zu, ihre Rinde sollte gegen „Wechselfieber, so wie die Wurzel gegen Asthma und Stein“ helfen (Schlechtendahl 1886). In Notzeiten dienten die Blätter als Schwarzteeersatz. Desgleichen nutzte man die Früchte äußerst vielseitig, so z.B. zum Färben von Leinen, zum Anregen des Speichelflusses bei Spinnerinnen, den Fruchtsaft als „Tinte“ und zur Herstellung von Wein oder Schnaps (Röhl 1997). Hierzulande wird die Schlehe aufgrund des säuerlichen-herben Geschmacks ihrer Früchte kaum kultiviert.

Überblick über die Systematik

Die Gliederung von *Prunus spinosa* L. in subspezifische Einheiten erscheint aufgrund der innerartlichen Variabilität schwierig. Dennoch existiert eine Vielzahl von Versuchen, die Schlehen anhand unterschiedlichster Merkmale und Merkmalszustände in verschiedene Unterarten bzw. Varietäten einzuteilen. Einige dieser Systeme sollen im Folgenden kurz vorgestellt werden.

Hegi (1925) untergliedert die Schlehe nach dem Erscheinen der Blüten vor den Laubblättern, der Bedornung sowie der Fruchtgröße in vier Varietäten (vgl. Werneck 1961)

1. var. *vulgaris* SER. apud. DC (Spross dornig, behaart)
 - a, subvar. *praecox* Wimmer et Grab. (Blüten vor Laubblättern)
 - b, subvar. *coetanea* Wimmer et Grab. (Blüten mit Laubblättern)
2. var. *dasyphylla* Schur. (Kelchblätter, Laubblätter auf Unterseite und Blütenstiel stets dicht behaart)
 - a, subvar. *microcarpa* Wallr.
3. var. *inermis* Godron (wie var. *vulgaris* nur ohne Dornen)
4. var. *macrocarpa* Wallr. (Blüten, Laubblätter und Früchte größer und Strauch höher als var. *vulgaris*, weniger bedornt)

Domin (1945; in Scholz u. Scholz 1995) unternimmt eine Einteilung in sechs Unterarten anhand der Ausformung der Steinkerne und Früchte:

1. subsp. *euspinosa* L. (Früchte schwarz, gelb, grün; zwei Formen von Steinkernen)
2. subsp. *moravica* Domin (Früchte schwarzblau, kugelig; Steinkern fast rund, gewölbt, beidseitig abgerundet)
3. subsp. *megalocarpa* Domin (Früchte groß und rund; Steinkern stark gewölbt, beidseitig abgerundet, scharfe Spitze)
4. subsp. *ovoideoglobosa* Domin (Früchte eiförmig, rund; Steinkern doppelt gekrümmt, scharfe Spitze)
5. subsp. *fechtneri* Domin (Früchte eiförmig, Steinkern groß, breit eiförmig)
6. subsp. *dasyphylla* Schur.
 - a, var. *kefaliana* (PACZ) (Steinkern mandelförmig, kurz zugespitzt)

Werneck (1961) orientiert sich an Domin's System und nimmt ebenfalls eine Einteilung anhand der Steinkerne vor. Er unterteilt *Prunus spinosa* L. zusätzlich in Wild- und Kulturschlehen, wobei letztere dieselben Ausprägungen bei größeren Steinkernen aufweisen. Bei ihm ergeben sich drei Varietäten:

1. var. *euspinosa* D. (Steinkern einfach und doppelt zugespitzt und beiderseits abgerundet)
2. var. *ovoideoglobosa* D. (Steinkern elliptisch, doppelt gekrümmt, hoch gewölbt)
3. var. *moravica* D. (Steinkern kreisrund, hoch gewölbt)

Bei Kühn (1988) finden sich mit Bezug auf die Arbeiten von Domin und Werneck unter Berücksichtigung der Fruchtgröße und Fruchtsielbehaarung fünf Unterarten (vgl. Scholz u. Scholz 1995):

1. subsp. *spinosa* (Frucht 8-10mm, Fruchtsiel unbehaart)
2. subsp. *moravica* Domin (Frucht 14-18mm, Fruchtsiel unbehaart, Frucht nicht herb schmeckend)
3. subsp. *megalocarpa* Schur. (Frucht 14-18mm, Fruchtsiel unbehaart, Frucht herb schmeckend)
4. subsp. *dasyphylla* Schur. (Frucht 8-10mm, Fruchtsiel kurz behaart)
5. subsp. *cerasina* Hrabetova-Uhrova (Frucht 14-18mm, Fruchtsiel behaart)

Scholz u. Scholz (1995) gliedern *Prunus spinosa* L. aufbauend auf Kühn's Einteilung ausschließlich anhand der Behaarung des Fruchtsiels in zwei Unterarten:

1. subsp. *spinosa* (Fruchtsiele und –becher kahl)
2. subsp. *dasyphylla* Schur. (Fruchtsiele und –becher behaart)

Zudem finden sich verschiedene Beschreibungen von Formen der subsp. *spinosa*.

Unter anderem unterscheidet Vollmann (1914) anhand von Blütenmerkmalen zwei Formen von *Prunus spinosa* L.: (vgl. Mang 1972)

1. f. *major* Pospichel (Kronblätter größer als oder gleich lang wie Staubblätter)
2. f. *coetanea* W. et GR. (Blüten und Blätter gleichzeitig erscheinend)

Verbreitung

Prunus spinosa L. lässt sich im Norden bis Mittelschweden, sowie im Süden bis Nordspanien und –portugal und weiter über den gesamten Mittelmeerraum nachweisen. Im Westen findet sie sich bis hin zu den Britischen Inseln, während ihr Ausbreitungsraum im Osten das Wolgagebiet sowie Nordkasachstan, und weite Teile des Kaukasus – hier bis 800m bzw.

1200m über NN in riesigen Flächen – bis hin zum Kaspischen Meer umfasst. In Mittelasien tritt sie dagegen nur in verwilderter Form auf (Zylka 1970). Weiterhin ist sie in Kleinasien (Türkei) sowie in Kurdistan – also in den nördlichen Teilen des Irak und Iran verbreitet. Kleinere „Verbreitungseinseln“ finden sich auch in Regionen Nordafrikas, zudem ist die Pflanze in Neuseeland und Nordamerika angesiedelt worden (Scholz u. Scholz 1995).

Verbreitung im Gebiet

Prunus spinosa L. kommt im Gebiet wildwüchsig vor und stellt ein relativ frühes Sukzessionsstadium zwischen Rasen-/Krautgesellschaften und Waldgesellschaften dar. Sie ist an „sonnige[n], sommertrockene[n] wie auch feuchte[n] Wuchsorten“ (Schütt 1992) zu finden und auf trockene bis leicht feuchte, nährstoff- und basenreiche (kalkige) Böden mit guter Durchlüftung angewiesen (vgl. Oberdorfer 1979, Weber 1999). Schlehengebüsche bilden vor allem Waldmäntel oder auch eigenständige Formationen außerhalb der Wälder. Zuweilen in lichtreichen Wäldern, häufig aber auf auf Insulationsflächen mit geringer Auflage zeigen sie Anzeichen von Nanismus und existieren als Krüppelschlehen (Raftopoulos 1993) oder bilden Abschlussgesellschaften an waldfreien Wuchsorten. Sie können jedoch auch als angepflanzte Hecken auftreten. Zudem findet sich *Prunus spinosa* L. besonders zahlreich an sonnigen Hängen. An geeigneten Wuchsorten wächst sie vor allem in den Ebenen bis ca. 1200m, in den Alpen bis 1600m, auf den Nordseeinseln kommt sie ursprünglich nicht vor (Scholz u. Scholz 1995).

Charakterisierung des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet liegt in Deutschland, Thüringen, Umland von Jena, im Bereich des Mittleren Saaletals, das von Dornburg im Norden, Kahla im Süden, sowie im Osten und im Westen durch Höhenzüge begrenzt wird.

Geologie

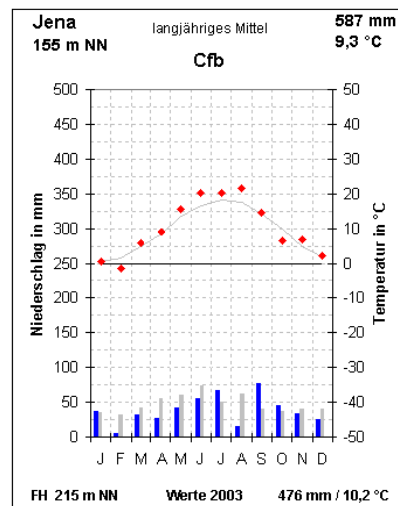
Das Untersuchungsgebiet bildet naturräumlich einen Teil des Thüringer Beckens und besteht insbesondere aus Buntsandstein und Muschelkalk. Im Verlauf des Mittleren Saaletals lässt sich ein Nord-Süd-Gefälle der Gesteinsschichten vom Unteren Muschelkalk hin zum Oberen Buntsandstein beobachten. Während in Dornburg die Steilhänge beinahe ausschließlich aus Muschelkalk bestehen, werden in Jena lediglich die oberen Abschnitte noch vom Unteren Muschelkalk bedeckt, wohingegen die unteren Hanglagen vorwiegend aus Oberem Buntsandstein gebildet werden. In südlicher Richtung (südlich von Göschwitz) ist der den Buntsandstein bedeckende Muschelkalk bereits vollkommen abgetragen – lediglich westlich der Saale kommt dieser noch vor, jedoch nur noch in den obersten Lagen. Diese zunehmende Dominanz des Buntsandsteines führt dazu, dass die scharf ausgeprägten Stufen und Steilformen zurücktreten (Seidel 2003). Eine Ausnahme bildet die Leuchtenburgkuppe bei Kahla, die aus einer von Reliefumkehr entstandenen Muschelkalkformation besteht (Wagenbreth u. Steiner 1982).

Boden

Die Schlehe ist auf nährstoffreiche, gut durchlüftete Böden angewiesen. Aus Abb. 2 ist ersichtlich, dass im Mittleren Saaletal hauptsächlich terrestrische Rendzina-, Braunerde-, Braunerde-Pelosol- sowie semiterrestrische Auenböden in der Tallage vorliegen. Vor allem die skelett- und humusreiche *Rendzina* zeigt einen hohen Tongehalt, liegt meist über Sulfat- oder Carbonatgestein und weist einen hohen pH-Wert, sowie einen hohen Ca-Sättigungsgrad auf (Schachtschabel et al. 1998). Aufgrund dieser Merkmale bietet der Rendzinaboden gute Lebensverhältnisse für Anneliden, die eine gute Durchlüftung des Bodens gewährleisten. *Braunerde* hingegen ist zwar ebenfalls humos, neigt jedoch abhängig vom Ausgangsgestein eher zur Versauerung und damit zu niedrigen pH-Werten. Vielerorts ist aber aufgrund des carbonathaltigen Untergrundes der Grad der Versauerung im Mittleren Saaletal gering. Dies gilt ebenso für *Braunerde-Pelosol*, also „flache Braunerde über Pelosol“ (AG Boden 1996), die aus tonreichem Gestein entstanden ist. Demgegenüber bestehen *Auenböden* aufgrund von Überschwemmungen aus humosen Material bzw. Materialmischungen oder „wenig verwitterten Lockergesteinen“ (AG Boden 1996).

Klima

Klimatisch gesehen gehört das Mittlere Saaletal in die gemäßigte Klimazone, weist jedoch sowohl relativ hohe Temperaturen als auch unternormale Niederschlagsmengen auf. Im Untersuchungsgebiet beeinflussten zusätzlich ungewöhnlich hohe Temperaturen und deutlich geringere Niederschläge die Untersuchungsergebnisse vermutlich nachhaltig. In Abb. 1 wird deutlich, dass das Jahr 2003 mit einer mittleren Temperatur von 10,2°C nicht nur ungefähr ein Grad über dem langjährigem Mittel zwischen 1961-1990, sondern auch die Niederschläge mit mehr als 100mm weniger, etwa 19% unter dem Mittel lagen.



Quelle: Entnommen aus Klimastation (<<http://wetter.mb.fh-jena.de/station./statistik/klima.html>> am 29.02.2004).

Abb. 1 Temperatur und Niederschlag 2003 im Vergleich zum langjährigen Mittel

Fig. 1 Temperature and precipitation 2003 in comparison with the longtime median

Bis zum April wichen die Temperaturwerte nur wenig vom langjährigen Mittel ab, die Niederschläge waren jedoch bereits in diesen Monaten deutlich zu gering. Die Monate Mai, Juni und Juli wiesen Temperaturen auf, die ungefähr ein bis zwei Grad, der August sogar 4,3°C über dem Durchschnitt lagen. Reziprok gleiches lässt sich für die Niederschläge feststellen, die sich eindeutig unter den Normalwerten befanden (vgl. Fachhochschule Jena, Hrsg., Klimastation, Klimatologische Messstation am 29.02.2004).

Diese Entwicklung zog Konsequenzen für die Blütezeit und die Fruchtreife nach sich. So wurde erstere deutlich verkürzt und die Schlehen brachten im Jahresgang meist nur vergleichsweise wenige Früchte her.

Wuchsorte

Prunus spinosa L. ist im gesamten Untersuchungsgebiet verbreitet, näher untersucht wurden sieben Wuchsorte (Abb. 2), die über das Mittlere Saaletal verteilt liegen. Aufgrund der natürlichen Grenze durch die Saale, werden die Wuchsorte in „westlich der Saale“ sowie „östlich der Saale“ gelegen eingeteilt (Tab. 1, Tab. 2).

Prunus spinosa L. bevorzugt im Untersuchungsgebiet aufgrund ihres hohen Lichtbedarfes hauptsächlich Wuchsorte an Wald- und Feld- oder Wiesenrändern, weniger dagegen Wälder, Ausnahmen betreffen lediglich Kiefernwald. Hinsichtlich der Exposition finden sich hauptsächlich Süd- oder Südwest-Ausrichtungen, dennoch kommen Ost-, West- oder Nordausrichtungen – letztere vor allem auf Hochplateaus wie in Cospeda oder auf Wiesen (Kahla), an denen ausreichend Licht vorhanden ist – vor. Die favorisierte Bodenform ist die gut durchlüftete Rendzina, aber auch auf Braunerde und Braunerde-Pelosol, die aufgrund des eher kalkhaltigen Ausgangsgesteins keinen allzu niedrigen pH-Wert haben, findet sich *Prunus spinosa* L. Die untersuchten Wuchsorte befinden sich in den Hanglagen des Mittleren Saaletals, im Bereich der Auenböden wurde nicht gesammelt.

Bei den untersuchten Wuchsorten handelt es sich nahezu gänzlich um anthropogen beeinflusste Wuchsorte, die entweder durch Rodung des Waldes für die Anlage von Feldern etc. oder aber – im Falle vom Hausberg – aufgrund der Anlage eines Weges entstanden sind. Dennoch sind natürliche Vorkommen vorhanden, z.B. im Bereich der natürlichen Grenze von Wald zu primären Trockenrasen im NSG unterhalb der Kunitzburg.

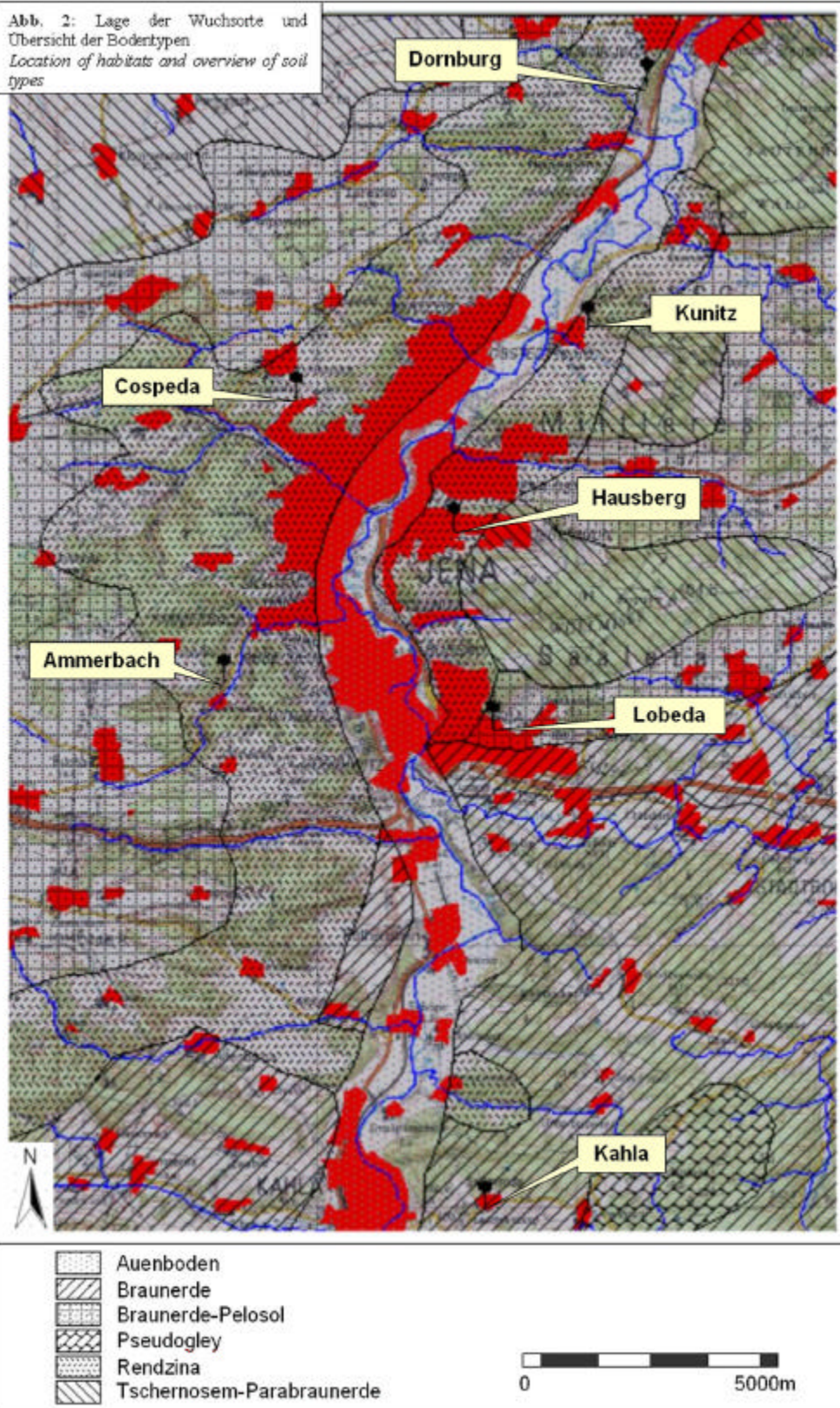
Tab. 1 Standorte westlich der Saale
Locations west of the river Saale

Eigenschaft	Standort									
	Dornburg		Cospeda			Ammerbach				
Population	38		8	21	24	28	29	30	31	32
Wuchsort	Feld-Wegrand		Feld-Wegrand	Hang	Feldrand	Wald-Feldrand				
Entnommene Zweige N	20		20	20	20	20	10	20	10	10
Entnommene Früchte N	8		42	70	47	29	40	76	12	4
Exposition	W		S	N	N	O				
Boden	Rendzina									
Höhe der Pflanzen	ca. 1,5m – 2,5m		bis 1m	bis 1,5m	bis 1,5m	bis 1m	bis 1m	ca. 2m	ca. 2m	ca. 1m

Tab. 2 Standorte östlich der Saale
Locations east of the river Saale

Eigenschaft	Standort						
	Kunitz			Hausberg	Lobeda	Kahla	
Population	13	19	20	45	6	4	44
Wuchsort	Wald-Feldrand			Kiefernwald-Wegrand	Hang-Wiesenrand	Wiesenrand	
Entnommene Zweige N	20	20	20	10	20	20	10
Exposition	SW			S	S	N	
Boden	Rendzina			Rendzina	Braunerde-Pelosol	Braunerde	
Entnommene Früchte N	0	5	20	41	38	44	30
Höhe der Pflanzen	ca. 1-2m	bis 1,5m	bis 1,5m	ca. 1m	0,5-2m	0,5-2m	1-2m

Abb. 2: Lage der Wuchsorte und Übersicht der Bodentypen.
 Location of habitats and overview of soil types



Material und Methoden

Untersuchung der Pollenfertilität

Um Unterschiede in der Pollenfertilität zwischen und innerhalb von Populationen zu erfassen, sowie eine eventuell vorhandene Dynamik in der Fertilität von Pollen bei *Prunus spinosa* aufzuzeigen, wurde der Pollenfertilitätstest nach Alexander (1969) angewendet. Diese Färbelösung enthält Fuchsinäure, die das Cytoplasma rot färbt, sowie Malachitgrün, das die Pollenwand grün erscheinen lässt. Für die Untersuchung wurden frische Antheren gesammelt, zusammen mit einigen Tropfen der Färbelösung auf einen Objektträger gebracht, mit Hilfe einer Rasierklinge zerkleinert, das Deckglas aufgelegt und anschließend kurz erwärmt. Betrachtet man nun das Präparat unter dem Mikroskop, so erscheinen die fertilen Pollen rötlich, sterile Pollen hingegen grün. Durch Auszählung wird der prozentuale Anteil fertiler Pollen bestimmt.

Zuckertest

Variabilität von Nektarzusammensetzung spielt für die Evolution in Populationen eine große Rolle, um genügend Bestäuber anzulocken. Um Unterschiede in der Nektarkonzentration zwischen und innerhalb von Populationen zu erfassen, sowie eine eventuell vorhandene Dynamik in der Nektarkonzentration bei *Prunus spinosa* aufzuzeigen, wurde der Nektar frischer Blüten, der neben Vitaminen, Enzymen, Aminosäuren etc. auch Zucker enthält, zuerst direkt im Feld auf Zuckerteststreifen gebracht. Nachdem dies jedoch zu keinem Ergebnis führte, da die vorhandene Menge zu gering war, wurden bei zwei Populationen pro Strauch fünf Blüten gesammelt, im Labor mit Hilfe einer Pipette der Nektar entnommen, verdünnt und

daraufhin auf den Teststreifen aufgetragen. Nach ca. zwei Minuten konnte das Resultat anhand der beigelegten Farbpalette verglichen und, nach Abzug des Verdünnungsfaktors, in mmol/l bzw. g/dl bzw. % abgelesen werden. Bei diesem Testverfahren handelt es sich um eine Glucoseoxidase-Peroxidase-Reaktion, die spezifisch auf Glucose abgestimmt ist.

Untersuchung zur morphologischen Variabilität

Epicuticularwachse

Ziel der Untersuchung der Epicuticularwachse war es, neue, bislang nicht beachtete Merkmale für eine infraspezifische Gliederung zu erschließen. Die Analyse der Oberflächenwachse erfolgte am Rasterelektronenmikroskop (REM) LEO 1450 VP. Dafür wurden die Blätter zunächst herbarisiert und anschließend um den Mittelnerv ein 10x10mm großes Stück herausgeschnitten. Dieses wurde mit Hilfe doppelseitigen Klebbandes auf kleine metallische Träger aufgebracht. Die Blatt-ausschnitte wurden in der Hochvakuumanlage - Sputter Coater BAL-TEC SCD 005 - mit einem 20-50nm dicken Goldfilm überzogen. Von *Prunus spinosa* L. wurden exemplarisch jeweils Ansichten in unterschiedlichen Vergrößerungen der Blattober- bzw. -unterseite dokumentiert.

Vegetative Merkmale

Für die Untersuchungen der vegetativen Pflanzenteile wurden Mitte April bis Anfang Mai von annähernd 270 Pflanzen aus 16 Populationen Zweige von ca. 20cm Länge entnommen und herbarisiert. Anhand dieser Proben konnten später die Messwerte der verschiedenen Pflanzenteile ermittelt werden.

Tab. 3 Übersicht über die untersuchten Merkmale
Distinctive markings assessed in this study

Blütenmerkmale	Blattmerkmale	Zweigmerkmale	Fruchtmerkmale	Steinkernmerkmale
Kronblattlänge	Blattlänge	Länge der Dornen	Länge Fruchstiel	Steinkernlänge
Kronblattbreite	Blattbreite	Häufigkeit	Länge Frucht	Steinkernbreite
Staubblattzahl	Blattstiellänge	Form der Spitze	Breite Frucht	Steinkerntiefe
Staubblattlänge	Blattform		Behaarung Fruchstiel	Oberflächenbeschaffenheit
Staubblattbreite ¹	Zahnung			
	Behaarung			
Indices:²	Indices:		Indices:	Indices:
Kronblattindex	Blattindex		Breiten-Längen-Index der Frucht	Breiten-Längen-Index des Steinkernes
Staubblatt-Kronblatt-Index			Dicken-Breiten-Index der Frucht	Dicken-Breiten-Index des Steinkernes
			Dicken-Längen-Index der Frucht (Weiserzahl)	Dicken-Längen-Index des Steinkernes (Weiserzahl)

¹Da die Messskala nur die Werte 0,5mm und 1mm zuließ, konnte die Staubblattbreite nur diese zwei Werte annehmen und stellte sich damit im Verlaufe der Untersuchungen als ungeeignetes Merkmal für die Analyse der Variabilität heraus. Daher wird sie bei der letztendlichen Untersuchung außer Betracht gelassen. Gleiches gilt für den Staubblattindex. Die Werte finden sich jedoch in den Merkmalstabellen im Anhang.

²Für die Ermittlung der verschiedenen Indices werden folgende Berechnungen angewandt: **Kronblattindex** (Kronblattbreite/Kronblattlänge*100); **Staubblatt-Kronblatt-Index** (Staubblattlänge/Kronblattlänge*100); **Blattindex** (Blattbreite/Blattlänge*100); **Breiten-Längen-Index der Frucht** (Fruchtbreite/Fruchtlänge*100); **Dicken-Breiten-Index der Frucht** (Fruchtdicke/Fruchtbreite*100); **Dicken-Längen-Index der Frucht** (Fruchtdicke/Fruchtlänge*100). Dieser Index wird bei Werneck zur Charakterisierung der verschiedenen Formen u.a. bei Schlehen verwendet und als Weiserzahl (WZ) bezeichnet. **Breiten-Längen-Index des Steinkernes** (Steinkernbreite/Steinkernlänge*100); **Dicken-Breiten-Index des Steinkernes** (Steinkerndicke/Steinkernbreite*100); **Dicken-Längen-Index des Steinkernes (WZ)** (Steinkerndicke/Steinkernlänge*100), vgl. dazu die Weiserzahl der Frucht.

Dafür wurden die Blüten zuerst in Wasser aufgekocht, in welches ein Tropfen Spülmittel gegeben wurde. Anschließend erfolgte die Untersuchung mit Hilfe eines auf 1mm unterteilten Lineals unter dem Binokular.

Auch bei der Analyse der Blattmerkmale fand diese Verfahrensweise Anwendung, jedoch wurden die metrischen Daten und die Beschreibung der Blattform – im Gegensatz zur Untersuchung der Behaarung der Ober- und der Unterseite sowie der Zahnung – nicht mit Hilfe des Binokulars vorgenommen.

Die zwischen Mitte und Ende August gesammelten 506 Früchte (von 133 Pflanzen) aus 15 Populationen an den sieben Wuchsorten wurden mit einer auf 1mm genau ablesbaren Schublehre sofort vermessen, anschließend die Steinkerne vom Fruchtfleisch getrennt, deren Oberflächenstrukturen dokumentiert und daraufhin auch diese in gleicher Weise vermessen (zu den Messrichtungen s. Abb. 3.)

Die Ermittlung der meisten Dornenmerkmale erfolgte Ende September/Anfang Oktober im freien Feld und zwar in der Weise, dass die Dornen eines Langtriebes (ca. 50cm) auf ihre Häufigkeit und Spitzenausprägung hin untersucht wurden. Lediglich die Länge der Dornen wurde zum Teil ex situ vermessen. Diese Untersuchungen zur morphologischen Variabilität vegetativer Merkmale wurde an zwei Blättern, drei Blüten und Dornen, sowie – wenn vorhanden – bis zu fünf Früchten und Steinkernen pro Pflanze durchgeführt (Tab. 3).

Variabilität der quantitativ ermittelten Merkmale

Um die Variabilität der Mittelwerte der einzelnen Populationen und Wuchsorte besser vergleichen zu können, wurden diese in Verbindung mit ihrem relativen Variationskoeffizient (= Standardabweichung/arithmetisches Mittel* 100) betrachtet. In der Literatur wird hinsichtlich des Variationskoeffizienten für einen Wert unter 10% eine geringe Variabilität angegeben, 10-20% stellen die typische (normale) Variation dar und bei Werten von über 25% findet sich eine starke Streuung des Merkmales (Rasch 1988).

Variabilität der qualitativ ermittelten Merkmale

Für diese Untersuchung wurde die relative Häufigkeit der Merkmale allgemein, in Bezug auf die Wuchsorte und Einzelpopulationen sowie die Variabilitätsunterschiede an den Wuchsorten betrachtet. Die Oberflächenstruktur der Steinkerne sollte vor allem auf die Ausprägung derjenigen Merkmale konzentriert werden, die Werneck als typisch für die Steinkerne der Schlehen beschreibt: das Vorkommen von Fischgräten an der Rückennaht, die pockennarbigte Oberflächenstruktur, die Ausprägung von Nadelstichtrichtern auf dem Bauchwulst sowie die Gestaltung der Spitze (Werneck 1958). Zusätzlich wurde die Form des Bauchwulstes dokumentiert.

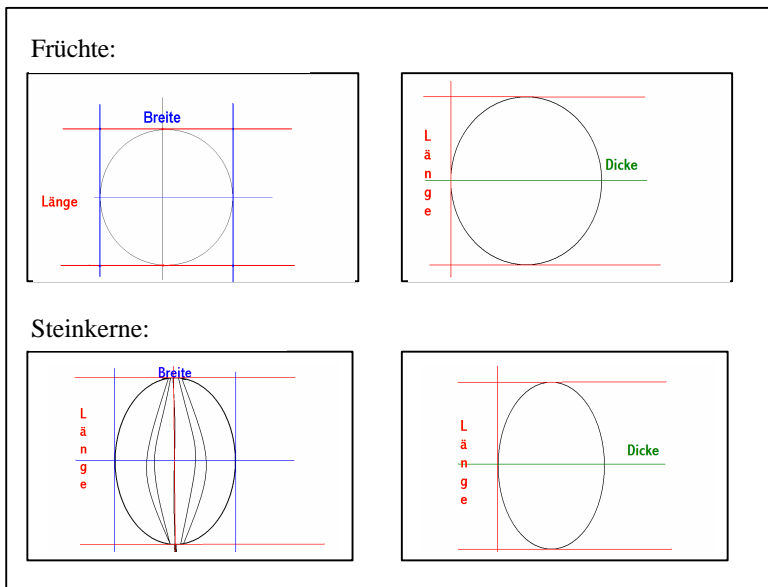


Abb. 3 Schematische Darstellung der Messrichtungen der Früchte und Steinkerne
Fig. 3 Diagram of directions for the measurement of drupes and kernels

Variabilität der qualitativen und quantitativen Merkmale an Einzelpflanzen

Für diese Untersuchung wurden pro Population die Blüten-, Blatt- und Dornenmerkmale an fünf, die Frucht- und Steinkernmerkmale an zehn Einzelpflanzen auf ihre Variabilität hin untersucht.

Bei der Analyse der Blüten wurden fünf Blüten pro Pflanze vermessen sowie ihr Kronblatt- und Staubblatt-Kronblatt-Index untersucht. Zwei Blätter wurden den Einzelpflanzen entnommen, um Blattlänge, Blattbreite sowie die Länge des Blattstiels

zu ermitteln und den Blattindex zu berechnen. Bei den Früchten und Steinkernen wurden jeweils fünf Früchte analysiert und sämtliche Messwerte sowie Indices ermittelt. Die Erfassung der Länge der Dornen erfolgte an drei Zweigen pro Strauch, jeweils einem aus der unteren, aus der mittleren sowie aus der oberen Region der „Dornenwachstumszone“. Für alle untersuchten Merkmale wurde für jede Pflanze der Variationskoeffizient ermittelt und verglichen.

An denselben Pflanzen erfolgte auch die Untersuchung sämtlicher qualitativer Merkmale.

Ergebnisse und Diskussion

Fertilität der Pollen

Die Untersuchung der Pollenfertilität ergab für *Prunus spinosa* L., dass alle betrachteten Pollen vollkommen fertil waren. Ein Ansteigen der Pollenfertilität im Laufe des Jahresgangs in Abhängigkeit von Klimabedingungen war nicht beobachtbar.

Glucosegehalt des Nektars

Die Untersuchung des Zuckergehaltes der Blüten führte zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen. So kamen an den beiden Wuchsorten Cospeda und Kunitz – an den übrigen konnte kein Test mehr durchgeführt werden, da die Fruchtknoten bereits zu groß waren – ausschließlich Pflanzen vor, die entweder nur Blüten mit 20%igem oder 2,5%igem Zuckergehalt aufwiesen – und zwar bei beiden Populationen im Verhältnis 3:2.

Dieses Ergebnis kann dahingehend interpretiert werden, dass die Blüten mit geringem Zuckergehalt zum Zeitpunkt der Untersuchung bereits befruchtet und damit nicht mehr auf Entomogamie angewiesen waren, weswegen sie vermutlich ihre Nektarproduktion einstellten. Wohingegen diejenigen, die den höheren Gehalt im Nektar hatten, noch nicht bestäubt worden waren. Demnach wären Ende April/Anfang Mai über 40% der Samenanlagen an diesen beiden Wuchsorten befruchtet gewesen, die Samenanlagen an den anderen Wuchsorten hingegen waren schon zum größten Teil befruchtet, da sich kein Nektar mehr fand.

Epicuticularwachse der Blätter

Bei *Prunus spinosa* L. konnten die Oberflächenwachse als dünne Schichten mit Kutikularfaltung identifiziert werden, die als Filme bezeichnet werden. Diese sind nur wenige nm dick, wahrscheinlich lediglich aus sehr wenigen Molekülschichten aufgebaut und zeigen keine Fissuren (Abb. 4 und 5) (vgl. Barthlott et al. 1998). Der Befund liefert keine neuen Hinweise für eine infraspezifische Gliederung von *Prunus spinosa*.

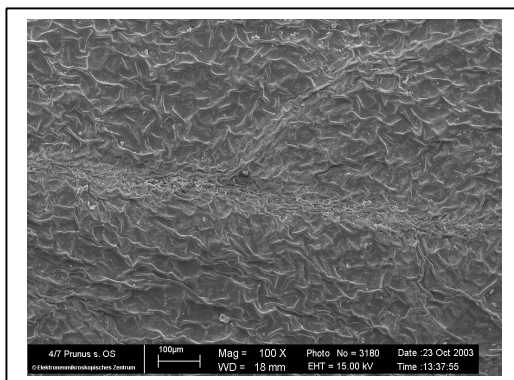


Abb. 4 Strukturen der Blattoberseite (100x)
Fig. 4 Epicuticular structures of the upside leaf surface

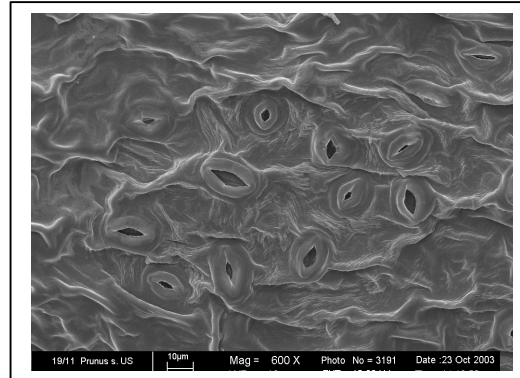


Abb. 5 Strukturen der Blattunterseite mit Stomata (600x)
Fig. 5 Epicuticular structures of the lower leaf surface

Die Variabilität von *Prunus spinosa* L. im Mittleren Saaletal

Um die Variabilität der Schlehen im Mittleren Saaletal zu erfassen, wurden die Pflanzenteile – Blüten, Blätter, Dornen sowie Früchte inklusive Steinkerne – sowohl in ihren quantitativen Merkmalen, das heißt ihren Messwerten und Indices, als auch ihrer qualitativen Ausprägung, also Besonderheiten in der Form, Oberflächenbeschaffenheit etc. untersucht. Dabei sollte festgestellt werden, ob überhaupt Variabilität zu verzeichnen ist, und wie diese sich gegebenenfalls ausprägt. Zudem wird untersucht, ob sich wuchsortbedingte Variabilität findet, und ob sich Besonderheiten finden; diese Untersuchungen sind bei den folgenden Ergebnissen mit (a.) gekennzeichnet. Bei der daran anschließenden Betrachtung der Einzelpopulationen wird auf eventuelle Variabilitätsunterschiede eingegangen und auf Auffälligkeiten hingewiesen (b.). Des Weiteren findet ein Vergleich dieser Einzelpopulationen am jeweiligen Wuchsort statt, dabei entfallen die Wuchsorte, die lediglich eine Population aufweisen (Dornburg, Hausberg, Lobeda) (c.).

Dadurch sollen gleichartige Tendenzen in den verschiedenen Populationen aufgezeigt und mögliche Variabilitätsunterschiede, also auffallende Divergenzen hinsichtlich des Ausmaßes der Variabilität der Populationen eines Wuchsortes hervorgehoben werden.

Bei diesen Untersuchungen erwarten wir sowohl die deutlichste Variabilität als auch die offensichtlichsten Variabilitätsunterschiede bei den „großen Wuchsorten“, das heißt also an denjenigen, an denen mehr als eine Population auftreten, wie Ammerbach (fünf), Cospeda (drei), Kunitz (drei) und zuletzt Kahla (zwei). Die geringsten Divergenzen sollten bei den Einzelpopulationen sowie den Indices auftreten, da diese als Verhältnisse weniger durch wuchsortbedingte Einflüsse überprägt werden sollten.

Überblick über die Größenverhältnisse der Merkmale

Bevor speziell eine Betrachtung der Variabilität erfolgt, wird kurz auf die unterschiedlichen Merkmalsausprägungen im Saaletal generell, sowie an den Wuchsorten und innerhalb der Populationen eingegangen. Zudem soll die eventuelle Abhängigkeit der Größenausprägung von der Exposition der Pflanzen und damit verbunden die Einflussgröße Licht betrachtet werden.

Größenunterschiede der Blütenmaße

Prunus spinosa L. weist im Untersuchungsgebiet Blüten mit durchschnittlich 5,7mm langen und 3,3mm breiten Petalen auf, die mittlere Staubblattlänge liegt bei 5,4mm.

Hinsichtlich der Wuchsorte ergeben sich besonders für Kunitz auffallend große Kronblätter (6,0mm Länge; 3,7mm Breite), sehr lange schmale finden sich in Ammerbach (6,1mm; 3,2 mm). Die Blüten in Kahla haben demgegenüber sehr kurze (4,8mm) und in Lobeda ausgesprochen schmale (2,9mm) Petalen. Für die Staubblätter lassen sich korreliert zu diesen Ergebnissen markant lange Formen in Kunitz und Ammerbach (5,6mm; 5,5mm) und vergleichsweise sehr kurze in Lobeda nachweisen (5mm). Im Gegensatz dazu finden sich bei der Einzelbetrachtung der Populationen in Ammerbach sowohl die längsten (Pop. 31, 32) als auch die kürzesten (Pop. 29) Kron- und Staubblätter, die schmalsten Petalen hingegen zeigen sich bei Population 24 in Cospeda mit 2,2mm und die breitesten bei Population 19 in Kunitz.

Unter Einbeziehung der *Exposition* ergeben sich allein auf die Variationskoeffizienten der Wuchsorte bezogen zwar für die unterschiedliche Ausrichtung der jeweiligen Blüten auch unterschiedliche dominierende Merkmalsausprägungen, jedoch bestätigt sich diese Beobachtung bei den Populationen nicht, da sich (s.o.) an einem Wuchsort sowohl die längsten als auch die kürzesten Kron- und Staubblätter finden.

Bei den Indices ergeben sich generell für das Verhältnis Staubblattlänge/Kronblattlänge im Mittel unerheblich längere Petalen als Stamina (98,7%), die Kronblätter sind in etwa halb so breit wie lang (57,5%). Ähnliche Werte finden sich auch bei der Betrachtung der beiden Indices an den diversen Wuchsorten. Demnach lassen sich für den Staubblatt-Kronblatt-Index zwischen 94,3% (Ammerbach) und 98,2% (Kunitz), sowie zwischen 102,6% (Lobeda) und 113,6% (Hausberg) unterscheiden, d.h. es finden sich in Lobeda, am Hausberg und in Kahla im Durchschnitt deutlich längere Staub- als Kronblätter, an den übrigen Wuchsorten ist das Verhältnis umgekehrt. Bei der Betrachtung der einzelnen Populationen ist dieser Index im Vergleich zu den Wuchsorten zwar ähnlich, aber zu 56% kommen im Durchschnitt längere Staubblätter vor.

Bezogen auf den Kronblattindex kommen Wuchsorte mit Petalen vor, die ca. halb so breit wie lang sind – beispielsweise in Cospeda (52,8%) – daneben aber solche, die ein Verhältnis von beinahe zwei Dritteln aufweisen, sie sind also erheblich länger als breit (Kahla: 64,6%). Zudem zeigen sich bei der Betrachtung der Populationen vereinzelt sehr lange schmale Kronblätter (Pop.24), die meisten jedoch liegen vergleichsweise deutlich innerhalb der beiden dominierenden Formen (Cospeda und Kahla).

Die Exposition der Wuchsorte und Populationen hat keinen Einfluss auf die Ausprägung der Indices, da deren Werte bei keiner Ausrichtung zu ausschließlich einer Form neigen, sondern sich stets mehrere Ausprägungen finden.

Größenunterschiede der Blattmaße

Für die Analyse der Blattwerte ergeben sich im Mittel für die Länge der Blattspreite 30,7mm, für die Blattbreite liegen diese bei 13,5mm und die Blattstiellänge beträgt 5,4mm.

Bei den Wuchsorten weisen lediglich die Blätter in Kunitz (33mm lang, 14,9mm breit) und in Dornburg (33,8mm lang und 14,7mm breit) sehr große Blattspreiten auf und auch ihr Blattstiel ist mit 6,3mm auffallend lang. Demgegenüber finden sich am Hausberg und in Lobeda mit 24,3mm und 24,2mm

überaus kurze Blätter, besonders schmal sind diejenigen in Ammerbach und Lobeda (12,4mm und 12,8mm). Auffallend kurze Blattstiele kommen am Hausberg vor, die restlichen Wuchsorte liegen von ihren Messwerten her dazwischen. Für die Populationen ergeben sich besonders große Blattspreiten bei Nummer 20 (36,1mm lang; 16mm breit) auffallend kleine hingegen bei Nummer 19 mit 23,8mm in der Länge und 8,8mm in der Breite. Bei Population 20 zeigt sich die höchste Blattstiellänge (7,2mm), die geringste findet sich bei Population 32 mit 3,8mm.

Laubblätter, die zur Sonnenseite hin exponiert sind, sollten eher kleinere Blattspreiten aufweisen als andere. Hierbei muss allerdings auch die Beschaffenheit des jeweiligen Wuchsortes miteinbezogen werden. Die Pflanzen vom Hausberg beispielsweise sind deutlich südexponiert, liegen aber im Kiefernwald, weswegen sie trotzdem eher schattiger stehen als diejenigen am Wuchsort Cospeda oder Kunitz. An letztgenanntem Wuchsort finden sich jedoch sowohl Populationen mit großen als auch kleinen Blattspreiten, weshalb eine eindeutige Abhängigkeit der Größe von der Sonneneinstrahlung nicht zwingend postuliert werden kann.

Bei der Untersuchung des Blattindex fällt auf, dass die Blattspreiten im Allgemeinen mehr als doppelt so lang wie breit sind (44%). Diese Aussage lässt sich mit zwei Ausnahmen – Hausberg (57,1%) und Lobeda (53,6%) – für alle Wuchsorte bestätigen.

Auch bei den meisten Populationen finden sich vorwiegend Blätter, die weniger als doppelt so lang wie breit sind, aber auch einige, deren Breite annähernd nur ein Drittel der Länge ausmacht (Pop. 32, 8, 44 mit Werten um 36%). Nachdem an den bereits angeführten Wuchsorten Hausberg und Lobeda zudem jeweils nur eine Population auftritt, weisen diese im Vergleich mit obiger Analyse einen Index von mehr als 50% auf, sind also deutlich breiter als die übrigen.

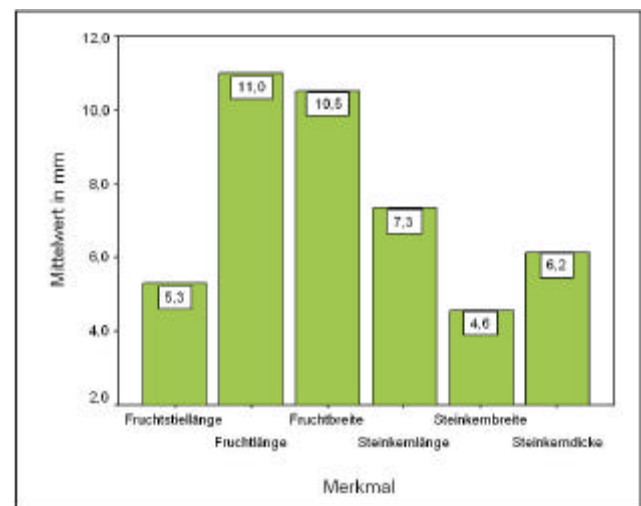


Abb. 6 Mittelwerte der Frucht- und Steinkernmerkmale
Fig. 6 Arithmetic mean of drupe and kernel characters

Demnach wäre es möglich, dass ein auffallend großer Blattindex, also breitere Blattspreiten, mit südlicher Exposition zusammenhängt. Zwar liegt bei Population 8 (Cospeda) ein eher kleiner Blattindex vor, es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass diese Ausprägungsform von anderen, entweder genetischen oder wuchsortbedingten Faktoren beeinflusst wird.

Größenunterschiede der Frucht- und Steinkernmaße

Die allgemeinen Werte der Frucht- und Steinkernmerkmale sind in Abb. 6 dargestellt.

Für die Ausprägung an den unterschiedlichen Wuchsorten lässt sich feststellen, dass die Pflanzen des Hausbergs die größten Früchte tragen und zwar mit 13,2mm in der Länge und 12,2mm in der Breite; die kleinsten hingegen finden sich in Lobeda mit Durchschnittswerten von 8,9mm Länge und 8,8mm Breite. Hinsichtlich der Steinkerne liegen die größten Werte in Kunitz vor, die 8,6mm Länge, 5,1mm Breite sowie 7,3mm Dicke messen. Die kleinsten finden sich wiederum in Lobeda (6,4mm, 4,3mm, 5,7mm). Bei den Populationen lassen sich neben dem Hausberg (Population 45), vor allem bei Population 20 sehr große Früchte und Steinkerne nachweisen, bei Population 32 dagegen ebenso wie in Lobeda (Population 6) auffallend kleine Früchte und Steinkerne. Demnach stellen selbst bei der Betrachtung aller Populationen die Früchte und Steinkerne vom Hausberg und Lobeda die maximale sowie minimale Ausprägungsform dar.

Nachdem sowohl die Pflanzen des Hausbergs als auch diejenigen in Lobeda Süd-Exposition aufweisen, sich hier aber sowohl die größten als auch die kleinsten Früchte finden, kann nicht davon ausgegangen werden, dass dieses Merkmal ausschließlich von der Ausrichtung der Pflanzen bestimmt wird.

Die Indices der Früchte zeigen im Mittel Werte von 95,8% in Bezug auf den Dicken-Längen- und auch den Breiten-Längen-Index der Frucht. Der Dicken-Breiten-Index liegt durchgängig bei 100%, da alle Früchte eine kreisrunde Form haben.

Für die Indices ergeben sich an den Wuchsorten ähnliche Werte; so liegen durchgehend Früchte vor, die annähernd die gleiche Breite und Länge bzw. Dicke und Länge (95-100%) aufweisen (vor allem in Cospeda, Dornburg, Kunitz und Lobeda). Am Hausberg (92,7%) und in Ammerbach (93,3%) sind diese lediglich geringfügig länger als breit und in Kahla (101,2%) im Mittel unwesentlich breiter als lang. Entsprechend verhält es sich zumeist für die Populationen, wobei hier jedoch insofern leichte Modifikationen auftreten, als dass sich für einige Populationen eine geringere Breite bzw. Dicke im Verhältnis zur Länge feststellen lässt. In diesen Bereich (87-92%) fallen die Populationen 8, 19, 24 und 32. Unwesentlich dickere als längere Früchte finden sich zudem bei Nummer 21, deren Index bei 103,4% liegt.

Auch dieses Merkmal scheint von der Exposition der Pflanzen unabhängig, da sich in keinem Fall eine Tendenz hin zu einer einzigen Form nachweisen lässt. Schließlich korrelieren vergleichsweise dickere Früchte im Verhältnis zur Länge zwar häufig mit Nordausrichtung, jedoch nicht ausschließlich (Pop. 24). Ebenso lässt sich bei den deutlich längeren Früchten keine Beziehung zu einer bestimmten Expositionsrichtung nachweisen.

Die Indices der Steinkerne betragen bezüglich des Dicken-Längen-Indexes im Mittel 84,6%, 63,2% im Breiten-Längen-Index sowie 135,4% im Dicken-Breiten-Index.

Für die Proportion der Dicke zur Länge (Weiserzahl bei Werneck) lässt sich auch für die Wuchsorte feststellen, dass diese meist mehr als vier Fünftel (80-90%) beträgt, die Steinkerne am Hausberg sind hingegen deutlich schmäler (71%), diejenigen in Kahla dicker (92,4%). Eindeutigere Variationen jedoch zeigen die Populationen, bei denen zusätzlich zur Population des Hausbergs die Früchte der Nummern 24, 29 sowie 32 sehr schmale Steinkerne aufweisen, ihr Index liegt also zwischen 70% und 75%. Daneben zeigen sich in den Populationen 4, 21 und 44 vergleichsweise dicke Steinkerne (> 90%).

Der Breiten-Längen-Index der Steinkerne liegt bei den Wuchsorten vorwiegend bei etwa 63%, die Steinkerne sind demnach deutlich länger als breit. Ausnahmen stellen diejenigen am Hausberg mit vergleichsweise sehr schmalen (48%) sowie diejenigen in Kahla mit relativ breiten Steinkernen (70%) dar. Die Populationen zeigen deutlich mehr Diversität, auch wenn der Großteil dem Verhältnis von zwei Dritteln annähernd entspricht. Jedoch kommen zudem Populationen vor, die wie die Population 45 des Hausbergs schmalere Steinkerne mit Indices von 48-58% aufweisen (Population 24, 28, 29, 32), breitere (>70%) hingegen liegen lediglich in zwei Fällen vor, und zwar bei Population 4 (Kahla) sowie Population 30 (Ammerbach).

Der Dicken-Breiten-Index der Steinkerne beträgt an den Wuchsorten mit Ausnahme des Hausbergs, dessen Steinkerne etwa 1,5mal dicker als breit sind, zwischen 130% und 140%. Auffallend ähnlich sind in dieser Proportion zudem die Steinkerne in den Populationen gestaltet. Nur wenige zeigen parallel zu denjenigen am Hausberg vergleichsweise dicke Steinkerne im Verhältnis zur Breite (Population 20, 28), einige hingegen proportional relativ schmale (Population 4, 30, 32) mit Indices von 120-130%. Insgesamt sind alle Steinkerne in ihrer Ausformung jedoch deutlich dicker als breit.

Ebenso wie bei den Indices der Früchte lassen sich auch bei denen der Steinkerne keine eindeutigen Zusammenhänge zwischen der Exposition und der Ausprägung feststellen, da keine Dominanz einer Form bei einer Ausrichtung nachweisbar ist.

Größenunterschiede der Dornenlänge

Die Dornenlänge von *Prunus spinosa* liegt im Untersuchungsgebiet im Mittel bei ca. 26mm, die kürzesten liegen bei 0,9mm, die längsten bei etwa 60mm.

Auch die Wuchsorte weisen sehr ähnliche Durchschnittswerte auf. In Dornburg finden sich mit 30mm die größten Werte, die kleinsten am Hausberg mit 22mm. Auch bei den Populationen zeigen sich zum Teil relativ kurze Dornen (Population 19 mit 19,3mm und Population 21 mit 21mm), partiell jedoch vergleichsweise lange Dornen wie bei Population 31 mit 30,8mm oder Population 32 mit 28,5mm.

Eine Abhängigkeit von der Exposition der Pflanzen lässt sich nicht nachweisen, die Bedornung stellt ein relativ konstantes Merkmal dar. Vermutlich hängt sie eher mit der Größe bzw. dem Alter der Pflanzen zusammen. So sind die Sträucher des Hausbergs relativ klein, die von Dornburg hingegen eher groß. Die Größenvermutung bestätigt sich jedoch nicht, sobald die einzelnen Populationen Beachtung finden, da beispielsweise auch Population 32 vergleichsweise kleine Sträucher aufweist.

Zusammenfassung

Bei der Betrachtung der Blüten-, der Blätter-, der Frucht- und Steinkernmerkmale, lassen sich teilweise deutliche Parallelen aufzeigen, jedoch ebenso auffällige Diskontinuitäten.

So fallen hinsichtlich der Blatt- und Fruchtmerkmale an den Wuchsorten in Lobeda und auch in Kunitz insofern besondere Ähnlichkeiten auf, als dass sie in den untersuchten Werten entweder sehr kleine Früchte gekoppelt mit sehr kleinen Blättern oder aber sehr große Früchte in Zusammenhang mit sehr großen Blättern aufweisen. Entsprechendes gilt für die Betrachtung der Populationen: Bei Nummer 20 finden sich im Durchschnitt sehr große Blätter und ebenso sehr große Früchte, bei Population 6 (Wuchsort Lobeda) hingegen auffallend kleine

Blätter und Früchte. Demnach könnten diese Merkmale miteinander korrelieren, jedoch lassen sich bei den Populationen 29 und 32 im Unterschied dazu relativ große Früchte nachweisen, ihre Blattgröße nimmt aber deutlich niedrige Werte an.

Ebenso verhält es sich bei Korrelationen der Blatt- und Blütenmerkmale. Auch hier lassen sich für Kunitz in beiden Ausprägungen auffallend große Werte nachweisen, Wuchsorte mit ausschließlich sehr kleinen Blättern und Blüten finden sich nicht. Und auch die Pflanzen der Populationen 29 und 32 scheinen in diesen Merkmalen gekoppelt. Jedoch weist ein Großteil der Populationen keinerlei Korrelationen dieser Ausprägungen auf.

Das Merkmal der Bedornung scheint von den Größenunterschieden der anderen Pflanzenteile gänzlich unabhängig zu sein.

Abhängigkeit der Größenunterschiede von der Exposition

Wie bereits an den jeweiligen Merkmalen erörtert, lässt sich für keines dieser Charakteristika eine eindeutige Abhängigkeit von der jeweiligen Ausrichtung erkennen. Zwar zeigen die Pflanzen einiger Wuchsorte und auch Populationen mit entsprechender Exposition auch ähnliche Tendenzen hinsichtlich ihrer Größe, es gibt aber stets Gegenbeispiele. Da jedoch noch andere Wuchsort- sowie genetische Faktoren auf die jeweiligen Merkmale einwirken, kann zwar für diese Betrachtung eine Beeinflussung durch die Exposition nicht bestätigt, allerdings auch nicht vollkommen ausgeschlossen werden.

Verteilung der Indices

Nachdem Indices die Proportionen der Merkmale erfassen, sollten sich objektiv mit Hilfe von Verteilungen quantitativ unterschiedliche Formen beurteilen lassen.

Aus dem Verteilungsdiagramm der Weiserzahl der Frucht und des Steinkerns können für das Untersuchungsmaterial nach den Angaben von Behre (1983), der für die „gesicherte Trennung von Formenkreisen [...] mehrgipflige Verteilungskurven von Maßen und Indices“ angibt, somit anhand der Indices zwei verschiedene Formenkreise der Früchte und Steinkerne festgestellt werden (Abb. 7). Jedoch lässt sich dies für die einfachen Maße mit eingipfliger Verteilungskurve nicht bestätigen.

Bei der Untersuchung der Verteilung des Kronblattindex ergeben sich ebenfalls zwei Gipfel - und zwar bei ca. 50% und bei ca. 65%, damit lassen sich also für die Kronblätter zwei Hauptformen konstatieren. Die einen sind in etwa halb so breit wie lang, die anderen deutlich schmaler. Dieses Ergebnis unterstreicht auch die obige Betrachtung der Wuchsorte und Populationen. Das Verhältnis der Staubblattlänge zur Kronblattlänge zeigt zwar keine deutliche Abgrenzung einander völlig verschiedener Formen, jedoch liegt augenscheinlich eine dominierende Gruppe der untersuchten Indices im Bereich von 75-100% und eine von 100-125%, wobei letztere geringfügig überwiegt (Abb. 8 unten).

Bei der Betrachtung der Verteilung des Blattindex hingegen fällt auf, dass es sich dabei um eine eingipflige Verteilungskurve handelt, bei der sich die meisten Werte des Blattindex in einem Bereich zwischen 40% und 50% befinden. Demnach lässt sich an dieser Stelle anhand des Indexes lediglich eine Formenausprägung hinsichtlich der Proportionen der Blattspreite feststellen (Abb. 9).

Untersuchung der Variabilität der Blüten

Prunus spinosa L. hat auffallende, weiße Blüten, die zudem meist vor den Blättern erscheinen und damit noch deutlicher hervorstechen.

Bei den Blüten wurden ausschließlich metrische Merkmale aufgezeichnet: Kronblattlänge und -breite, Staubblattzahl, sowie deren Länge. Zudem wurden Indices: Verhältnisse der Kronblattbreite zur Kronblattlänge sowie der Staubblattlänge zur Kronblattlänge, berechnet. In der verwendeten Literatur sind die Breite der Petalen sowie die Indices (mit Ausnahme des Staubblatt-Kronblatt-Index) außer Betracht gelassen worden. Von den hier analysierten Maßen finden sich lediglich die Länge der Petalen und die Länge der Stamina wieder.

Die Angaben zu Längen der Schlehenpetalen bewegen sich bei einigen Autoren zwischen 5 und 8mm (Clapham et al. 1962; Tutin 1978), bei Scholz u. Scholz (1995) hingegen zwischen 5 und 7mm und bei Bäßler (1999) um ca. 6mm. Die Zahl der Staubblätter sowie deren Länge geben Scholz u. Scholz (1995) mit 20 Stück und 5-7mm an, dagegen werden sie in der Literatur ansonsten ignoriert. Überprüft man diese Angaben anhand des hier vorliegenden Untersuchungsmaterials, so ergibt sich folgendes Bild (Abb. 10):

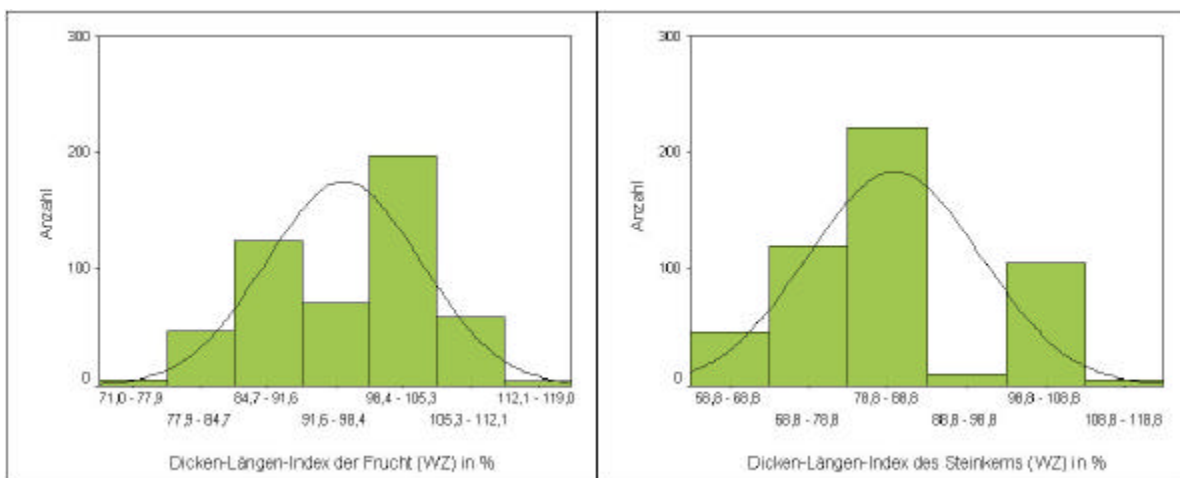


Abb. 7 Verteilung der Weiserzahl der Frucht und der Steinkerne
Fig. 7 Distribution of the Weiserzahl of drupes and kernels

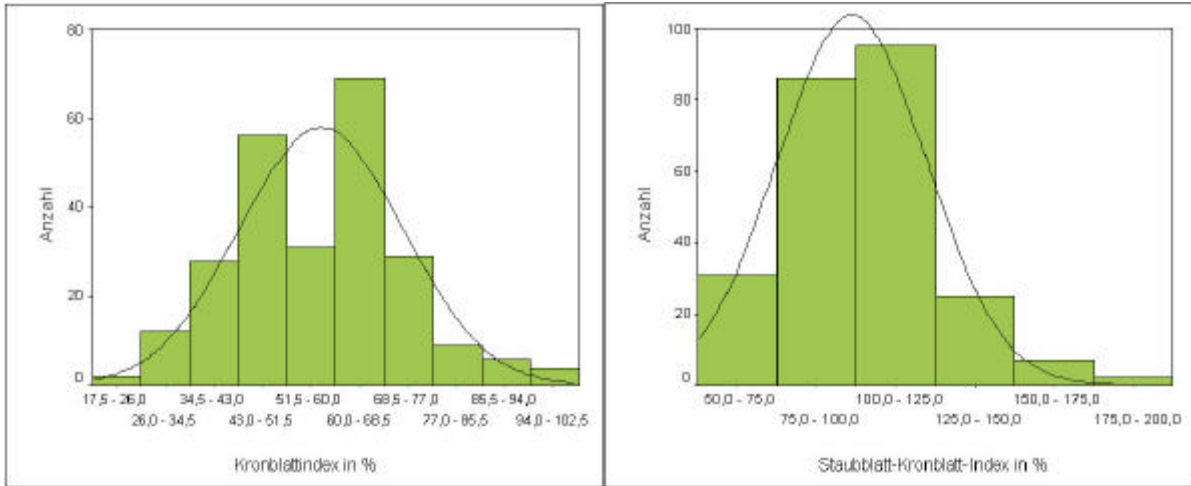


Abb. 8 Verteilung des Kronblatt- und des Staubblatt-Kronblatt-Indexes
Fig. 8 Distribution of the petal-stamen-index

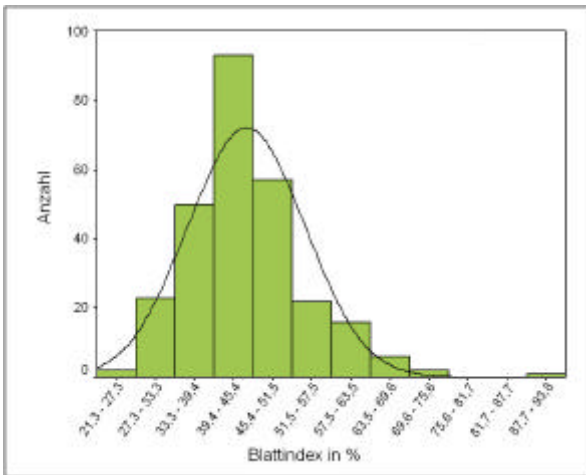


Abb. 9 Verteilung des Blattindex
Fig. 9 Distribution of the leaf index

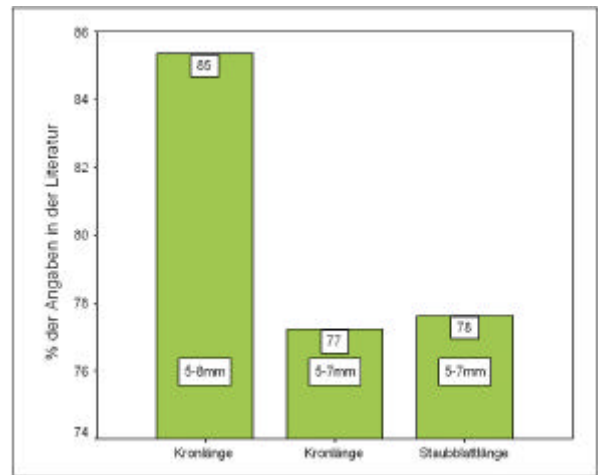


Abb. 10 Anteil der Blütenmerkmale an den in der Literatur angegebenen Intervallen
Fig. 10 Proportion of flower characters which overlap with the values given in the literature

Das Untersuchungsmaterial entspricht überwiegend den Angaben der Literatur. Allgemein lassen sich die Kronblätter der Pflanzen des Untersuchungsgebietes – zumindest hinsichtlich ihrer Länge mit einem Mittelwert von 5,7mm – im unteren Bereich der angeführten Intervalle einordnen. Generell stellen Blüten ein Merkmal dar, dessen Bestandteile partiell sehr deutliche Variabilität aufweisen. Vor allem die Kronblattbreite ist ein Maß, das auffallend großen Schwankungen unterworfen ist mit einem Variationskoeffizient von ca. 28%. Die übrigen Maße – Kronblattlänge (20%), Staubblattlänge (19%) und besonders die Staubblattzahl (16%) – hingegen variieren weniger stark. Im Unterschied dazu finden sich bei den Indices wiederum größere Unbeständigkeiten. So weist der Staubblatt-Kronblatt-Index einen relativen Variationskoeffizienten von 24%, der Kronblattindex von 25% auf.

Untersuchung der Variabilität der Messwerte

Nachdem die Breitenmaße einerseits deutlicher divergieren als die Längenmaße bzw. die Staubblattzahl andererseits, sollen diese beiden Merkmalsgruppen im Folgenden gesondert betrachtet werden.

(a.) An allen Wuchsorten stellt die Breite der Petalen ein auffallend variables Merkmal dar, ihr relativer Variationskoeffizient liegt konstant über 20%. In Kahla existieren mit 20,5% die geringsten, in Cospeda mit 37% die höchsten Schwankungen.

Im Unterschied zu diesen markant divergierenden Merkmalen kommen bei der Staubblattlänge nur Variationen zwischen 14,5% (Hausberg) sowie 22,5% (Dornburg), bei der Staubblattzahl hingegen Abweichungen zwischen 11% (Kahla) und 25% (Lobeda), überwiegend jedoch deutlich unter 20%, vor. Diese Merkmale sind, bezogen auf die Wuchsorte, wesentlich beständiger als die Breitenmaße. Aber auch die Länge der Petalen zeigt an einigen Wuchsorten vergleichsweise geringe

Variabilität (Kahla und Cospeda mit 14-15%), hingegen an anderen sehr deutliche (Ammerbach und Lobeda mit 23% und 25%). Demnach weisen die Blüten in Ammerbach - als größten Wuchsort - zumindest in der Kronblattlänge und auch der - breite (25% und 22%) relativ hohe Variabilität auf, liegen aber bei der Länge der Stamina und der Staubblattzahl im Gesamtvergleich im mittleren bis unteren Bereich. Auch bei der Einzelpopulation Lobeda finden sich sehr große Variationsbreiten sowohl in der Länge als auch der Breite der Petalen (26% bzw. 24%), und der Staubblattzahl (25%).

(b.) Deutliche Unterschiede zeigen sich bei der Analyse in den Einzelpopulationen. Anders als bei der Betrachtung der Wuchsorte kommen bei allen Merkmalen je nach Population sehr niedrige, teilweise aber auch sehr hohe Divergenzen vor. So finden sich bei der Petalenbreite - obwohl sie bei Population 19 mit einem Variationskoeffizienten von 13% beispielsweise nur sehr geringe Variabilität zeigt - in 37,5% aller Fälle sehr deutliche Streuungen (> 25%) um den Mittelwert. Ein ähnlich hoher Prozentsatz des relativen Variationskoeffizienten lässt sich für die Kronblattlänge nachweisen, bei der Staubblattlänge lediglich für 12,5%, für die Zahl der Stamina sogar nur für 6,25% der Populationen. Die Kronblattbreite stellt also auch bei der Untersuchung der Einzelpopulationen das unbeständigste Merkmal dar. So liegen bei etwa 30% der Populationen (8, 32, 44, 13 und 19) Variationskoeffizienten von unter 20% vor, d.h. die Maße sind vergleichsweise konstant, dennoch kann keinesfalls von geringer Variabilität gesprochen werden. Das konstanteste Merkmal bildet die Staubblattzahl, deren relativer Variationskoeffizient - ausgenommen der 25% bei Population 6 - zwischen 6,6% (Pop 31) und 17% (Pop. 38) schwankt. Ebenfalls überwiegend im Bereich geringer bis normaler Variabilität liegen die Länge der Petalen und der Staubblätter (Abb. 11). Die Werte streuen i.d.R. zwischen 10% (Pop. 19) und 19% (Pop. 45) um den Mittelwert; nur bei den Populationen 29 und 6 finden sich deutlich höhere Werte von ca. 26%. Eine in etwa ebenso hohe Variabilität tritt bei der Betrachtung der Staubblattlänge der Populationen 29 (28%) und 44 (26%) auf. Bei den Blüten der anderen Populationen sind Werte zwischen 10% (Population 31) und 23% (Pop. 38) und damit, analog zur Kronblattlänge, vergleichsweise geringe bis normale Diversität zu verzeichnen.

(c.) Die Analyse der Populationen der Einzelwuchsorte sollte an den großen Wuchsorten, also denjenigen, an denen mehrere Populationen nebeneinander auftreten, den Nachweis der größten Variabilität erbringen. So zeigt tatsächlich Ammerbach bei

allen Blütenmerkmalen hohe Variabilität, in Cospeda dagegen finden sich ausschließlich bei der Kronblattbreite deutliche Unterschiede. Vor allem die Staubblattlänge variiert bei den Blüten in Kahla auffallend, ebenso in Kunitz, die außerdem noch deutliche Unterschiede in der Petalenlänge aufweisen. Es finden sich also bei allen betrachteten Wuchsorten zumindest bezüglich eines Merkmals deutliche Variabilitätsunterschiede, in Ammerbach sogar in allen Bereichen. Dadurch wird die anfänglich aufgestellte These, dass sich an „großen Wuchsorten“ deutlichere Unterschiede in der Merkmalsvariation zeigen müssten als an „kleineren“, für die Blütenmerkmale bestätigt.

Variabilität der Indices der Blüten

Bei vielen Indices existiert eine deutliche Variationsbreite.

(a.) So zeigen die Wuchsorte große Vielfalt in ihren Verhältnismaßen: der Kronblattindex liegt zwischen 17,5% (Kunitz) und 34% (Cospeda) und der Staubblatt-Kronblatt-Index zwischen 16% (Hausberg) und 26% (Lobeda). Folglich kommen sowohl Wuchsorte vor, bei denen sich keine allzu großen Abweichungen vom Mittelwert ergeben als auch solche, bei denen diese sehr deutlich hervortreten. Allerdings weist der „größte Wuchsort“ nicht auch die höchste Variabilität auf und ebenso wenig zeigen die Wuchsorte, an denen lediglich eine Population auftritt, die geringste. So zeigt der Kronblattindex sowohl bei den Blüten vom Hausberg als auch aus Dornburg mit 24% eine deutliche Abweichung vom Mittelwert. Das gleiche gilt für den Staubblatt-Kronblatt-Index in Dornburg (23%) und Lobeda (26%). Die Variabilität der beiden Indices ist also unabhängig von der Größe der Wuchsorte und auch bei Einzelpopulationen deutlich ausgeprägt.

(b.) Bei der Prüfung dieses Ergebnisses in den Einzelpopulationen, lässt sich jedoch feststellen, dass obige Verallgemeinerung nicht überall zutrifft, obwohl ihr dennoch mehrere Populationen entsprechen. Bei letzteren handelt es sich um die Populationen, deren Variationskoeffizient über 20% liegt, welche sich also im oberen Bereich vergleichsweise normaler bis hin zu deutlich ausgebildeter Variabilität befinden. Dazu gehören bezogen auf den Staubblatt-Kronblatt-Index die Blüten von 50% aller Populationen (20, 21, 8, 38, 45, 44, 19, 6) ebenso wie der Kronblattindex (31, 20, 21, 38, 45, 4, 19, 6). Bei den restlichen Populationen finden sich stabilere Werte (Variationskoeffizienten zwischen 10-20%)

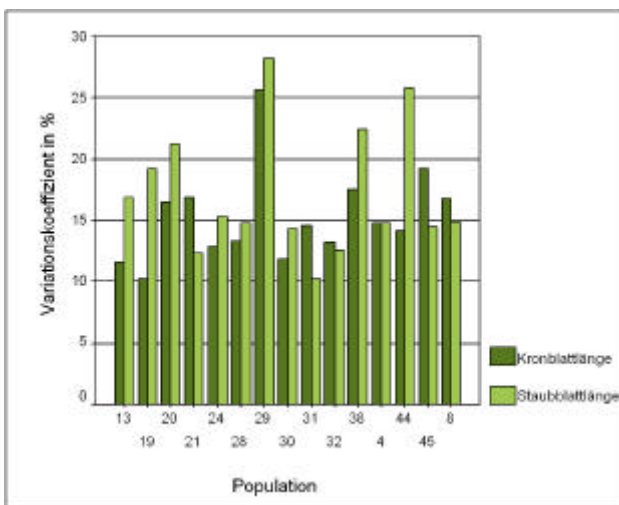


Abb. 11: Variationskoeffizient der Kronblattlänge und der Staubblattlänge bei den Populationen

Fig. 11 Coefficient of variability within population for petal and stamen length

Population:

- 13, 19, 20 = Kunitz
- 8, 21, 24 = Cospeda
- 28, 29, 30, 31, 32 = Ammerbach
- 38 = Dornburg
- 4, 44 = Kahla
- 45 = Hausberg

(c.) Untersucht man zusätzlich die Variabilitätsunterschiede der Einzelwuchsorte, so finden sich in Ammerbach wider Erwarten keinesfalls größere Differenzen als an den übrigen Wuchsorten. Vielmehr variiert der Staubblatt-Kronblatt-Index besonders deutlich in Kahla (17-35%) und Cospeda (17-30%) und nur vergleichsweise gering in Ammerbach (11-18%). Zudem finden sich hier bei den Populationen durchgängig normale Abweichungen vom Mittelwert: Die eben analysierten 50% der Populationen, welche für dieses Merkmal einen relativen Variationskoeffizienten von über 20% aufweisen, stehen ausnahmslos an anderen Wuchsorten. Hinsichtlich des Kronblattindex indes zeigen sich in Ammerbach relativ große Differenzen (11-21%) und auch innerhalb der Einzelpopulationen meist vergleichsweise ausgeprägte Variationsbreiten. Trotzdem findet sich zumindest in Kahla mit 12-22% ein ähnlicher Variabilitätsunterschied.

Zusammenfassung der Messwerte und Indices der Blüten

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Kronblattlänge, die Staubblattzahl, die Indices und größtenteils die Länge der Staubblätter die geringste Variabilität hinsichtlich der Blütenmerkmale aufweisen. Allerdings lässt sich bei keinem dieser Merkmale in den verschiedenen Wuchsorten und Populationen eine geringfügige Variabilität (< 10% Variationskoeffizient) nachweisen – von der Staubblattzahl abgesehen, die in einigen Populationen (bspw. Ammerbach) nur in sehr geringem Maße variiert. Für die Werte der Kronblattbreite wurde hingegen die höchste Variabilität festgestellt.

Auch die Werte der Indices liegen nicht, wie anfänglich erwartet, in Bereichen geringer Variabilität, sie stellen auffallend veränderliche Merkmale dar, die nur in wenigen Ausnahmen relative Variationskoeffizienten von unter 15% annehmen. Vor allem in Hinblick auf die Betrachtung der Wuchsorte erscheint es bemerkenswert, dass bei den direkt ermittelten Maßen in Ammerbach markante Variabilitätsunterschiede bestehen, hinsichtlich der Indices dies jedoch – zumindest für den Kronblattindex – nicht bestätigt werden konnte. Hier finden sich auch „kleine Wuchsorte“ mit deutlichen Variabilitätsspannen. Im Vergleich zu den Messwerten weisen also die Indices nicht zwingend die größten Variabilitätsunterschiede in allen Bereichen an den „großen Wuchsorten“ auf. Vielmehr kommen bei allen Wuchsorten mehr oder minder große Divergenzen vor und auch kleinere Wuchsorte haben deutliche Variabilitätsunterschiede bei den Indices.

Untersuchung der Variabilität der Blätter

Die ausgeprägte Variabilität der Blätter von *Prunus spinosa* L. ist vielfach in der Literatur dokumentiert. Allein die Blattlänge kann zwischen 1 und 5cm zahlreiche Intervalle, die sich jedoch größtenteils überschneiden, annehmen. Clapham et al. (1962) und auch Tutin et al. (1987) beispielsweise beschreiben die Blätter mit einer Länge von 2 bis 4cm, bei Stace (1997) messen sie 1-3(4)cm und bei Scholz u. Scholz (1995) 2-4(5)cm. Bei der Untersuchung der Pflanzen des Mittleren Saaletals ergeben sich weitgehende Übereinstimmungen mit den genannten Intervallen. Nur 1% der analysierten Blattspreiten ist länger als 5cm und lediglich 0,4% sind kürzer als 1cm (Abb. 12).

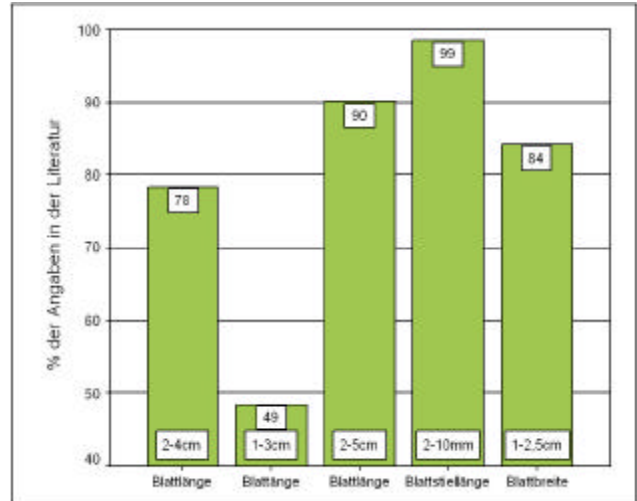


Abb. 12 Anteil der Blattmerkmale an den in der Literatur angegebenen Intervallen

Fig. 12 Proportion of leaf characters compared to values given in the literature

Dass hingegen die Blattbreite und ebenso die Blattstiellänge (damit auch die Indices) in der Literatur – mit Ausnahme von Scholz u. Scholz (1995), die diese mit 1-2,5cm sowie 2-10mm angeben – kaum Beachtung finden, erscheint bemerkenswert, da gerade diese Proportionsmaße weniger abhängig von Umwelteinflüssen sind.

Variabilität der quantitativen Merkmale

Die metrisch ermittelten Blattmerkmale zeigen generell auffallend hohe Variabilität, was anhand ihres relativen Variationskoeffizienten von 29% für die Blattlänge, 31% für die Blattbreite sowie 34% für die Blattstiellänge deutlich wird. Nur der Blattindex variiert weniger (Variationskoeffizient: 20,5%). Dies bestätigt die Hypothese, dass sich die Indices konstanter verhalten als die Werte der Einzelmerkmale.

Variabilität der Messwerte

(a.) Bei der Betrachtung der Variabilität an den unterschiedlichen Wuchsorten treten klare Variationen bei den gemessenen Werten auf. Lediglich die Blätter in Lobeda zeigen verhältnismäßig geringere Streuungen (< 25%) sowohl hinsichtlich der Blattlänge (Mittelwert: 24mm), der –breite (Mittelwert: 13mm) als auch der Länge des Petiolus (4,7mm). Im Unterschied zu den anderen Wuchsorten (25-45%) liegt hier bei diesen drei Merkmalen auffallend wenig Variabilität vor. Die größte Vielfalt in ihren ermittelten Blattmaßen finden sich in Dornburg mit einem relativen Variationskoeffizienten von > 30%. Auch hinsichtlich der Blattstiellänge am Hausberg zeigen sich außergewöhnlich hohe Streuungen (45%) der Messwerte. An dieser Stelle lässt sich bereits feststellen, dass zumindest die Petioluslänge ein stark variables Merkmal ist (Variationskoeffizient: 23%-45%, jedoch meist über 30%).

(b.) Diese Beobachtung setzt sich bei der Analyse der Einzelpopulationen fort. Auch hier finden sich bei den Blattstielmaßen Variationsbreiten von zumeist über 25% bis hin zu 45%. Eine geringere Streuung dieses Merkmals (< 25%) liegt nur bei 25% der Populationen vor (Population 4, 6, 8, 19).

(c.) Auch die Populationen eines Einzelwuchsortes weisen ebenfalls große Abweichungen hinsichtlich der Verteilung ihrer Blattstielmaße auf. Dabei liegen sie beinahe ausschließlich in Bereichen hoher Variabilität (also Werte > 25%). Demnach ist es nicht sinnvoll, die Divergenzen an den Einzelwuchsorten genauer zu untersuchen. Nur in Kunitz treten Werte mit vergleichsweise niedrigen Variabilitätsunterschieden auf, zwischen 22% und 27%.

(d.) Nicht nur Blattstiellänge sondern auch Blattlänge sowie –breite sind Merkmale, die in den Populationen ausgesprochen deutlich variieren. Bei 62% bzw. 57% der Populationen fallen diese sogar in Bereiche sehr hoher Variabilität (> 25%). Geringfügige Unterschiede – in Bezug auf beide Maße – bestehen bei den Populationen 6, 21, 30 und 44, deren relative Abweichung 18% und weniger beträgt.

(e.) Bei der Betrachtung der Populationen am jeweiligen Wuchsort lassen sich jedoch kaum Tendenzen in Richtung geringerer Variabilität nachweisen. Zwar liegen einige Populationen mit vergleichsweise geringer Streuung der Maße vor, diese Erscheinung bezieht sich jedoch ausschließlich auf die Populationen und nicht auf die Wuchsorte. Grundsätzlich finden sich neben Populationen die weniger variable Merkmale zeigen auch solche mit einem sehr hohen relativen Variationskoeffizienten. Die Variabilitätsunterschiede in den Populationen an den einzelnen Wuchsorten sind besonders in den „großen Wuchsorten“ Ammerbach, Cospeda und Kunitz, beträchtlich. Hier liegen einerseits Populationen vor, deren Messwerte um 18% variieren, andererseits beherbergen diese Wuchsorte aber auch Populationen, bei welchen sich ein Variationskoeffizient der Blattspreitenmerkmale von mehr als 30% findet.

Variabilität des Blattindex

Wie bereits erläutert, unterliegt auch der Blattindex grundsätzlich geringen Schwankungsbreiten im Vergleich zu den Messwerten.

(a.) Seine Durchschnittswerte variieren bei Betrachtung der Wuchsorte mit einem relativen Variationskoeffizienten von 12% (Kunitz) bis 26% (Cospeda) eindeutig geringer als die direkt ermittelten Maße.

(b.) Entsprechendes lässt sich bei den Einzelpopulationen für den Index beobachten, dessen relativer Variationskoeffizient hier im Allgemeinen zwischen 10% und 20% liegt, also in Bereichen relativ niedriger bis normaler Variabilität. Jedoch finden sich auch bei diesem Verhältnismaß bei einigen Populationen – genauer bei Population 21 (Variationskoeffizient 27%), 24 (20,5%) und 31 (28%) – größere Variationsbreiten.

(c.) Parallelen lassen sich bei der Untersuchung der Populationen an ihrem jeweiligen Wuchsort feststellen. So weist Ammerbach sowohl Populationen (28, 29, 30, 32) mit geringer Schwankungsbreite des Indexes (10-15%) als auch solche mit relativ großer Variabilität (31) auf (28%). Gleiche Tendenzen zeigen sich in Cospeda, wo der Blattindex bei den Populationen Schwankungen im Variationskoeffizienten zwischen 15% (20) und 27% (21) unterliegt. An den anderen Wuchsorten bewegen sich die Unbeständigkeiten des Indexes durchgängig in ähnlichen Bereichen: in Kunitz zwischen 11% und 15%, in Kahla zwischen 18% und 19%.

Zusammenfassung

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Messwerte der Blätter – also der Blattlänge und –breite sowie der Blattstiel-

länge – erheblichen Schwankungsbreiten, und zwar sowohl in den Einzelpopulationen als auch an den Wuchsorten gleichermaßen, unterliegen. Allgemein stellt die Länge des Petiolus das variabelste Merkmal dar, was jedoch bedingt durch seine geringen Werte in Verbindung mit einer relativ großen Messskala (1mm genau) zusammenhängen könnte. Aber auch Blattlänge und Blattbreite zeigen nicht nur hinsichtlich des Großteils der Einzelpopulationen markante Unbeständigkeit in ihren Werten, sondern auch in Bezug auf die Populationen der Einzelwuchsorte – und zwar hauptsächlich der Wuchsorte mit vielen Populationen – sehr deutliche Variabilitätsunterschiede auf.

Dass das Verhältnis Blattbreite zu Blattlänge geringeren Schwankungen unterliegt, bestätigt sich sowohl beim Vergleich der Wuchsorte und in den meisten Fällen ebenso bei der Analyse der Einzelpopulationen.

Variabilität der qualitativen Merkmale der Blätter

Variabilität in der Blattform

Verschiedene Bestimmungsschlüssel charakterisieren die Form der Blätter als „elliptisch-eiförmig bis länglich-lanzettlich“ (Scholz u. Scholz 1995). Derartige Angaben verdeutlichen die große Vielfalt an Blattformen und die Schwierigkeit ihrer Beschreibung innerhalb *Prunus spinosa* L. Entsprechendes gilt für die Schlehen des Mittleren Saaletals, deren Blattspreiten zwar unter Berücksichtigung ihres Indexes eher normal verteilt sind, subjektiv jedoch in absteigenden Häufigkeiten (Abb. 14) von länglich-eiförmig über länglich-lanzettlich und eiförmig-zugespitzt bis hin zu rundlich-oval alle Formen mehr oder weniger oft aufweisen (zu den Blatttypen, vgl. Abb. 13).

(a.) Vergleicht man die einzelnen Wuchsorte hinsichtlich dieser qualitativ ermittelten Merkmale, so kommen besonders länglich-eiförmige und länglich-lanzettliche Blattformen vor, eiförmig-zugespitzte und vor allem rundlich ovale Ausprägungen gibt es hingegen eher selten. So weisen die Wuchsorte Ammerbach, Kahla, Kunitz und Lobeda zu >50% den länglich-eiförmigen Blatttyp auf, in Lobeda sind es sogar 80%, in Dornburg und Cospeda überwiegen jedoch klar die länglich-lanzettlichen Ausprägungsformen (ca. 50%) und am Hausberg zeigen sich am häufigsten eiförmig-zugespitzte Blätter (50%).

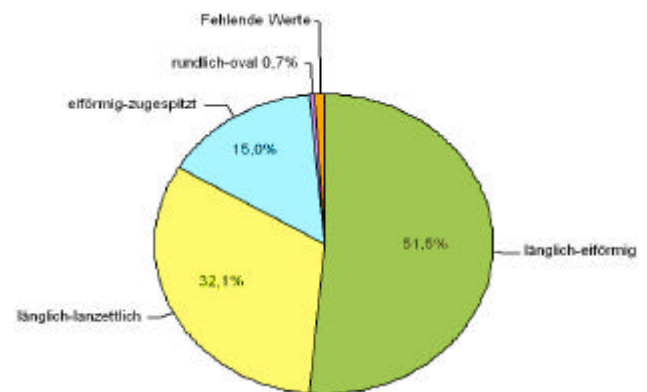


Abb. 13 Häufigkeiten der Blatttypen
Fig. 13 Frequency of the various leaf types

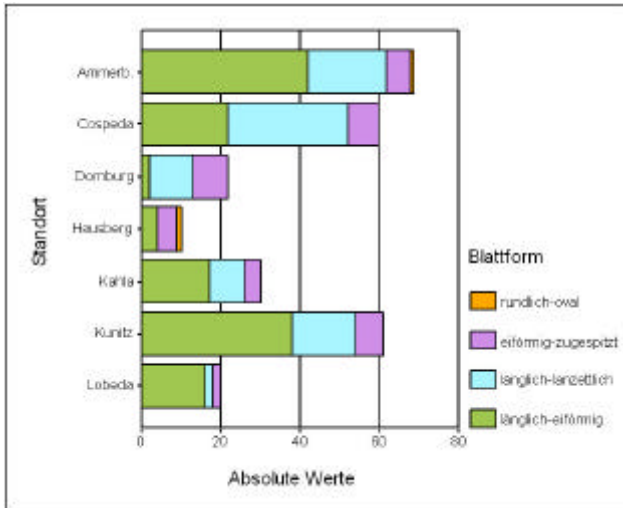


Abb. 14 Verteilung der Blattformen an den Wuchsorten
Fig. 14 Distribution of leaf forms at the growth sites

Rundlich-ovale Blätter kommen ausschließlich in Ammerbach (1,4%) und am Hausberg (10%) vor, was in beiden Fällen lediglich einer einzigen Pflanze entspricht. Daher erweist sich die Einteilung in diese Form, die lediglich auf subjektiver Grundlage erfolgte, als nicht besonders hilfreich. Sinnvoller wäre es wohl, sie der eiförmig-zugespitzten Variante zuzurechnen.

(b.) Bei der Untersuchung der Variabilität der Blattformen an Einzelpopulationen (Abb. 15) fällt auf, dass die länglich-eiförmigen Blätter wenigstens 30% der Ausprägungsformen eines Wuchsortes ausmachen – nur die Populationen 29 (mit 10%) sowie 38 (mit 9,1%) stellen Ausnahmen dar. Zusätzlich findet sich meist stets der länglich-lanzettliche Typus – nicht mit einbezogen sind die Populationen 13 und 45 – sowie oftmals (jedoch nicht bei Pop. 8, 19, 29 und 30) eiförmig-zugespitzte Blätter. Rundlich-ovale Formen treten lediglich an einer Pflanze der Population 28 sowie 45 auf. Demnach kommen in jeder Population mindestens zwei, zum Teil sogar drei verschiedene Ausprägungsformen der Blattspreiten vor. Jedoch dominieren nicht ausschließlich länglich-eiförmige Blätter sondern ebenfalls (wie bei den Wuchsorten) länglich-lanzettliche – so bei den Populationen 8 (65%), 19 (50%), 24 (52%), 29 (90%) und 38 (50%). Desgleichen überwiegt die eiförmig-zugespitzte Form bei Population 45 mit 50%, in Dornburg stellt sie mit 40% eine auffallend hohe Zahl der Blattyten.

(c.) Bei der Analyse der Formen an den Einzelwuchsorten, wurde festgestellt, dass vor allem die Populationen in Kahla, wo durchgängig die länglich-eiförmige Ausprägung der Blattspreite dominiert, genauso wie diejenigen in Kunitz (mit Ausnahme von Population 19, die zur Hälfte auch länglich-lanzettliche Blätter trägt), auffallend gleichartig gestaltet sind. Die Populationen der anderen Wuchsorte zeigen sich mannigfaltiger – hier kommt zumeist wenigstens eine Population je Wuchsort vor, die mehrheitlich abweichende Blattformen aufweist. So finden sich in Cospeda in zwei Dritteln, sowie in Ammerbach in vier Fünfteln der Fälle hauptsächlich länglich-lanzettliche Blätter (Ausnahme: Populationen 21 in Cospeda und 29 in Ammerbach mit länglich-eiförmigen).

Variabilität der Struktur des Blattrandes

Auch bei der Ausprägung des Blattrandes – von spitz gezähnt bis fein gesägt – lassen sich Unterschiede erkennen. Diese Variation der Blattrandgestaltung beschreibt auch Schröder (1962). Im Untersuchungsgebiet findet sich jedoch hauptsächlich die erstere Variante, nur etwa 2% der Pflanzen tragen Blätter mit vergleichsweise fein gesägten Rändern. Dies entspräche der Angabe von Hermann (1956), der die Blättzähne bei *Prunus spinosa* L. ausschließlich als „sehr spitz“ charakterisiert.

(a.) Nachdem ungefähr 97% der Blätter spitz gezähnte Ränder aufweisen, werden sich auch bei der Betrachtung der Wuchsorte hauptsächlich solche finden, die ausschließlich diese Ausprägungsform zeigen. Dies bestätigt sich sowohl in Dornburg, Kahla und Lobeda als auch am Hausberg, wobei es sich mit Ausnahme von Kahla nur um Wuchsorte handelt, die aus einer Population bestehen. Ammerbach, Cospeda und Kunitz hingegen tragen beide Merkmalsvarianten – die fein gesägte aber nur in 1,6% (Kunitz) bis 4,3% (Ammerbach) der Fälle.

(b.) Bei der Betrachtung der Einzelpopulationen sowie **(c.)** der jeweiligen Wuchsorte lassen sich wenig deutliche Variabilitätsunterschiede beobachten.

Variable Ausprägung der Behaarung der Laubblätter

Ein weiteres Kennzeichen der Blätter von *Prunus spinosa* L. ist deren Behaarung. Auch hier finden sich in der Literatur unterschiedliche Angaben, die von gänzlich unbehaarten Blättern (Scholz u. Scholz 1995) über die Behaarung des Mittelnervs auf der Unterseite (Clapham et al. 1962; Tutin et al. 1978) bis hin zu mehr oder weniger vorhandener Behaarung (Stace 1997) reichen.

Die Blätter der Pflanzen im Untersuchungsgebiet sind auf der Oberseite vorwiegend kahl (79%), mit Ausnahme einiger Exemplare (17%) die Haare auf dem Mittelnerv tragen. Gänzlich auf der Oberseite behaart sind hingegen nur 3% der Blätter.

Auf der Unterseite weist am beständigsten der Mittelnerv (44%) kleine Haare auf, ebenfalls relativ häufig, nämlich zu 39% ist diese kahl, vollständig behaart dagegen ist sie bei 17% der Blätter.

Nach Scholz u. Scholz (1995: 496) und auch Zylka (1970) treten Haare im Wesentlichen bei jungen Blättern auf, die später verkahlen. Deshalb ist anzunehmen, dass aufgrund der Betrachtung der Enden der Langtriebe aus dem Herbarmaterial dieser Untersuchung eine Beeinflussung des Ergebnisses stattgefunden hat.

Behaarung der Oberseite

(a.) Bei der Analyse der Blätter an den Wuchsorten auf ihre Behaarung hin, finden sich bei mindestens 60% (Hausberg) und höchstens 95% (Lobeda) kahle Oberseiten. Diese Merkmalsvariation dominiert folglich an allen Wuchsorten, jedoch kommen vor allem an den Wuchsorten Dornburg (36%), Ammerbach (21%) und Hausberg (20%) zusätzlich noch behaarte Mittelnerven und bei letztgenanntem zugleich zu 20% behaarte Blattoberseiten vor.

(b.) Auch bei der Betrachtung der Populationen ergeben sich für alle Pflanzen überwiegend kahle Blattoberseiten – mit Ausnahme von Population 44, bei der diese Ausprägung lediglich 40% ausmacht. Des Weiteren finden sich meist zusätzlich



Abb. 15 a Zweige (Kurztriebe) von *Prunus spinosa* mit verschiedenen Blattpfunden (1: rundlich-oval, 2: eiförmig zugespitzt, 3: länglich-lanzettlich, 4: länglich-eiförmig).
Fig. 15 a Branches of *Prunus spinosa* with different leaf-types (1: roundish-elliptical, 2: ovate-cuspidate, 3: ovate-lanceolate, 4: oblong-ovate)



Abb. 15b Übersicht über die Blattpfunden (von links): Rundlich-oval, eiförmig-zugespitzt, länglich-lanzettlich, länglich-eiförmig

Fig. 15b Diversity of leaf-types (from left): roundish-elliptical, ovate-cuspidate, oblong-lanceolate, oblong-ovate

Exemplare, die Haare auf dem Mittelnerf aufweisen (Population 4 nicht eingerechnet, deren Blattoberseiten durchweg kahl sind). Bei Pop. 44 dominieren die Blätter mit behaartem Mittelnerf. Zudem finden sich vier Populationen, bei denen mindestens eine Pflanze Blätter mit vollkommen behaarter Oberseite zeigt, was jedoch, wie bereits angedeutet, mit dem Alter der Blätter zusammenhängen kann.

(c.) Prüft man in diesem Zusammenhang die Ausprägungen an den Einzelwuchsorten, so lassen sich auch hier keine deutlichen Abweichungen von obigem Ergebnis nachweisen: es dominieren an allen Wuchsorten relativ gleichmäßig auf die Populationen verteilt durchgängig kahle Blattoberseiten, daneben findet sich zumeist eine Behaarung des Mittelnerfs, jedoch nur selten vollständig behaarte Oberseiten. Die einzig erwähnenswerte Ausnahme bildet der Wuchsort Kahla mit einer Population (44), deren Blätter zum Großteil behaarte Mittelnerven zeigen, sowie einer Population (4), die durchgehend kahle Blattoberseiten aufweist.

Behaarung der Unterseite

Im Gegensatz zur Behaarung der Oberseite treten auf der Blattunterseite deutlich vermehrt Haare auf. Eine Formendominanz, wie beispielsweise die markante Kahlheit der Blattoberflächen, findet sich jedoch bei den Unterseiten nicht.

(a.) Es finden sich – betrachtet man die Häufigkeiten an den Wuchsorten – meist vollkommen behaarte, nur auf dem Mittelnerf behaarte und gänzlich kahle Blattunterseiten nebeneinander. Lediglich in Lobeda kommen allein auf dem Mittelnerf behaarte und kahle Ausprägungsformen vor, wobei erstere klar überwiegt. Auch die Blätter in Ammerbach, am Hausberg, in Kahla und in Kunitz haben vorherrschend behaarte Mittelnerven. Bei den anderen Wuchsorten – in Cospeda (57%) und in Dornburg (50%) – liegen dagegen hauptsächlich kahle Unterseiten vor. Die vollkommen behaarte Variante tritt indessen seltener auf, und zwar zwischen 0% (Lobeda) und 30% (Kahla und Kunitz).

(b.) Auch bei den Populationen finden sich gänzlich behaarte Unterseiten lediglich in 0% (6, 20, 29, 32) bis 40% (44) der Fälle. Bei Population 44 stellt diese damit die dominante Ausprägungsform dar. Des Weiteren liegen bei 37,5% der Populationen vorwiegend kahle Blattunterseiten, bei 43,5% hauptsächlich solche mit Haaren auf dem Mittelnerf vor. Diese beiden Typen überwiegen also bei einer annähernd gleichen Anzahl von Populationen.

(c.) Bei der Betrachtung der Einzelwuchsorte, lässt sich ebenfalls niemals nur eine dominierende Ausprägungsform für die

jeweiligen Populationen nachweisen. Vielmehr treten stets mindestens zwei Blattpfunden nebeneinander auf, und zwar unabhängig davon, ob es sich um „große“ oder eher „kleine Wuchsorte“ handelt.

Zusammenfassung

Hinsichtlich der qualitativen Merkmale lässt sich zusammenfassend feststellen, dass die Blätter von *Prunus spinosa* L. im Untersuchungsgebiet vor allem in ihrer Blattform sowie der Behaarung ihrer Unterseite deutliche Variabilität aufweisen. Zwar dominieren länglich-eiförmige Blattausprägungen ebenso wie Subfoliarbehaarung des Mittelnerfs, jedoch finden sich bezüglich beider Merkmale sowohl an den Wuchsorten als auch bei den Populationen mindestens zwei, meist jedoch drei Ausprägungsformen nebeneinander. Dieses Ergebnis lässt sich auch uneingeschränkt auf die Untersuchung der Populationen an den Einzelwuchsorten übertragen. Bereits die Populationen, für die zunächst die geringste Variationsbreite vermutet wurde, weisen eine deutliche Diversität auf.

Anders verhalten sich hingegen die Merkmale der Blattrandzahnung sowie der Behaarung der Oberseite. Was die Gestaltung des Blattrandes betrifft, existiert im Untersuchungsgebiet nahezu ausschließlich eine einzige Ausprägungsform.

Zwar liegen auch bezüglich der Oberseitenbehaarung mehrere Ausprägungen nebeneinander vor, der kahle Blattpfunden dominiert jedoch mit Ausnahme von Population 44 durchgängig. Als weitere Variante finden sich bei den Populationen zusätzlich einige Exemplare, die auf dem Mittelnerf behaart sind, gänzlich behaarte Oberseiten hingegen treten sehr selten auf. Dass die Behaarung mit dem Alter der Blätter korrelieren kann, wurde an anderer Stelle bereits erörtert.

Untersuchung der Variabilität von Früchten und Steinkernen

Vor allem bei den Früchten finden sich in der Bestimmungsliteratur kaum abweichende Aussagen zur blauschwarz, bereiften Farbe und rundlichen, bisweilen leicht ellipsoiden Form (Scholz u. Scholz 1995).

Hinsichtlich der Größenabmessungen liegen jedoch unterschiedliche Angaben vor. So werden Fruchtdurchmesser zwischen 6-18mm (Scholz u. Scholz 1995) bis hin zu 8-18mm (Hermann 1956), bisweilen auch 10-15mm (Clapham et al. 1962; Tutin et al. 1978) und 8-15mm (Stace 1997) angeführt. Die Früchte des Untersuchungsgebietes fallen je nachdem, ob man die Länge oder die Breite als Durchmesser betrachtet, zu folgenden Prozentsätzen in die beschriebenen Intervalle:

Die Schlehen des Mittleren Saaletals entsprechen den in der Literatur angegebenen Werten deutlich. Auffällig ist, dass die Früchte eher kleinere Durchschnittslängen und -breiten aufweisen, da die Einschränkung der Intervalle von oben her – nämlich von 18mm auf 15mm nur eine geringe Veränderung, der in die angegebenen Bereiche fallenden Prozentsätze, mit sich brachte, die von unten, also von 6mm auf 8mm und schließlich auf 10mm hingegen vergleichsweise deutliche Modifikationen nach sich zogen (Abb. 16). Diese kleineren Früchte könnten mit dem verfrühten Erntedatum respektive dem sehr heißen und trockenen Sommer zusammenhängen, da sie entweder nicht voll oder aber als Notfrüchte ausgebildet waren.

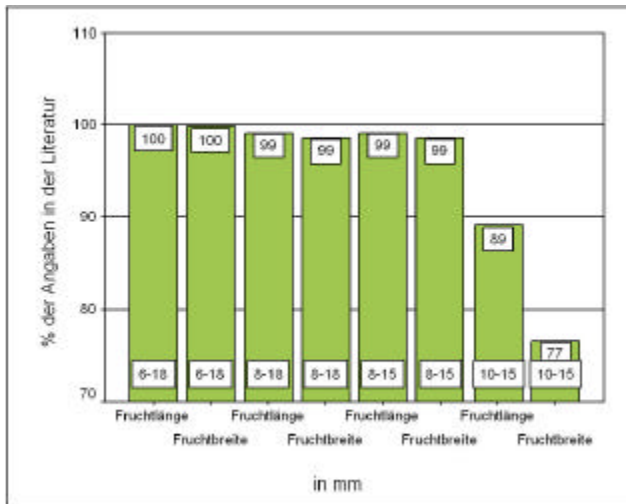


Abb. 16 Anteil der Fruchtmerkmale an den in der Literatur angegebenen Intervallen

Fig. 16 Proportion of fruit characters which compared to values given in the literature

Die Steinkerne hingegen finden in der Bestimmungsliteratur im Gegensatz zu Literatur aus archäobotanischer Forschung auffallend wenig Beachtung. So existieren kaum Längen-, Breiten- und Dickenangaben – nur Clapham (1962) gibt sie mit 7,5-10 x 6-8mm an, ob er damit Länge und Breite oder Länge und Dicke meint, bleibt jedoch unklar. Hermann (1956) beschreibt den „Stein [als] etwa halb so dick u. 2/3 so breit wie lang“, wobei allerdings anzumerken ist, dass er wohl nicht die allgemeingültigen Messstrecken betrachtet, da seine Dicke eher die Breite beschreibt und umgekehrt. Charakteristika der Oberflächenbeschaffenheit werden dagegen häufiger in Betracht gezogen. Diese können von glatt oder leicht gepunktet über runzelig bis netzadrig und pockennarbig sämtliche Ausprägungen annehmen. Ebenso verhält es sich mit der Form, die von eiförmig über oval-eiförmig bis hin zu fast kugelig variiert.

Untersuchung der Variabilität der quantitativen Merkmale

Untersuchung der Früchte

Grundsätzlich lassen sich für die Früchte erheblich geringere Merkmalsvariationen feststellen als für die vegetativen Pflanzenteile (abgesehen von der Staubblattanzahl).

Mit Ausnahme der Fruchtstiellänge, deren relativer Variationskoeffizient 28,9% beträgt, bewegen sich sämtliche Maße wie auch deren Indices – auf die Behaarung des Fruchtstieles soll später eingegangen werden – in Bereichen relativ geringer Variabilität. So erweist sich die Weiserzahl der Frucht (Dicken-Längen-Index) als beständigstes Merkmal mit einem Variationskoeffizienten von 8,3%. Aber auch die übrigen Maße weichen nur etwa 11% - 15% von ihrem Durchschnittswert ab, was einer geringen bis normalen Variabilität entspricht.

Für die nachfolgenden Ausführungen muss darauf hingewiesen werden, dass bei den unterschiedlichen Populationen nie die gleiche Anzahl von Früchten entnommen werden konnte und damit – wie beispielsweise bei Nummer 19 und 32, bei denen lediglich sehr wenige Früchte vorlagen – einige Vergleiche mit Vorsicht betrachtet werden müssen.

Variabilität der Messwerte: (a.) Hinsichtlich der ermittelten Längen- und Breitenmaße der Früchte an den Wuchsorten lassen sich nur am Hausberg und in Kahla geringe Variationsbreiten nachweisen. Zudem scheint es bemerkenswert, dass Ammerbach als großer Wuchsort ebenfalls eine vergleichsweise geringe Variabilität dieser Messwerte aufweist. An den anderen Wuchsorten lassen sich zwar größere relative Variationskoeffizienten beobachten, meist jedoch liegen diese deutlich unter 15% (außer in Kunitz bei der Fruchtlänge), womit eine als normal zu bezeichnende Streuung und relativ beständige Längen- und Breitenwerte dominieren. Lediglich die Stielänge scheint ein wenig konstantes Merkmal darzustellen, da bei diesem zum einen große Variabilitätsunterschiede bestehen - der Variationskoeffizient liegt zwischen 14,7% (Kunitz) und 30,1% (Cospeda), zum anderen auch die Variabilität für die einzelnen Wuchsorte vergleichsweise sehr groß ausfällt (Tab. 4).

Tab. 4 Variationskoeffizienten der Frucht- und Steinkernmerkmale mit Ausnahme der Indices der Steinkerne.
Variation coefficients of drupe and kernel characters not including kernel indices

Eigenschaft	Variationskoeffizient						
	Standort						
	Ammerbach	Cospeda	Dornburg	Hausberg	Kahla	Kunitz	Lobeda
Breiten-Längen-Index Frucht	6,9753	9,4352	6,8482	4,5620	5,9431	8,2240	8,6808
Fruchtbreite	10,2615	15,5586	15,2724	8,4873	8,7108	16,3692	15,5698
Fruchtlänge	9,2385	10,0685	14,7079	6,0984	8,3959	12,0968	13,5294
Fruchtstiellänge	26,2889	30,1188	24,5263	18,7341	24,1074	14,7521	17,8599
Steinkernbreite	11,9714	12,7590	7,2533	8,0374	8,9456	7,8740	14,2464
Steinkerndicke	9,0393	13,1997	7,8113	6,9318	10,3166	12,8613	10,7013
Steinkernlänge	12,9163	9,3932	11,4374	7,9561	10,6837	9,5864	12,8747
Dicken-Längen-Index	6,9753	9,4352	6,8482	4,5620	5,9431	8,2240	8,6808

(b.) Die Annahme, dass die Fruchtstiellänge das variabelste Merkmal der Frucht ist, lässt sich anhand der Einzelpopulationen bestätigen, da hier der relative Variationskoeffizient zwischen 14,1% (Pop. 19) und 36,6% (Pop. 32) liegt, die Messwerte der einzelnen Populationen also sehr deutlich variieren. Wie oben angedeutet, weisen jedoch gerade diese beiden Populationen eine sehr geringe Fruchtzahl auf. Lässt man diese Populationen außer Betracht, ergeben sich für die Stiellänge jedoch immer noch vergleichsweise starke Variabilität: Variationskoeffizient zwischen 14,8% (Pop. 20) und 36,5% (Pop. 21).

(c.) Für die Betrachtung der Einzelwuchsorte ergeben sich sowohl in Ammerbach (15-36%), als auch in Cospeda größere Divergenzen. Die geringsten Abweichungen kommen in Kunitz (14%) vor – trotzdem besitzen alle Wuchsorte bei der Stiellänge der Frucht meist sehr deutliche Variabilität in den Messwerten. Es finden sich also an einem Wuchsort Früchte mit kurzen Stielen neben Früchten mit langen Stielen.

(b., c.) Anders hingegen verhält es sich bei den Längen- und Breitenmaßen, die zum einen – sowohl hinsichtlich der Populationen als auch in Bezug auf die Betrachtung an den jeweiligen Wuchsorten – sehr viel geringere Schwankungsbreiten ihrer Messwerte aufweisen: die Abweichungen vom Mittelwert betragen in etwa 5 – 15% und liegen meist hauptsächlich im unteren Bereichen geringer Variation (< 10%). Nur die Populationen 6, 20, 28 sowie 38 zeigen in Bezug auf beide Merkmale etwas mehr Vielfalt. Außer für Dornburg und Lobeda (ca. 15% relativer Variationskoeffizient) lassen sich aber bei keinem Wuchsort große Unterschiede nachweisen – weder für die Fruchtlänge noch für die Fruchtbreite.

Variabilität der Indices: Anhand der erhobenen Daten wurden Indices errechnet, die Aussagen über die Verhältnisse der unterschiedlichen Messwerte zueinander machen. Bei den Früchten betrifft dies den Dicken-Längen-Index der Frucht (Weiserzahl) sowie den Breiten-Längen-Index der Frucht. Letzterer nimmt – da die untersuchten Schlehen ausschließlich rund waren und somit die Relation der Dicke zur Breite durchgängig 100% beträgt – denselben Wert an wie die Weiserzahl. Infolgedessen wurde sich im Rahmen dieser Studie auf den Dicken-Längen-Index beschränkt, der im Vergleich zu den übrigen Fruchtwerten die geringsten Differenzierungen aufweist: Sein Mittelwert beträgt 95,8%, der mittlere relative Variationskoeffizient 8,3%.

(a.) Eine entsprechend geringe Variabilität ergibt sich für die Wuchsorte. Auch hier liegen sämtliche Werte der Weiserzahl zwischen einem relativen Variationskoeffizienten von 4,6% (Hausberg) bis 9,4% (Cospeda). Mit anderen Worten verhalten sich die Früchte in der Proportion der Dicke zur Länge ähnlich, und haben damit relativ gleichartige Formenausprägungen innerhalb des jeweiligen Wuchsortes.

(b., c.) Dasselbe zeigt sich bei der Analyse der Populationen und beim Vergleich innerhalb der Einzelwuchsorte: Mit Ausnahme von Pop. 4 in Kunitz liegen die Variationsbreiten der berechneten Indices jeweils eng um ihren Mittelwert, besitzen also in der Population sowie auch am Einzelwuchsort ähnliche Dicken-Längen-Maße.

Untersuchung der Steinkerne

Die Variation der Messwerte der Steinkerne verhält sich wie die der Früchte, die relativen Variationskoeffizienten liegen in

Bereichen geringer Variabilität. Auch die Indices bleiben mit Variationskoeffizienten zwischen 11,8% und 13%, hinsichtlich des Breiten-Längen-Indexes jedoch 16,2%, relativ konstant.

Variabilität der Messwerte: (a.) Bei der Analyse der Variabilität der Steinkernlänge, –breite und –dicke an den diversen Wuchsorten lassen sich bei allen drei Maßen ähnliche Variabilitätsspannen nachweisen. So treten beispielsweise in Lobeda vergleichsweise hohe Variationsbreiten bei kleinen Steinkernen auf, in Cospeda und Kunitz indessen zeigt sich vor allem die Steinkernbreite relativ unbeständig. Zusätzlich divergiert in Cospeda die Steinkernbreite verhältnismäßig deutlich sowie die Steinkernlänge in Ammerbach. Am Hausberg dagegen finden sich gleichartig gestaltete Steinkerne mit nur sehr geringer Abweichung der Maße vom Mittelwert (6-8%)

(b.) Im Vergleich dazu zeigt sich bei der Untersuchung aller Populationen besonders hinsichtlich der Steinkernbreite deutliche Variabilität. Die relativen Variationskoeffizienten schwanken zwischen 5,3% (Pop. 29) und 19,2% (Pop. 19). Demnach stellt die Steinkernbreite teilweise ein wenig variables, teilweise ein relativ deutlich variierendes Merkmal dar. Da Population 19 aus sehr wenigen Früchten besteht, muss dieses Ergebnis allerdings unter Vorbehalt betrachtet werden. Die höchste Variabilität – unter Ausschluss von Population 19 – ist bei ca. 11% zu beobachten, was einer auffallenden Konstanz in der Dicke entspricht. In diesem Variationsbereich liegen auch die beiden anderen Maße: Die Steinkernlänge variiert zwischen 7,3% (Pop. 30) und 13,3% (dieser Wert entstammt erneut Population 19), die Steinkernbreite zwischen 7,1% (Pop. 4) sowie 14,2% (Pop. 6).

(c.) Aus den Ergebnissen obiger Analyse ergeben sich an den Einzelwuchsorten ähnliche Variationsbreiten, der relative Variationskoeffizient ist generell niedrig. Es bestätigt sich, dass auch an „großen Wuchsorten“ wie Ammerbach, bei den Populationen vor allem geringe Variabilität aufzufinden ist. Hier weisen die Steinkerne zu vier Fünfteln (Dicke und Breite) bis drei Fünfteln (Länge) Variationskoeffizienten von unter 10% auf.

Variabilität der Indices: (a.) Betrachtet man in diesem Zusammenhang die unterschiedlichen Wuchsorte in ihren Mittelwerten, so sind alle Indices relativ variabel, insbesondere der Breiten-Längen-Index. Besonders deutliche Differenzen liegen in Ammerbach und Cospeda vor. Nur der Hausberg sowie Kunitz weisen in allen Verhältnismaßen mit Variationskoeffizienten von unter 10% sehr beständige Korrelationen ihrer ermittelten Maße auf (Tab. 5).

(b.) Überträgt man dieses Resultat auf die Populationen, so zeigt sich auch hier der höchste Variationskoeffizient mit ca. 14% (44), jedoch ebenso der niedrigste mit 6,9% (19) beim Breiten-Längen-Index. Auch der Dicken-Breiten-Index weist bei Population 28 mit 15% einen vergleichsweise hohen Wert auf – ansonsten zeigen sich bei beiden Proportionsmaßen nur Variationen zwischen ca. 7% und 12%, ebenso verhält es sich auch hinsichtlich der Weiserzahl des Steinkernes.

(c.) Beim Vergleich der Ergebnisse der Populationen und der Wuchsorte mit den Populationen der Einzelwuchsorte fällt auf, dass letztere in ihren Indices durchgängig geringe Variabilitätsunterschiede aufweisen. Zwar finden sich in Ammerbach vergleichsweise größere Abweichungen, sie sind jedoch nicht signifikant. Der Breiten-Längen-Index variiert zwischen 9,7%

Tab. 5 Variationskoeffizient der Steinkernindices an den Standorten
Variation coefficient of kernel indices at different locations

Standort	Variationskoeffizient		
	Breiten-Längen-Index	Dicken-Breiten-Index	Dicken-Längen-Index
Ammerbach	16,7916	13,4067	11,5198
Cospeda	14,0754	10,5857	13,2724
Dornburg	11,2596	7,7842	12,6622
Hausberg	8,8107	8,0511	9,5899
Kahla	12,6714	10,6564	10,0200
Kunitz	9,1570	9,2686	8,5973
Lobeda	10,2833	12,2202	9,1540

bis 13,5%, der Dicken-Längen-Index zwischen 7,5% und 10,7% und der Dicken-Breiten-Index schwankt zwischen 9% bis 15,6%.

Zusammenfassung der quantitativen Merkmale von Früchten und Steinkernen

Für die metrischen Merkmale von Früchten und Steinkernen lässt sich grundsätzlich eine im Vergleich geringe bis normale Variabilität konstatieren. Dies gilt sowohl für die Wuchsorte und Populationen generell, als auch für die Untersuchung der Populationen an den Einzelwuchsorten. Bei letzteren finden sich zudem geringe Variabilitätsunterschiede unabhängig von der Wuchsortgröße. Die Indices variieren zumindest bei den Steinkernen deutlicher als bei den Früchten, bewegen sich aber dennoch in Bereichen geringer bis normaler (bis etwa 15% Variationskoeffizient) Variabilität. Zudem lassen sich an den großen Einzelwuchsorten geringfügig deutlichere Unterschiede in ihrer Ausprägung vorfinden. Vor allem die „Weiserzahlen“ der Früchte und in geringerem Maße auch der Steinkerne stellen eher beständige Proportionsmaße dar, ein Grund, warum Werneck diese deshalb für die Charakterisierung und Abgrenzung der Varietäten mit herangezogen hat.

Variabilität der qualitativen Merkmale

Behaarung des Fruchtsieles

Bei den Früchten findet sich die Behaarung des Fruchtsieles als einziges qualitatives Merkmal, das zur Bestimmung von *Prunus spinosa* L. herangezogen werden kann und auch eine erfassbare Variabilität aufweist.

Die Behaarung des Fruchtsieles stellt in den verschiedenen Bestimmungsschlüsseln ein Merkmal dar, mit dessen Hilfe *Prunus spinosa* L. in Unterarten eingeteilt wird. Im Allgemeinen finden sich jedoch deutlich unterschiedliche Angaben in der verwendeten Literatur. So schreiben Tutin et al. (1978) den Schlehen kahle Stiele zu, Clapham (1962) und Hermann (1956) hingegen kahle bis (kärzlich) behaarte, und Scholz u. Scholz (1995) geben sie als kahl bis selten behaart an. Letztere weisen auf Kühn hin, der die Behaarung des Fruchtsieles sowie die Fruchtgröße zur Bestimmung der Unterarten verwendet, reduzieren aber das Merkmalsprogramm zur Unterscheidung subspezifischer Untergliederungen auf die Behaarung des Frucht-

stieles als Unterscheidungskriterium für die Unterarten subsp. *spinosa* (kahl) und subsp. *dasyphylla* (behaart) (Scholz u. Scholz (1995)).

Bei den im Mittleren Saaletal gefundenen Schlehen zeigen sich beide Ausprägungen – kärzlich behaarte (44,3%) und kahle (55,7%) Fruchtsiele. Damit stimmen sie also mit der angeführten Literatur insoweit überein, dass *Prunus spinosa* L. zum Teil behaarte Fruchtsiele aufweist, jedoch mit der Einschränkung, dass die behaarte Variante im Untersuchungsgebiet relativ häufig anzutreffen ist.

Auch hinsichtlich der Wuchsorte ergeben sich diverse Unterschiede: Zum einen weisen sowohl Ammerbach als auch Cospeda und Kahla beide Ausprägungen in abweichenden Häufigkeiten auf, zum anderen liegen am Hausberg, in Dornburg und Kunitz ausschließlich kahle Stiele vor, in Lobeda hingegen finden sich nur rein behaarte Formen. Überträgt man dieses Ergebnis – alle Wuchsorte, an denen nur eine Population auftritt, zeigen lediglich eine Ausprägung – auf die Einzelpopulationen, so müssten sich in den Einzelpopulationen entweder nur kahle oder nur behaarte Fruchtsiele finden lassen. Mit einer Ausnahme – Population 28 – bestätigt sich dies durchgängig.

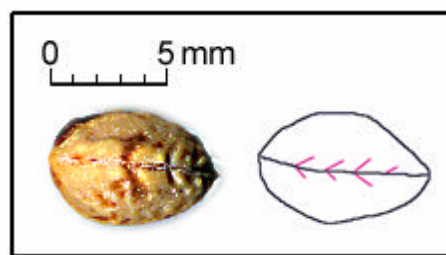


Abb. 17 Fischgräten-Muster auf den Steinkernen.
Fig. 17 Fishbone pattern on the kernels

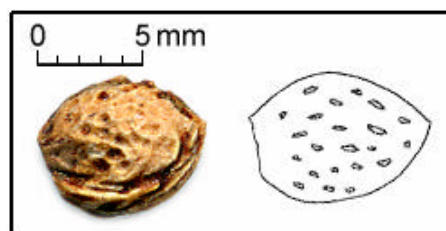


Abb. 18 Pockennarben-Muster
Fig. 18 Pockmark pattern of kernels

Tab. 6 Ausprägung der Fischgräten-Muster auf den Steinkernen an verschiedenen Standorten und Populationen
Degree of Fish bone pattern on kernels of populations at different locations

Standort	Population	Fischgräten			
		normale Ausprägung	deutliche Ausprägung	geringere Ausprägung	Gesamt
Ammerb.	28	69,2	15,4	15,4	100,0
	29	100,0			
	30	55,6	5,6	38,9	100,0
	31	60,0	20,0	20,0	100,0
	32	100,0			
Cospeda	21	44,4		55,6	100,0
	24	85,7	14,3		100,0
	8	44,4	33,3	22,2	100,0
Dornburg	38	66,7	33,3		100,0
Hausberg	45	33,3	11,1	55,6	100,0
Kahla	4	77,8	11,1	11,1	100,0
	44	100,0			
Kunitz	19	100,0			
	20	55,6	22,2	22,2	100,0
Lobeda	6	100,0			

Tab. 7 Ausprägung von Pockennarben-Muster auf Steinkernen an den Standorten
Degree of pockmark pattern on kernels of different populations at different locations

Standort	Pockennarben			
	normale Ausprägung	deutliche Ausprägung	geringere Ausprägung	Gesamt
Ammerb.	69,6	28,3	2,2	100,0
Cospeda	80,5	4,9	14,6	100,0
Dornburg	66,7	33,3		100,0
Hausberg	77,8	22,2		100,0
Kahla	93,8	6,3		100,0
Kunitz	72,7	27,3		100,0
Lobeda	100,0			

Variabilität der Steinkerne

Fischgräten-Muster auf der Rückennaht: Das Auftreten eines Fischgrätenmusters auf der Rückennaht ist ein charakteristisches Merkmal der Schlehensteinkerne, ist jedoch in unterschiedlichem Maße ausgeprägt. Es fällt auf, dass sich bei 22% der Steinkerne verhältnismäßig wenige „Fischgräten“ (geringe Ausprägung) an der Naht beobachten lassen, lediglich 10% zeigen diese in sehr hoher Zahl (deutliche Ausprägung), zum großen Teil erscheinen sie eher in normaler Ausprägung.

(a.) Zusätzlich zur Dominanz der Normalausprägung findet sich an den Wuchsorten meist jedoch mindestens eine der anderen Varianten. Nur die Schlehen des Hausberges weisen Steinkerne mit wenigen Fischgräten auf, hingegen die von Lobeda ausschließlich solche mit normaler Fischgrätenmusterung.

(b.) Auch bei der Untersuchung der Variabilität der Populationen erweist sich das Fischgräten-Merkmal als variabel. Die häufigsten Erscheinungen stellen einerseits rein „normale Fischgräten“ wie in Lobeda, andererseits jedoch – und das er-

scheint bemerkenswert – genauso zahlreich alle drei Ausprägungen nebeneinander dar (jeweils 40%), nur zwei der Formen nebeneinander finden sich hingegen seltener (20%). Dieses Merkmal fällt in der hier vorliegenden Untersuchung also vorwiegend entweder wenig oder deutlich variabel aus.

(c.) Allgemein betrachtet weisen – mit Ausnahme von Cospeda – die Steinkerne der Populationen an ihrem jeweiligen Wuchsort zu mindestens 55% normale Fischgräten auf. Diese machen also zumeist sogar deutlich mehr als die Hälfte der vorkommenden Formen aus, zudem haben zwischen 50% und 60% der dortigen Wuchsortpopulationen ausschließlich diese Ausprägung. In Cospeda hingegen tritt eine einzige Population (21) auf, deren Steinkerne hauptsächlich wenige Fischgräten, und zudem vergleichsweise geringfügig (zu 44%) die normale Ausprägung aufweisen. Bei den anderen Populationen des Wuchsortes dominiert jedoch die normale Form (genaue Werte, vgl. Tab. 6).

Nadelstichtrichter: Das Fehlen des Merkmals „Nadelstichtrichter“ ist nach Werneck (1961) für die Schlehen kennzeichnend. Diese Aussage lässt sich für alle untersuchten Steinkerne des

Mittleren Saaletals bestätigen, da hier ebenfalls bei keiner Pflanze derartige „Einstiche“ – sowohl auf der Bauchnaht als auch den Parallellisten – gefunden wurden. Aufgrund der gleichartigen Ausprägung dieses Merkmals wurde es nicht weiter berücksichtigt.

Pockennarben-Muster: Auch die „Pockennarben“ auf den Seitenflanken sind typisch für die Schlehensteinkerne. Entsprechend kommen sie auf allen Steinkernen in drei verschiedenen Ausprägungsformen vor, wobei wie beim Merkmal der Fischgräten die normale Form vorherrscht. Dabei findet eine Unterscheidung der Merkmalszustände „deutlich ausgeprägte Pockennarben“, also sehr markant hervortretende, „normale“ sowie „weniger auffällige Narben“ statt.

(a.) Untersucht man die Variabilität für die Wuchsorte, so lässt sich feststellen, dass normale Pockennarben ohne Ausnahme deutlich dominieren, aber zusätzlich oftmals noch die markantere Gestaltung (deutliche Ausprägung) vorliegt. Hingegen finden sich weniger hervortretende Pockennarben lediglich an zwei Wuchsorten und auch in geringer Häufigkeit (genaue Werte, vgl. Tab. 7).

(b.) Dass die geringere Ausprägungsform vergleichsweise selten (20%) auftritt, lässt sich bei der Betrachtung der Populationen bestätigen. Nur in einer einzigen Population (32) liegt deren Anteil bei 50%. Entsprechend verhält es sich hinsichtlich des deutlichen Auftretens von Pockennarben: Zwar kommen derartig strukturierte Steinkerne bei vergleichsweise mehr Populationen vor, trotzdem findet sich auch hier nur eine Population (30), bei der diese die Mehrheit der gefundenen Formen bilden. Ansonsten dominieren ausschließlich normal ausgeformte Pockennarben, die sogar bei 40% der Populationen als einzige Form auftreten.

(c.) Bei der Übertragung der Ergebnisse auf Einzelwuchsorte – die Merkmalsvielfalt soll anhand der dort jeweils auftretenden Populationen dokumentiert werden – lässt sich vorwiegend Übereinstimmendes feststellen: Die normale Ausprägung herrscht vor und tritt je nach Wuchsortgröße bei zwischen 33,3% und 50% der Populationen in Reinform auf. Lediglich Ammerbach und Cospeda weisen, nicht zuletzt aufgrund ihrer Populationszahlen, abweichende Häufigkeiten auf. So liegen in Ammerbach zwei Populationen – Nummer 30 und 32 – vor, die entweder die deutliche oder aber die geringe Ausprägung der Pockennarben zeigen, dagegen tragen die Steinkerne in Cospeda weniger markante Pockennarben.

Generell lässt sich festhalten, dass das Merkmal der Pockennarben auf den Seitenflanken wie auch das der Fischgräten ein schwer differenzierbares und damit auch schwer klassifizierbares Merkmal darstellt. Dennoch finden sich Unterschiede in der Intensität der Ausprägung, die normal ausgeprägte Form dominiert. Insgesamt scheint die Pockennarbigkeit weniger variabel zu sein als die Fischgräten-Muster.

Gestaltung des Bauchwulstes: In dieser Arbeit wird bei der Gestaltung des Bauchwulstes zwischen prominent vorgewölbten und weniger ausgeprägten Varianten unterschieden, wobei die Charakterisierung der letzteren Variante stärker von der Form des Steinkerns beeinflusst wird: Ist der Steinkern vergleichsweise rund, tritt der Bauchwulst zurück und passt sich in die Oberflächenstrukturen ein. Beide Formen kommen beinahe gleich häufig vor.

(a.) Beide Merkmalszustände finden sich an den verschiedenen Wuchsorten meist gleichwertig, nur Lobeda (weniger prominente), der Hausberg und Dornburg (beide: prominente) weisen

ausschließlich eine einzige Variante auf, beherbergen jedoch lediglich eine Population.

(b.) Würde man aufgrund dieses Ergebnisses – alle Wuchsorten mit einer Einzelpopulation haben eine 100%ige Ausprägung – auf die übrigen schließen, so müssten sich durchweg Populationen finden, die entweder nur prominente oder nur weniger prominente Bauchwülste vorweisen. Das Ergebnis bestätigt die relativen Häufigkeiten der Gesamtstichprobe – auch hier halten sich die prominente und ebenso die weniger prominente Form in reiner Ausprägung mit jeweils ca. 26% die Waage – die restlichen Populationen tragen beide Ausprägungen nebeneinander, wobei diejenigen mit überwiegend prominentem Bauchwulst dominieren. Daneben tritt die weniger markante Form in der Mehrheit der Fälle zu mindestens einem Drittel auf (Ausnahme: Population 21).

(c.) Ähnlich verhält es sich hinsichtlich der Populationen an den jeweiligen Wuchsorten: Zwischen 33,3% und 60% der jeweiligen Wuchsortpopulationen weisen allein eine Ausprägungsform auf, mit Ausnahme von Kunitz, hier finden sich jedoch ausschließlich beide nebeneinander. Bei den restlichen Populationen treten prominente genauso wie weniger prominente mehr oder minder gleich häufig auf. Es lässt sich festhalten, dass die leichten Differenzen in der Ausprägung des Bauchwulstes kein geeignetes Merkmal zur Erfassung subspezifischer Diversität ist. Die jeweilige Ausprägung geht zum Teil erheblich mit der Gestalt des Steinkernes einher. Keine Form dominiert auffallend über die andere, weder an den meisten Einzelwuchsorten noch beim Großteil der Populationen tritt ausschließlich eine Variante auf.

Ausprägungsformen der Spitze: Anhand der Gestaltung ihrer Spitze lassen sich die Steinkerne der Unterart *euspinosa* Domin nach Werneck (1961) in drei Gruppen aufteilen: solche mit einseitig zugespitztem, solche mit doppelt zugespitztem und diejenigen mit beiderseitig abgerundetem Steinkern.

Bei den hier betrachteten Schlehen finden sich ausschließlich Steinkerne der abgerundeten (38,8%) bzw. einseitig zugespitzten (61,2%) Form – hierunter fallen auch die deutlich zugespitzten Ausprägungen, doppelt zugespitzte konnten nicht nachgewiesen werden.

(a.) Auffällig erscheint, dass an sechs der sieben Wuchsorte sowohl abgerundete als auch zugespitzte Steinkerne auftreten, nur am Hausberg existiert lediglich eine einzige Ausprägungsform – diese sind extrem einseitig zugespitzt (deutlich spitz). Auch an den anderen Wuchsorten überwiegen zahlenmäßig die einseitig zugespitzten – nur in Dornburg und Kunitz liegt ein umgekehrtes Verhältnis vor, hier dominiert die abgerundete Form.

(b.) Vergleichbares lässt sich bei der Analyse der Populationen feststellen: So weist nur ein Drittel der Steinkerne der untersuchten Populationen ausschließlich eine Merkmalsausprägung auf, dabei handelt es sich meist um die einseitig zugespitzte (80%). Bei den restlichen Populationen finden sich sowohl der spitz zulaufende als auch der abgerundete Steinkernstyp.

(c.) Bei den Populationen an den Einzelwuchsorten liegen in Ammerbach, Cospeda und Kunitz sowohl Populationen mit beiden Varianten, als auch solche mit lediglich einer Ausprägungsform vor, in Kahla hingegen existieren ausschließlich beide Typen nebeneinander. Auffällig jedoch ist, dass wenigstens jeweils eine Population am Wuchsort überwiegend abgerundete und eine vorherrschend zugespitzte Steinkerne trägt. Es lässt sich somit für keinen Wuchsort eine einzige Ausprägungsform nachweisen.

Zusammenfassung der qualitativen Merkmale von Früchten und Steinkernen

Betrachtet man die qualitativen Merkmale zusammenfassend, so fällt auf, dass die Behaarung des Fruchtsiels der Schlehen im Mittleren Saaletal ein Merkmal ist, dass in seiner Ausprägung beide Formen, die kahle und behaarte, – abweichend zu Angaben der Literatur – beinahe gleich häufig annimmt. Die Untersuchung der Variabilität der Steinkernmerkmale zeigt kaum verwertbaren Ergebnisse, da Ausprägungsformen schwer zu unterscheiden und damit auch nur mit Schwierigkeiten einzuordnen sind und diese oftmals sehr leichten Differenzierungen nicht eindeutig zu unterscheiden sind.

Untersuchung der Variabilität der Dornen

Prunus spinosa L. wird in der Literatur stets als sparriger dorniger Strauch oder Hochstrauch bis zu 4m (Scholz u. Scholz 1995), der beblätterte Kurztriebe mit spitzem Ende ausbildet (Hermann 1956), beschrieben. Diese Kurztriebe stehen rechtwinklig ab, tragen zumeist Blüten und kommen in unterschiedlicher Zahl in der mittleren Region des Langtriebes vor. Die Blätter sind kleiner als diejenigen der Langtriebe. Zudem beobachtet Körber-Grohne (1996), dass die Dornen bei *Prunus domestica* subsp. *insititia* var. *juliana* ebenso wie bei *Prunus spinosa* L. „mit zunehmenden Alter verschwinden“, das Merkmal der Bedornung dementsprechend vom „individuellen Wachstumsstadium“ der Pflanze abhängt. Ähnliches beschreibt Schröder (1962), der festhält, dass die Kurztriebsspitze ungefähr an der Stelle vertrocknet und abbricht, an der die Ausbildung des Xylems beginnt. Es finden sich bei *Prunus spinosa* L. unterschiedliche Ausprägungen der Spitze, die meist nicht konisch zuläuft sondern eine „nach oben verbreiterte unregelmäßige Spitze“ darstellt (Schröder 1962). Aus diesem Grund lehnt Schröder (1962) es ab, von Dornen zu sprechen und bezeichnet sie vielmehr als dornenähnliche Kurztriebe. Nachdem derartige „stumpfe Dornen“ auch an einigen Populationen des Mittleren Saaletals festgestellt werden konnten, soll der Ausdruck der dornenähnlichen Kurztriebe hier beibehalten werden.

Variabilität in den Ausprägungsformen der Spitze

Zunächst soll die Ausprägung der Spitze der dornenähnlichen Kurztriebe von *Prunus spinosa* L. im Untersuchungsgebiet dokumentiert werden. Die verschiedenen Formen werden dabei in solche untergliedert, deren Kurztriebe vornehmlich spitze Enden aufweisen (spitz), solche, bei denen sich hauptsächlich stumpfe finden (stumpf) und solche, bei denen sich beide Merkmalszustände (spitz und stumpf) die Waage halten. Grundsätzlich lassen sich am Gesamtmaterial bei 67% spitze, bei 20% stumpfe und bei 10% beide Arten von Kurztrieben feststellen.

(a.) Bei der Betrachtung der verschiedenen Wuchsorte kommen – mit Ausnahme von Dornburg, wo die stumpfen (63%) dominieren – überwiegend spitze Enden vor. Durch die Zerstörung der Strauchmarkierungen konnte die Bedornung, die als letztes der Merkmale im Feld ermittelt wurde, nur teilweise erfasst werden. Auffällig ist, dass sich an allen Wuchsorten – mit Ausnahme von Kahla, wo ausschließlich spitze oder stumpfe Enden vorkommen – sämtliche Ausprägungsformen finden lassen.

(b.) Hinsichtlich der Einzelpopulationen dominieren ebenfalls spitze dornenähnliche Kurztriebe, lediglich die Populationen 38 (Dornburg) und 13 (Kunitz) weisen überwiegend die stumpfe Variante auf. Bei allen anderen nehmen sowohl die stumpfen als auch diejenigen mit beiden Ausprägungen eine untergeordnete Rolle ein, hier dominieren spitze Kurztriebe mit 20-100%iger Häufigkeit. Ausschließlich spitze Enden weisen 19% der Populationen – nämlich die Nummern 4, 31 sowie 32 – auf. 20% spitze Formen lassen sich am Hausberg feststellen, hier konnte jedoch wegen der Etikettenzerstörung nur 40% der Bedornung erfasst werden.

(c.) Betrachtet man anhand dieser Ergebnisse die Unterschiede in der Ausprägung der Populationen der jeweiligen Wuchsorte, so ist zu erwarten, dass sich an den meisten nur solche Populationen finden werden, die zum Großteil spitze dornenähnliche Kurztriebe aufweisen. Dies bestätigt sich auch uneingeschränkt für die Wuchsorte Ammerbach, Cospeda und Kahla, in Kunitz hingegen kommt eine Population vor, bei der die stumpfen Enden dominieren.

Variabilität im Ausmaß der Bedornung

Neben ihrer Unterscheidung anhand der Spitze wurde zudem das Ausmaß der Bedornung analysiert. Dafür wurde die Häufigkeit des Auftretens dornenähnlicher Kurztriebe in die Kategorien „wenig“, „normal“, „zahlreich“, „sehr zahlreich“ eingeteilt.

7% der Pflanzen tragen vergleichsweise „wenig“ Sprossdornen, 64% weisen diese in „normaler“ Häufigkeit auf, bei 26% hingegen kommen „zahlreich“ dornenähnliche Kurztriebe vor und „sehr zahlreich“ bei ca. 1%.

(a.) Infolgedessen liegt auch bei der Untersuchung der Wuchsorte der Merkmalszustand „sehr zahlreiche Ausprägung“ nur an zwei Wuchsorten mit äußerst geringen Prozentsätzen vor – in Cospeda mit 1,6%, in Kahla mit 3,3%. Daneben kommen wiederum vornehmlich Kurztriebe in „zahlreicher“, vor allem aber in „normaler“ Häufigkeit vor. An keinem der Wuchsorte dominiert eine andere Variante, obwohl am Hausberg aufgrund der geringen Größe der Stichprobe ebenso viele Pflanzen „wenig“ Sprossdornen aufweisen wie in „normalem“ Ausmaß. Dafür finden sich hier weder die „zahlreiche“ noch die „sehr zahlreiche“ Variante. In Dornburg und Kahla hingegen wurden keine Schlehen mit „wenig“ Bedornung gefunden. (genaue Werte, vgl. Tab. 8).

(b.) Die Einzelpopulationen zeigen ähnliche Tendenzen wie ihre Wuchsorte. Generell dominiert die „normale“ Ausprägungsform (zwischen 20% und 86%), jedoch finden sich ebenfalls Populationen bei denen eher „zahlreich“ Sprossdornen zu verzeichnen sind – so bei den Nummern 28 (55%), 31 (60%) und 4 (50%). Die anderen Merkmalsvarianten treten dagegen nicht besonders häufig auf – „wenig“ Bedornung kommt, sofern sie überhaupt vorliegt, zu 5-25% bei den Populationen vor, „sehr zahlreiche“ Kurztriebe hingegen haben die Populationen 24 und 4 zu je ca. 5%. Ausschließlich eine Variante findet sich jedoch bei keiner Population.

(c.) Bei der Analyse des Verhaltens der Populationen an den Einzelwuchsorten fällt auf, dass in Ammerbach zwei Fünftel der Populationen überwiegend die „zahlreiche“ Ausprägung vorweisen. Auch in Kahla findet sich sowohl eine Population (4), bei der die Dornen dominierend „zahlreich“ auftreten als auch eine (44), bei der sie vor allem die „normale“ Häufigkeit zeigen. Bei den übrigen Wuchsorten – Kunitz und Cospeda – hingegen herrscht durchgängig die „normale“ Ausprägung vor – und zwar zu mindestens 67%.

Tab. 8 Häufigkeit der dornenähnlichen Kurztriebe an den Standorten
Frequency of thorn-like short branches at different locations

Standort	Häufigkeit der dornenähnlichen Kurztriebe						Gesamt
	wenig	normal	zahlreich	sehr zahlreich	Gesamt	Fehlend	
Ammerb.	1,4	55,7	41,4		98,6	1,4	100,0
Cospeda	8,2	70,5	18,0	1,6	98,4	1,6	100,0
Dornburg		68,2	31,8		100,0		
Hausberg	20,0	20,0			40,0	60,0	100,0
Kahla		50,0	46,7	3,3	100,0		
Kunitz	11,5	77,0	11,5		100,0		
Lobeda	25,0	65,0	10,0		100,0		

Variabilität der Länge der dornenähnlichen Kurztriebe

Die Länge der dornenähnlichen Kurztriebe scheint äußerst variabel (relativer Variationskoeffizient: 33,6%).

(a.) So divergieren die Werte an den unterschiedlichen Wuchsorten auffallend – in Kahla um 21% bis hin zu 39% in Ammerbach. Es findet sich zwar an den „größten Wuchsorten“ (Ammerbach und Cospeda) auch die deutlichste Variabilität, allerdings weisen auch diejenigen mit lediglich einer Population (Lobeda, Dornburg, Hausberg) Variationen um 29% auf.

(b.) Entsprechend verhält sich das Merkmal der dornenähnlichen Kurztriebe bei den Populationen. Sie sind ebenfalls durch sehr hohe relative Variationskoeffizienten – bis zu 48% (Pop. 30) – gekennzeichnet sind, ihre Werte streuen deutlich um den Durchschnitt. Bei wenigen Ausnahmen hingegen treten jedoch auch geringere Abweichungen auf, beispielsweise bei Population 44 (15%) bei Population 4 (23%) sowie bei Population 13 (24%). Alle anderen zeigen häufig sehr lange Sprossdornen neben sehr kurzen auf.

(c.) Untersucht man die Variabilitätsunterschiede der Populationen der Einzelwuchsorte, so lassen sich generell große Divergenzen an den einzelnen Wuchsorten beobachten. Dabei liegen in Ammerbach mit 27% (Pop.31) bis 48% (Pop. 30) die deutlichsten Unterschiede vor. Auch Cospeda weist große Unterschiede zwischen den Populationen auf (27-37%). Geringere Abweichungen finden sich in Kahla, hier liegt mit 15% die geringste Variabilität vor.

Zusammenfassung

Die Bedornung ist zwar ein typisches Merkmal für *Prunus spinosa* L., ihre Ausprägung jedoch scheint nicht vom Wuchsort abzuhängen. Meist liegen zwei oder auch drei Formen nebeneinander vor, die spitzen Enden dominieren dabei auffallend.

Aus den Ergebnissen der Untersuchung zur Häufigkeit des Auftretens dornenähnlicher Kurztriebe lassen sich zwei Dinge ableiten: Zum einen treten bei einem Großteil der Populationen ähnliche Häufigkeiten auf, da sie vorwiegend die Ausprägung „normal“ aufweisen. Zum anderen dominieren an „größeren Wuchsorten“ wie beispielsweise Ammerbach bei einigen Populationen auch andere Formen (in diesem Fall „zahlreich“), dies lässt sich aber ebenso bei kleineren Wuchsorten (Kahla) beo-

bachten. Die Häufigkeit der dornenähnlichen Kurztriebe verhält sich bei allen Populationen und an allen Wuchsorten relativ ähnlich, dergestalt, dass sich kaum Pflanzen finden, die der Einordnung „wenig“ oder „sehr zahlreich“ entsprechen. 90% aller Pflanzen liegen somit im Bereich „normaler“ bis „zahlreicher“ Ausprägung und zeigen damit nur relativ geringe Variabilität.

Zusammenfassend ergibt sich für die Analyse der Länge der dornenähnlichen Kurztriebe, dass sich sowohl sehr kurze als auch äußerst lange Sprossdornen an allen Wuchsorten und bei beinahe jeder Population finden lassen. Zusätzlich treten bei den Populationen keine geringeren Abweichungen auf als an den Wuchsorten: die dornenähnlichen Kurztriebe kommen demnach in jeglicher Länge unabhängig von der Population und dem Wuchsort vor und stellen somit kein geeignetes Merkmal zur Erfassung der Variabilität dar. Ihre Größe hängt eher vom individuellen Wachstumsstadium ab.

Variabilität an Einzelpflanzen

Um die Aussagekraft der Untersuchung bzw. der Ergebnisse der Wuchsorte und Populationen zu überprüfen, wurde noch die Variabilität an Einzelpflanzen untersucht. Es ist anzunehmen, dass einerseits die Werte an den gleichen Pflanzen weniger divergieren, zum anderen sollten sich vor allem die Indices als konstant erweisen.

Quantitative Merkmale

Blüten

Wie erwartet, zeigen sich für die Blüten hinsichtlich der Messwerte der Kronblattlänge und -breite, für die Staubblattzahl und auch für die Staubblattlänge sehr geringe Unterschiede an den einzelnen Pflanzen (Variationskoeffizient von 0-10%). Nur bei der Kronblattbreite liegt in einem Fall eine geringfügig deutlichere Variabilität vor (12%), gleiches gilt für die Staubblattlänge (11%).

Ebenso verhält es sich bei den Indices. Auch diese weisen durchgängig Abweichungen von 1-10% an den diversen Pflanzen auf – mit einer Ausnahme des Kronblattindex mit 12% relativem Variationskoeffizient. Kein einheitliches Bild ergibt die Untersuchung des Verhältnisses von Staubblättern zu

Kronblättern. Vielmehr zeigen drei der fünf untersuchten Pflanzen beide Ausprägungen – also kürzere Kron- als Staubblätter sowie gleich lange oder längere Staub- als Kronblätter (Abb. 19, 20).

Blätter

Hinsichtlich der Laubblätter zeigt sich bereits an den Einzelpflanzen für die Maße Blattlänge, Blattbreite sowie Blattstiel-länge eine erhebliche Variabilität, die mit relativen Variationskoeffizienten zwischen 10% und 49% in Hinblick auf die Blattlänge noch die geringsten Differenzen annimmt. Auffallend geringe Variabilität findet sich beim Verhältnis der Blattbreite

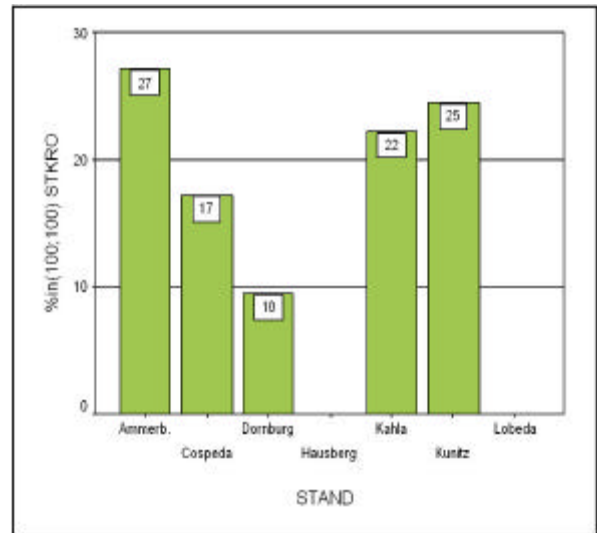
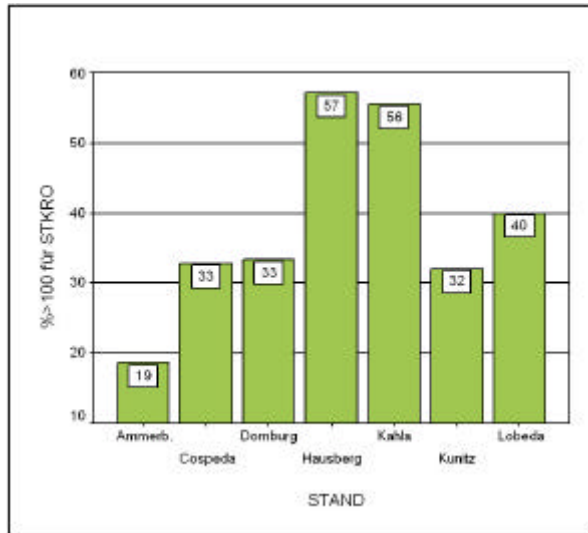


Abb. 19 Staubblatt-Kronblatt-Index (STKRO) von $\geq 100\%$ bei den Wuchsorten

Fig. 19 Petal-Stamen-Index (STKRO) at all habitats with $\geq 100\%$

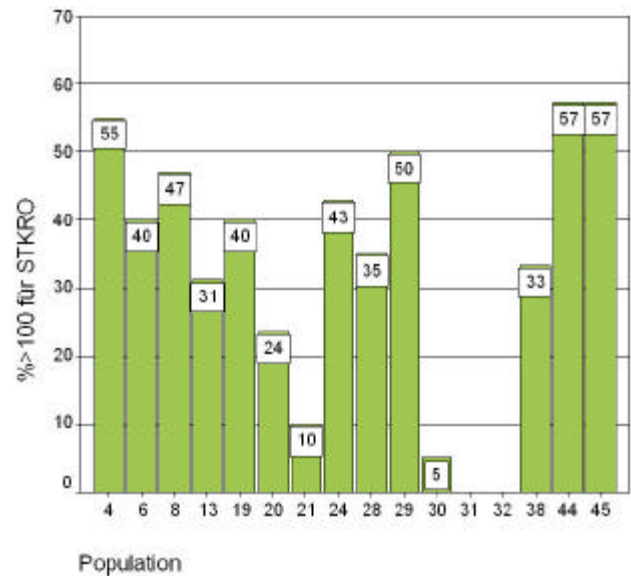
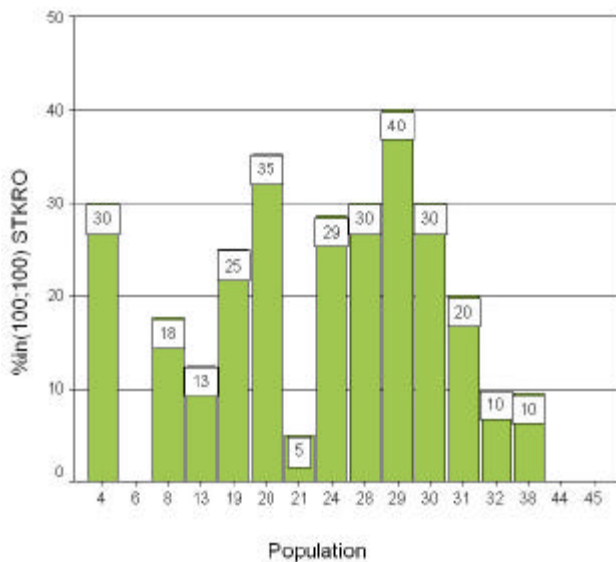


Abb. 20 Staubblatt-Kronblatt-Index (STKRO) von $= 100\%$ bei den Populationen

Fig. 20 Petal-Stamen-Index (STKRO) at all habitats with $= 100\%$

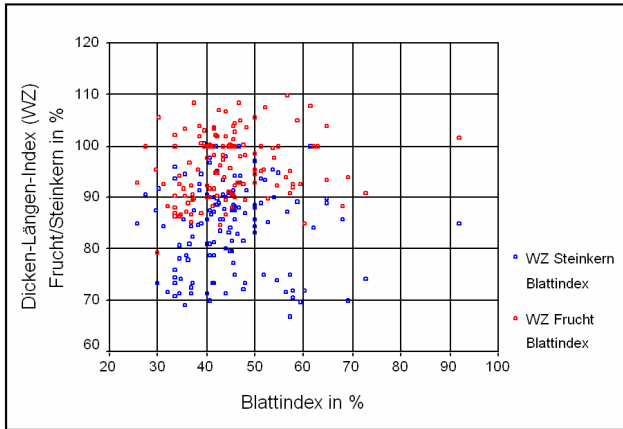


Abb. 21 Weiserzahl der Frucht/Steinkerne im Verhältnis zum Blattindex

Fig. 21 Relationship of the Weiserzahl (drupes/kernels) with leaf index

zur Blattlänge. Hier liegt das Minimum der ermittelten Variationskoeffizienten bei 7-12%, d.h. vergleichsweise geringe Abweichungen. Demnach stellt der Index das beständigste Merkmal der Blätter an einer Pflanze dar und ist wohl auch für die Populationen am aussagekräftigsten.

Früchte

Werden die Früchte der Einzelpflanzen untersucht, so ergeben sich erwartungsgemäß im Vergleich mit den Früchten der Wuchsorte und Populationen geringe bis normale Variationen. Lediglich der Fruchtsiel bildet auch an den Einzelpflanzen die Ausnahme und variiert zumeist deutlich (Variationskoeffizient von 9-35%). Die übrigen Werte – also die Fruchtlänge und die Fruchtbreite weisen Abweichungen zwischen 0% und 18% bzw. 4% und 17% auf, mindestens zur Hälfte jedoch unter 10%.

Bei den Indices ergeben sich dagegen kaum Differenzen. Der Breiten-Längen-Index divergiert zwischen 3 und maximal 8%. Ebenso verhält es sich beim Dicken-Längen-Index, der dieselben Werte annimmt. Demnach stellen auch diese Indices gute Merkmale dar, die Variabilität der Populationen und Wuchsorte zu untersuchen (Abb. 24).

Steinkerne (Abb. 22, 23)

Bei den Steinkernen liegen die Messwerte meist sehr deutlich in Bereichen geringer Variabilität. Bei der Steinkernbreite finden sich Variationskoeffizienten von 0% bis 12%, bei der Steinkerndicke von 0% bis 10% und bei der Steinkernlänge von 5% bis 11%. Somit stellen die Steinkerne bereits in ihren absoluten Maßen ein sehr konstantes Merkmal dar. Hinsichtlich der Indices liegen die Abweichungen jedoch höher – mit relativen Variationskoeffizienten zwischen 5% und 17% des Breiten-Längen-Indexes sowie 6% bis 14% in Hinblick auf den Dicken-Breiten-Index und 1% bis 14% beim Dicken-Längen-Index – weisen aber dennoch nur geringe bis normale Variabilität auf. Diese Problematik greift auch Körper-Grohne (1996) auf, die betont, dass die statistische Auswertbarkeit bei den kleinen Schlehensteinkernen „an [ihre] Grenze“ stößt.

Bei den Früchten und Steinkernen weichen die Werte an Einzelpflanzen damit genauso bzw. geringfügig weniger als die der Populationen oder sogar Wuchsorte voneinander ab. Die Indices stellen auch hier ein relativ konstantes Merkmal dar, jedoch in ähnlichen Bereichen bzw. bei den Steinkernen sogar geringfügig über denen der absoluten Maße.

Dornenähnliche Kurztriebe

Bei den dornenähnlichen Kurztrieben jedoch ergeben sich bei allen Pflanzen deutliche Variationsunterschiede, die Werte haben einen auffällig hohen relativen Variationskoeffizienten von 18% bis zu über 50%. Damit bestätigt sich die Annahme, dass die Länge der dornenähnlichen Kurztriebe kein Merkmal darstellt, das zur Untersuchung der Variabilität an Wuchsorten oder Populationen geeignet erscheint.

Qualitative Merkmale

Für die Analyse der qualitativen Merkmale an Einzelpflanzen ergeben sich weitaus geringere Divergenzen als bei den quantitativen Merkmalen. Blattform und die Zahnung der Blattränder zeigen hier keine nachweisbaren Unterschiede, die Behaarung der Blätter hingegen fällt teilweise im oberen Bereich der Triebe deutlicher aus. Auch bei den Frucht- und Steinkernmerkmalen kommen keine auffallenden Abweichungen vor. Die Fruchtsielbehaarung findet sich stets an allen oder keinen untersuchten Fruchtsielen einer Pflanze, die Steinkerncharakteristika divergieren ebenso wenig (vgl. Abb. 22). Dass bei den dornenähnlichen Kurztrieben sowohl die spitze als auch die stumpfe Ausprägung an einer Pflanze auftreten können, wurde bereits erörtert.

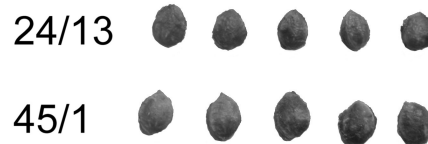


Abb. 22 Steincharakteristika von Pflanzen unterschiedlicher Wuchsorte

Fig. 22 Similarity of kernel structures from plants of different habitats

Zusammenfassung

Anhand der Untersuchung der quantitativen Merkmale an Einzelpflanzen kann im Hinblick auf die zuvor analysierten Merkmale an den Populationen und Wuchsorten festgehalten werden, dass die Indices tatsächlich geringfügiger variieren und damit aussagekräftiger sind als die absoluten Maße. Dies gilt besonders für die Blattmerkmale. Andererseits sind die absoluten Maße der Blüten und Früchte, aber vor allem der Steinkerne, ein gutes Merkmal zur Untersuchung der Variabilität an verschiedenen Pflanzen, da sie an den Einzelpflanzen geringe Variabilität aufweisen. Als weniger geeignet stellen sich dagegen die absoluten Maße der Blätter, sowie der Staubblatt-Kronblatt-Index und vor allem die Dornenlänge heraus. Die qualitativen Merkmale verändern sich an den Einzelpflanzen nicht nachweisbar, beruhen jedoch meist auf subjektiv er-

mittlerer Grundlage und sind somit für die Untersuchung der Variabilität anfechtbar und schwer zu objektivieren. Eine Ausnahme stellt die Spitzenausprägung der dornenähnlichen Kurztriebe dar, die offensichtlich vom individuellen Wachstumsstadium der Pflanze abhängt und kein geeignetes Merkmal zur Untersuchung der Variabilität ist.

Insgesamt bestätigt die Analyse der Einzelpflanzen in ihrem Ergebnis die Resultate der Untersuchung der Variabilität an den Populationen und Wuchsorten.

Untersuchung aller Merkmale auf ihre Variabilität

Quantitative Merkmale

Für die folgende Untersuchung sollen alle Merkmale in Bezug auf ihre allgemeine Variabilität verglichen und zusätzlich Gemeinsamkeiten in der Variabilität an den unterschiedlichen Wuchsorten und bei den Populationen herausgearbeitet werden.

Wie aus den Diagrammen in Abb. 24 ersichtlich, weisen von den 22 verschiedenen Merkmalen – davon 11 Blatt-, Blüten- und Zweigmerkmale sowie 11 Frucht- und Steinkernmerkmale – vor allem die Blattmerkmale, dabei besonders die Blattbreite und die Blattstiellänge aber auch die Blattlänge, die Länge der Sprossdornen sowie die Kronbreite eine sehr große Variabilität auf. Geringere Variabilität hingegen findet sich bei der Kronblattlänge, bei nahezu allen Fruchtmerkmalen und bei sämtlichen Steinkernmerkmalen. Ausschließlich der Dicken-Längen-Index (= Breiten-Längen-Index) der Frucht zeigt eine geringe Variabilität.

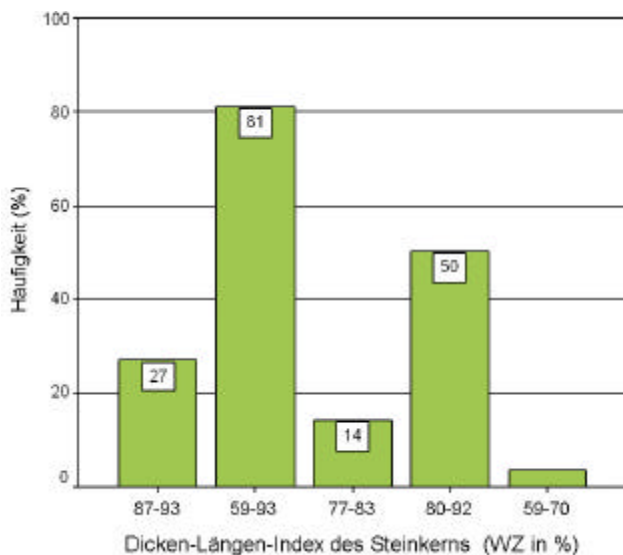


Abb. 23 Einordnung der untersuchten Steinkerne in WERNECKS Weiserzahl

Fig. 23 Classification of investigated seeds according to the Weiserzahl by WERNECK

Bei der Untersuchung der Wuchsorte dahingehend, inwieweit sich vergleichbare Variabilitäten unterschiedlicher Merkmale zeigen, ergibt sich, dass bei 11 Merkmalen sehr hohe Variabilität auftritt; mit Ausnahme der Fruchtstiellänge beziehen sich

diese jedoch nicht auf die Frucht- oder Steinkerneigenschaften. So liegen die Blattmerkmale: Blattlänge, Blattbreite und Blattstiellänge bei sechs der sieben Wuchsorte (Ausnahme Lobeda), in Bereichen sehr hoher Variabilität. Ebenso häufig zeigt sich Variabilität in der Länge der dornenähnlichen Kurztriebe (Ausnahme Kahla). Nur vier Wuchsorte – Ammerbach, Cospeda, Dornburg und der Hausberg divergieren stark bei der Kronblattbreite, alle übrigen Merkmale zeigen nur jeweils an einem Wuchsort eine derartige Ausprägung.

Bei den Wuchsorten liegen in Cospeda die meisten Merkmale (9) im Bereich von mehr als 25% relativem Variationskoeffizient; dies betrifft sämtliche Blattmerkmale, die Kronblattbreite und auch den Kronblattindex sowie die Sprossdornen und Fruchtstiellänge. In den wenigsten Merkmalen variabel zeigt sich der Wuchsort Lobeda, bei dem lediglich die Staubblattzahl sowie die Länge der dornenähnlichen Kurztriebe sehr hohe Variationskoeffizienten aufweisen. Am Wuchsort Kahla variieren ausschließlich Blattmerkmale mit Ausnahme des Indexes. Geringe Variabilität (< 10%) findet sich vor allem auf die Frucht- und Steinkernmerkmale beschränkt hauptsächlich am Hausberg (10 Merkmale), in Ammerbach (8), in Kunitz (8) und auch in Cospeda (7).

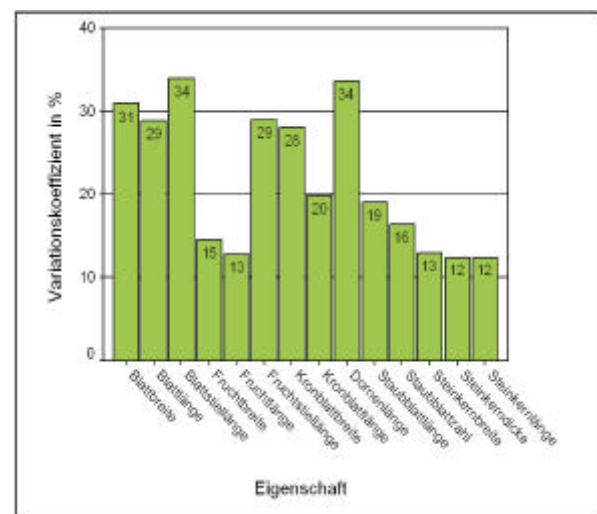
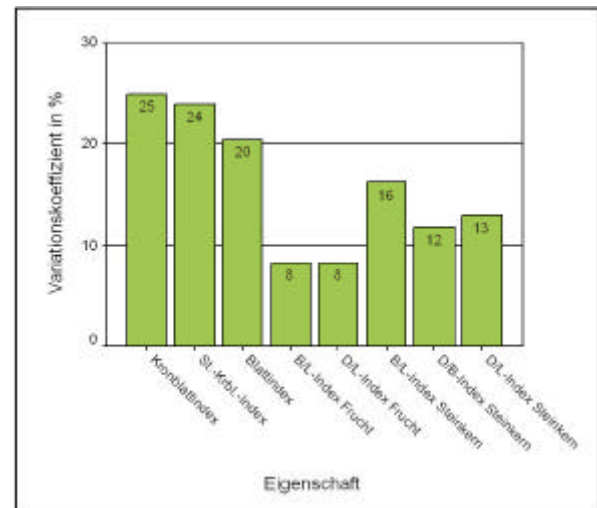


Abb. 24 Variationskoeffizient aller untersuchten Merkmale

Fig. 24 Coefficient of variability of all characters investigated

Bei den Populationen verhält es sich ähnlich zu den Wuchsorten. Die Blattmerkmale sowie die Länge der dornenähnlichen Kurztriebe sind auffallend variabel, gefolgt von den Blütenmerkmalen. Bei den Frucht- und Steinkernmerkmalen weist nur die Fruchtstiellänge hohe Variabilität auf. Vor allem in den Populationen 29, 45 und 21 lässt sich häufig (in sieben Merkmalen) hohe Variabilität nachweisen. Hohe Variabilität in der Ausprägung von sechs Merkmalen findet sich zudem bei Population 31 sowie 38. Dagegen liegen die Populationen 4, 6, 13, 30, und 32 in auffallend wenigen Merkmalen – dies betrifft besonders die Blatt- und Dornenmerkmale, weniger die Blüten und die Fruchtstiellänge – in Bereichen hoher Variabilität.

Geringe Variationsbreiten hingegen finden sich, wie an den Wuchsorten, beinahe ausschließlich bei den Frucht- und Steinkernmerkmalen. Lediglich die Staubblattzahl weist in drei Fällen – bei den Populationen 29, 30 und 31 – gleichermaßen geringe Variabilität auf, ebenso der Blattindex bei Population 29. Wiederholt geringe Variation, nämlich in zehn Frucht- bzw. Steinkernmerkmalen, weisen die Populationen 30, 32 und 45 auf. Acht Merkmale divergieren bei den Populationen 4, 8 sowie 20 und sieben bei Population 29. Bei den meisten Populationen liegen Blüten- und Blattmerkmale jedoch in Bereichen mittlerer Variabilität.

Bei der zusammenführenden Betrachtung der Ausmaße der Variabilität aller Merkmale fällt auf, dass hohe Variationsbreiten insbesondere die vegetativen Merkmale betreffen und, mit Ausnahme des Fruchtstiels, weniger die Früchte und Steinkerne. Da vor allem die Früchte und Steinkerne geringe Schwankungen in ihren Merkmalen zeigen und die Blatt-, Blüten- und Zweigmerkmale eine relativ hohe Variationsbreite aufweisen, lässt sich in Zusammenhang mit dem Vorkommen ebensolcher Wuchsorte und Populationen, die in den Blüten-, Blatt- und Zweigmerkmalen hohe Variabilität gleichzeitig aber in den Frucht- und Steinkernmerkmalen geringe Diversität aufweisen, schlussfolgern, dass die Frucht- und Steinkernmerkmale stabiler zu sein scheinen als die vegetativen Merkmalsausprägungen. Werneck (1961) bewertet den Steinkern als ein genetisch determiniertes und gering von Umweltbedingungen beeinflusstes Merkmal. Dieser befindet sich in den Untersuchungen jedoch nicht ausschließlich in Bereichen deutlich geringer Variabilität, sondern weist zusätzlich vor allem mittlere Variabilität im unteren Bereich auf (10-15%). (Werneck 1961) Eine Übertragung dieser Feststellung auf die vegetativen Merkmale würde, da sich einige von diesen ebenfalls hauptsächlich in diesem Intervall bewegen, Anlass zu der Folgerung geben, dass sie desgleichen weniger umweltbedingt variieren, sondern eher genetisch geprägte Merkmale darstellen. Darunter fallen zusätzlich zu den Steinkern- und Fruchtmerkmalen hauptsächlich die Kronblattlänge, die Staubblattzahl sowie der Blattindex; in wenigen Fällen zudem der Kronblattindex, der Staubblatt-Kronblattindex und auch die Fruchtstiellänge. Nicht betroffen sind die Merkmale Kronblattbreite, Blattlänge, Blattbreite und Blattstiellänge sowie die Länge der dornenähnlichen Kurztriebe. Die Trennung Wernecks in Organisationsmerkmale (konstitutive Merkmale bei Diels 1921) und Anpassungsmerkmale (Wettstein 1935) erscheint somit fraglich, wie schon im Generellen bei Wagenitz (1996) festgestellt.

Qualitative Merkmale

Im Gegensatz zu den quantitativen Merkmalen sind die qualitativen auf subjektiver Grundlage ermittelt worden und können daher dem Anspruch der Repräsentativität nicht im gleichen Maße genügen.

Zumindest ein kurzer Überblick über die Verwertbarkeit qualitativer Merkmale soll jedoch gegeben werden, da sie auch Abstufungen von Variabilität unterliegen. Zu den nur geringfügig variierenden Merkmalen zählen vorrangig die Ausprägung der Blattrandzahnung und die Behaarung der Blattoberseite. Ebenfalls von geringer Variabilität sind die Steinkernmerkmale mit den Charakteristika Fischgräten, Nadelstichtrichter, Ausformung des Bauchwulstes sowie der Intensität der Pockennarbigkeit auf den Seitenflächen. Das Merkmal der Spitzenausbildung der Sprossdornen, und deren relative Häufigkeiten scheint nach den vorliegenden Ergebnissen überall gleich variabel zu sein. Unbeständiger hingegen ist die Behaarung der Blattunterseite, die zumindest zwei Ausprägungsformen vergleichsweise häufig annimmt, genauso die Blattform und auch die alternierenden Merkmale der Fruchtstielbehaarung sowie der Ausprägung der Spitze des Steinkerns.

Probleme der Einordnung

Beim Überblick über die Systematik und Taxonomie wird deutlich, dass *Prunus spinosa* L. anhand verschiedenster Merkmale, wobei sich vor allem bei „aktuelleren“ Arbeiten vermehrt auf die Analyse der Früchte und Steinkerne gestützt wird, in Unterarten gegliedert wird.

An dieser Stelle soll nun überprüft werden, ob sich einige dieser Merkmale auch auf die Schlehen im Untersuchungsgebiet übertragen lassen und somit eine Einteilung in verschiedene Subspezies ermöglicht wird. Dabei stützen wir uns vor allem auf die Arbeiten von Werneck (1958, 1961), auf die Systematik von Kühn (1998) sowie auf die Angaben von Scholz u. Scholz (1995). Zudem soll auf eigene Versuche eingegangen werden, Korrelationen diverser Merkmale zu analysieren.

Systematik nach Werneck

Domin (und darauf aufbauend Werneck) untergliedern die Schlehen anhand ihrer Steinkerne in Subspezies bzw. Varietäten. Dabei spielen bei Werneck vor allem die Weiserzahl (1959 noch mit der Steinkernlänge gekoppelt) sowie die Ausprägung der Spitze des Steinkerns eine entscheidende Rolle. Generell lässt sich feststellen, dass sich die Steinkerne des Untersuchungsgebietes zu 81% in den Bereichen der Werte von Wernecks Weiserzahl, also zwischen 59% und 93% befinden. Dabei würden 3,7% unter die var. *euspinosa* D. mit einfach oder doppelt zugespitztem, 50% unter die var. *euspinosa* D. mit abgerundetem Steinkern, 14% unter die var. *ovoideoglobosa* und 27% unter die var. *moravica* fallen (Werneck 1961). Abb. 23 stellt diese Beobachtung graphisch dar.

Jedoch konnte die bei Werneck angegebene Korrelation mit der Ausprägung der Spitze des Steinkerns nicht bestätigt werden. So kommen zwar unter den Steinkernen der var. *euspinosa* D. mit einfach oder doppelt ausgeprägter Spitze auch nur solche vor, die tatsächlich einfach zugespitzt sind, diejenigen die unter die abgerundete Variante fallen würden, weisen jedoch sowohl spitze (41,7%) als auch abgerundete (51,4%) Steinkerne auf. Zudem wird die var. *moravica* mit kreisrunden Steinkernen angegeben, die sich jedoch anhand der Breiten-Längen-Indices sowie der Dicken-Breiten-Indices in dieser Form am Untersuchungsmaterial nicht nachweisen lassen.

Dennoch kann trotzdem ein Zusammenhang der „Weiserzahl“ mit dem Merkmal der Gestaltung der Spitze festgestellt werden. Bis zu einem Index von etwa 78% liegen fast ausschließlich einseitig zugespitzte Steinkerne vor, darauf folgt ein Überlappungsbereich, in dem sich beide, also sowohl einseitig zugespitzte als auch beidseitig abgerundete, in ähnlichen Häufigkeiten nachweisen lassen. Von etwa 83%–90% dominiert die abgerundete Variante zunehmend, in den oberen Bereichen (ca. 90%–100%) finden sich erneut beide Ausprägungen. Demnach lässt sich analog zu Werneck wenigstens für die niedrigen Indices ein gewisser Zusammenhang mit der einseitig zugespitzten Ausprägung nachweisen, für die beidseitig abgerundeten jedoch können die Angaben nicht bestätigt werden.

Tab. 9 Eingruppierung der Steinkerne des Untersuchungsgebiets entsprechend der Steinkern-Spitze nach WERNECKs Unterteilung der var. *Euspinosa*

Die Einteilung Wernecks in Varietäten lässt sich anhand der Steinkerne der Schlehen des Mittleren Saaletals nicht anwenden, da zum einen bereits 20% der untersuchten Steinkerne aus dem angegebenen Weiserzahlbereich vollkommen herausfallen, zum anderen diejenigen, die sich anhand der Weiserzahl in gewisse Formenkreise einteilen lassen würden, keine Korrelation mit den zusätzlichen angegebenen Eigenschaften aufweisen. Jedoch lässt sich zumindest für die unteren Indexwerte der Weiserzahl eine gewisse Abhängigkeit der Steinkerne mit der einseitig spitzten Variante nachweisen. Ob diese Beobachtung jedoch ausreicht, daran eine Einteilung der Steinkerne in Varietäten vorzunehmen, muss an dieser Stelle ungeklärt bleiben.

Tab. 9 Tip morphology of kernels of the Saale population grouped according to WERNECKs classification of var. *Euspinosa*

Wernecks *Euspinosa* * sp Kreuztabelle

		sp			Gesamt
		abg beidseitig abgerundet	sp einseitig spitz	ssp deutlich spitz	
Wernecks <i>Euspinosa</i> 1,00 var. <i>euspinosa</i> D. 1	Anzahl		2	3	5
	Gesamt%		2,8%	4,2%	6,9%
2,00 var. <i>euspinosa</i> D. 2	Anzahl	37	30		67
	Gesamt%	51,4%	41,7%		93,1%
Gesamt	Anzahl	37	32	3	72
	Gesamt%	51,4%	44,4%	4,2%	100,0%

var. *euspinosa* 1 = Weiserzahl von 59-70% mit einseitig-zugespitztem Steinkern
var. *euspinosa* 2 = Weiserzahl von 80-92% mit beidseitig abgerundetem Steinkern

Systeme nach Kühn und Scholz u. Scholz

Sowohl Kühn (Scholz u. Scholz 1995) als auch, darauf aufbauend, Scholz u. Scholz (1995) geben als ausschlaggebendes Kriterium der Unterscheidung der Schlehen die Behaarung des Fruchstieles an, die Kühn in Zusammenhang mit der Fruchtgröße sowie dem Geschmack des Fruchtfleisches setzt. Nachdem der Geschmack unter den gegebenen Umständen nicht untersucht werden konnte, zusätzlich auch extrem subjektiv ist, sollen ausschließlich die Merkmale der Behaarung sowie die Länge der Frucht Beachtung finden.

Dabei treten im Bereich zwischen ca. 9-12mm Fruchtlänge beide Ausprägungen der Behaarung auf, die behaarten Fruchstiele dominieren jedoch. Für Früchte, die kürzer als 9mm sind, findet sich beinahe ausschließlich die behaarte Variante, für diejenigen, deren Länge zwischen 12mm und 14mm liegt, hingegen nur die kahle Form. Bei dem Vergleich dieses Ergebnisses mit den Angaben von Kühn ergeben sich jedoch diverse Schwierigkeiten, da die Fruchtlänge hier ausschließlich in zwei Intervallen betrachtet wird, von 8-10mm sowie von 14-18mm. In letzteres fällt jedoch keine der untersuchten Früchte, vielmehr befindet sich der Großteil dazwischen (10-14mm). Zudem lassen sich bei den Schlehen des Untersuchungsgebietes vor allem im unteren Bereich – wie anfangs ausgeführt – behaarte Fruchstiele nachweisen, welche nach Kühn eher der kahlen Form und damit der subsp. *moravica* Domin entsprechen müssten.

Eine Untergliederung ausschließlich aufgrund der Fruchstielbehaarung wie sie Scholz u. Scholz (1995) vornehmen, erweist sich am Untersuchungsmaterial als wenig sinnvoll, da zusätz-

lich mindestens noch dicht behaarte Blattunterseiten vorliegen müssten. Diese korrelieren jedoch nur zu 14% mit einem behaarten Fruchstiel. Demnach kann am Untersuchungsmaterial weder eine mögliche Eingliederung anhand der Fruchtgröße zusammen mit der Behaarung des Fruchstiels noch anhand der Fruchstielbehaarung an sich vorgenommen werden.

Verhältnis Staubblattlänge-Kronblattlänge

Zwar wurde die relative Variabilität dieses Indexes bereits behandelt, dennoch soll er noch einmal gesondert betrachtet werden, da dieses Verhältnis auch in der Literatur besondere Beachtung erhält. Um dieses besser interpretieren zu können, muss zuerst verdeutlicht werden, was die einzelnen Verhältnisse aussagen: Dominiert die Staubblattlänge über die der Kronblätter, so nimmt der Index einen Wert von über 100% an, im umgekehrten Falle bei unter 100% und sind die beiden Maße identisch, so liegen genau 100% vor. Diese Erkenntnisse sind vor allem für die nähere Bestimmung von *Prunus spinosa* L. von Bedeutung. So findet sich bei Vollmann eine Form, deren „Kronblätter größer, lang oder länger als die Staubblätter“ sind. Demnach handle es sich dann um die f. *major* Pospichel (Zit. nach Mang 1972).

Im Untersuchungsgebiet liegen die Staubblattlängen (Mittelwert 5,4mm) im Durchschnitt geringfügig unter den Längen der Petalen (Mittelwert 5,7mm), was ein mittlerer Staubblatt-Kronblatt-Index von 98,6% verdeutlicht. In relativen Häufigkeiten ausgedrückt, liegt der Staubblatt-Kronblatt-Index für 32% der Pflanzen bei einem Index über 100% und für 20% der Pflanzen bei einem Index von genau 100%.

(a.) Bei der Untersuchung der Wuchsorte auf dieses Verhältnis hin, ergeben sich lediglich für Ammerbach (54%), Dornburg (57%) und Lobeda (60%) längere Kron- als Staubblätter. In Cospeda hingegen haben genau 50% der Pflanzen einen Index von größer oder gleich 100%. Die übrigen Wuchsorte weisen hingegen deutlich längere oder gleich lange Stamina wie Petalen auf (vgl. Abb. 19).

(b.) Hinsichtlich der Einzelpopulationen haben 56% der Populationen – nämlich die Nummern 4, 8, 19, 20, 24, 28, 29, 44, und 45 – überwiegend gleich lange Staub- und Kronblätter oder längere Staubblätter als Petalen. In diese beiden Kategorien zusammen fallen je nach Population zwischen 10% (Pop. 32) und 90% (Pop. 29) der Pflanzen. Die übrigen haben demnach einen Index unter 100%, also kürzere Staub- als Kronblätter. Dominierend tritt letztere Ausprägungsform bei 43% der Populationen auf (vgl. Abb. 20).

(c.) Die Analyse der Populationen der Einzelwuchsorte, ergibt, dass sich in Kahla ausschließlich Populationen finden, die vorherrschend längere Staub- als Kronblätter aufweisen, in Kunitz tritt diese Tendenz bei zwei Dritteln der Populationen auf. In Ammerbach hingegen finden sich überwiegend solche Populationen, bei denen die Kronblattlänge dominiert (60% der Populationen) und in Cospeda haben 66% diese Ausprägung.

In allen Fällen ist bemerkenswert, dass sich an keinem Wuchsort und auch bei keiner Population ausschließlich ein Merkmalszustand findet. Zudem kommt relativ häufig ein Index von 100% vor. Da stets beide Ausprägungen auftreten, führt dieses Merkmal hinsichtlich des Untersuchungsmaterials nicht zu eindeutigen Ergebnissen.

Korrelation von Blattindex und Weiserzahl der Früchte und Steinkerne

Nachdem in den vorangegangenen Ausführungen für den Blattindex Bereiche relativ geringer Variabilität nachgewiesen werden konnten und sich die Frucht- und Steinkernmerkmale zu meist konstant verhalten, soll an dieser Stelle untersucht werden, ob sich anhand der Merkmale des Blattindex sowie der Weiserzahl der Frucht bzw. der Weiserzahl des Steinkerns eventuelle Zusammenhänge herausfinden und so mögliche Formen nachweisen lassen.

Wie aus Abb. 21 ersichtlich, führt diese Untersuchung jedoch zu keinem klaren Ergebnis, da sich eine „Punktwolke“ ergibt und keine eindeutigen Bereiche, die subspezifische Untergliederung andeuten würden, abgetrennt werden.

Diskussion

Für die Untersuchung der Variabilität erscheint es sinnvoll herauszufinden, bei welchen Merkmalen es sich größtenteils um modifikatorische und bei welchen es sich um genetische Variabilität handelt.

Da *Prunus spinosa* L. selbstfertil, also zur Autogamie fähig, ist, müsste dies in aufeinander folgenden Generationen zu immer mehr genetisch identischen Nachkommen führen, sofern Rekombination nicht selbst die Variabilität erzeugt. Wenn dem so ist, würden vor allem phänotypische Merkmale in ihrer Variabilität deutlich hervorstechen, nicht so sehr genetische. Auch die Vermehrung durch Wurzelbrut, die ebenfalls erbgleiche Nachkommen produziert, müsste diese Entwicklung för-

dern. Demzufolge handelt es sich bei Blatt- und Blütenmerkmalen vermutlich zum Großteil um modifikatorische, bei Frucht- und Steinkernmerkmalen dagegen vermehrt um genetische Variabilität der Merkmale. Diese Untersuchung entspräche somit insoweit den Angaben Wernecks (1958), der den Steinkernen genetisch bedingte Variabilität zuschreibt. Dem muss (basierend auf dem Untersuchungsergebnis) jedoch hinsichtlich der Früchte widersprochen werden, da bei diesen keine höhere Variabilität als bei den Steinkernen festgestellt werden konnte. Im Gegensatz zu Werneck betont Röder, dass die Steinkerne zwar gute „Aufschlüsse“ über die diversen Formen geben, das „Merkmal jedoch mit den Bedingungen des Wuchsorts variiert“ (Johannson u. Oldén 1962). Demnach kann also auch eine (geringfügige) umweltbedingte Variabilität hinsichtlich dieses Merkmals nicht ausgeschlossen werden.

Der Faktor *Allogamie* kann im System nicht vollständig außer acht gelassen werden, da zum einen eine Bestäubung hauptsächlich entomogam erfolgt (vgl. Johannson u. Oldén 1962), zum anderen die untersuchten Wuchsorte und Populationen kein von Umwelteinflüssen abgeschlossenes System darstellen und damit obiges Ergebnis lediglich unter Vorbehalt betrachtet werden kann. Für die vollkommene Klärung wäre es vonnöten, die Schlehen unter hermetischen Bedingungen zu beobachten, jeweils einen Umwelteinfluss auszuschalten und dann über mehrere Generationen hinweg die Nachkommen auf ihre Merkmalsvariabilität hin zu untersuchen. Daneben wäre es sinnvoll, die Wechselbeziehungen mit der umgebenden Pflanzengesellschaft zu beobachten.

Ein anderer Punkt, der noch weiterer Forschung bedarf, ist die Taxonomie, welche sich ebenfalls als problematisch herausstellte. Zum einen gebrauchen verschiedene Autoren für die gleiche Unterart respektive Varietät unterschiedliche Synonyme, zum anderen ergeben sich auch für verschiedene Species, Subspecies und Varietäten Homonyme. Dies verdeutlicht beispielsweise Körber-Grohne (1996) anhand von *Prunus fruticans* Weihe bzw. *Prunus spinosa* var. *macrocarpa*. Erstere findet sich als Synonym für *Prunus domestica* subsp. *insittia* var. *juliana*, letztere stellt die Bezeichnung für großfrüchtige *Prunus spinosa* L. dar. Ein anderes Problem, das durch die ausgeprägte Variabilität dieser Species bedingt ist, ergibt sich aus zahlreichen Beschreibungen verschiedenster Formen innerhalb der subsp. *spinosa* (vgl. Scholz u. Scholz 1995).

Zudem differenziert die Taxonomie die Unterarten und Varietäten anhand unterschiedlicher Merkmale. Im Vordergrund stehen dabei vor allem die Frucht- und Steinkernmerkmale, jedoch lassen sich diese am Untersuchungsmaterial nicht in derartig gekoppelter Form nachweisen, wie es für eine Untergliederung vonnöten wäre. Vielmehr treten alle Merkmale mehr oder minder verteilt am Untersuchungsmaterial auf, eindeutige Tendenzen und Zusammenhänge lassen sich nicht nachvollziehen. Aus diesem Grund wurde darauf verzichtet, die analysierten *Prunus spinosa* L. Unterarten bzw. Varietäten zuzuordnen. Die Ergebnisse legen nahe, dass eine infraspezifische Gliederung von *Prunus spinosa* artifizial ist, hier besteht weiterer Forschungsbedarf. Die ermittelten Charakteristika reichen bei dieser ausgesprochen variablen Art nicht aus, diese eindeutig zu beschriebenen Subspezies zuzuordnen. Perspektivisch sind diese Untersuchungen mit molekularen und phytochemischen Analysemethoden zu begleiten.

Zusammenfassung

Im Untersuchungsgebiet wurden 16 Populationen an sieben Wuchsorten erfasst. Nachdem *Prunus spinosa* L. auf Licht angewiesen ist, liegen diese hauptsächlich anthropogen entstandenen Wuchsorte vor allem an Wald-, Feld- und Wiesenrändern sowie im lichten Kiefernwald. Die untersuchten Wuchsorte, die sich auf Böden mit carbonathaltigem Ausgangsgestein befinden, bestätigen die Literaturangaben und Beobachtungen, dass die Schlehe einen kalkreichen und gut durchlüfteten Untergrund für ihr Wachstum benötigt.

Anhand der Blüten wurde für die Schlehen von Beginn an volle Pollenfertilität, jedoch ein erheblich schwankender, vermutlich vom Stadium der Befruchtung abhängender, Glucosegehalt festgestellt. Die Wachskristalle auf der Blattoberfläche bilden Filme mit sehr dünner Cuticularfaltung, sind jedoch innerhalb der Art nicht variabel. An insgesamt 270 Zweigen aus den verschiedenen Populationen sowie 506 Früchten (bei 133 Pflanzen) und Steinkernen wurden 22 metrische Merkmale (inklusive Indices), des weiteren zehn qualitative Merkmale auf ihre Variabilität im Allgemeinen, an den Wuchsorten, den Populationen und den Populationen an den einzelnen Wuchsorten untersucht. Das Ziel stellte zum einen die Erfassung des Ausmaßes der Variabilität dar, zum anderen galt es, diejenigen Merkmale zu ermitteln, die in geringerem Maße umweltabhängig sind und damit eine eher genetisch basierte Variabilität anzeigen.

Bei den Untersuchungen erwies sich diese Art als ausgesprochen variabel. Vor allem die Maße der Blätter variierten durchgehend sehr stark, ebenso die Sprossdornen- und zum Teil auch die Blütenmerkmale. Die geringste Variabilität sämtlicher analysierter Charakteristika wurde bei den Frucht- und Steinkernmerkmalen festgestellt. Es ist nachvollziehbar, dass letztere Merkmale Grundlage diverser Systeme darstellen, da sie in der Tat eher genetischer als modifikatorischer Natur zu sein scheinen. Daher wurde der Versuch unternommen, *Prunus spinosa* L. anhand der Systeme von Werneck, Kühn sowie Scholz u. Scholz einzuteilen, welche auf den Frucht- und Steinkernmerkmalen beruhen. Diese Analyse führte jedoch zu keinem befriedigenden Ergebnis, eine Untersuchung auf eine eventuelle Korrelation des Blattindex mit der Weiserzahl der Früchte bzw. der Steinkerne erbrachte ebenfalls nicht das erhoffte Resultat. Die Ergebnisse aus unseren Untersuchungen legen nahe, dass eine infraspezifische Gliederung von *Prunus spinosa* artifiziell ist, hier besteht weiterer Forschungsbedarf, da die ermittelten Charakteristika bei dieser ausgesprochen variablen Art nicht ausreichen, diese eindeutig zu den diversen beschriebenen Subspezies zuzuordnen. Im Hinblick auf eine Erweiterung der Kenntnisse zu *Prunus spinosa* L. sind diese Untersuchungen mit molekularen und phytochemischen Analysemethoden zu begleiten und mit anderen Wuchsorten zu korrelieren.

Danksagung

Wir danken Herrn Prof. W. Barthlott für Auskünfte zu Epicuticularwachsen. Herrn T. Rohde vom Thüringer Landesverwaltungsamt danken wir für die Genehmigung zur Entnahme von Blatt- und Blütenmaterial aus dem NSG 149 „Großer Gleisberg“ (Genehmigung: 601.12-8512.05-149.SHK-03.001601.1-

ro). Aus den vier anonymen Gutachten konnten wertvolle Hinweise und Ergänzungen in die Arbeit einfließen.

Literatur

Arbeitsgruppe Boden (der Geologischen Landesämter und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe der Bundesrepublik Deutschland) (1996) (eds.) Bodenkundliche Kartieranleitung, 4., verbesserte und erw. Aufl., Nachdruck, Hannover.

Alexander MP (1969) Differential staining of aborted and non-aborted pollen. *Stain Technology* 44:117-122.

Bäßler M et al. (eds.) (1999) Exkursionsflora von Deutschland / begr. von Werner Rothmaler. Bd.2 Gefäßpflanzen – Grundband, Heidelberg/Berlin.

Barthlott W et al. (1998) Classification and terminology of plant epicuticular waxes. *Botanical Journal of the Linnean Society* 126: 237-260.

Behre KE (1983) Ernährung und Umwelt der wikingerzeitlichen Siedlung Haithabu. Die Ergebnisse der Untersuchungen der Pflanzenreste, Neumünster.

Clapham AR et al. (1962) *Flora of the British Isles*. Cambridge.

Diels L (1921) *Die Methoden der Phytographie und der Systematik der Pflanzen*. Handbuch der Biologischen Arbeitsmethoden Abt. 11.1: 67-190. (non vid., zit. nach Wagenitz 1996)

Fachhochschule Jena (eds.) (29.02.2004) Klimastation (Klimatologische Messstation) (<<http://wetter.mb.fh-jena.de/station./>>).

Hermann F (1956) *Flora von Nord- und Mitteleuropa*. Stuttgart.

Jacomet S et al. (1989) Archäobotanik am Zürichsee. Ackerbau, Sammelwirtschaft und Umwelt von neolithischen und bronzezeitlichen Seeufersiedlungen im Raum Zürich. Zürich.

Johannson E, Oldén E J (1962) Zwetschgen, Pflaumen, Reineclauden, Mirabellen. In: Kappert H, Rudolf W (eds.) *Handbuch der Pflanzenzüchtung*, Bd. 6. Züchtung von Gemüse, Obst, Reben, und Forstpflanzen. Berlin/Hamburg 1962.

Körber-Grohne U (1996) Pflaumen, Kirschkirschen, Schlehen: heutige Pflanzen und ihre Geschichte seit der Frühzeit. Stuttgart.

Mang F (1972) Eine kleine Schlehenkunde. *Kieler Notizen zur Pflanzenkunde in Schleswig-Holstein* 4:50-54.

Oberdorfer E (1979) *Pflanzensoziologische Exkursionsflora*. Stuttgart.

Röhl M (1997) Der Schlehdorn (*Prunus spinosa*). *Gnoiener Stadt- und Landbote: Mitteilungsblatt mit amtlichen Bekanntmachungen*. Gnoiener/Fritzlar/Wittich. 6.11:2-3.

Raftopoulos JG (1993) Struktur und Naturschutzwertigkeit von Schlehenbeständen im Fränkischen Wellenkalkgebiet: Untersuchungen im Naturschutzgebiet „Mäuseberg“ (Landkreis Main-Spessart). Abh. Naturwiss. Ver. Würzburg 34:3-74.

Rasch D (1988) Biometrie. Einführung in die Biostatistik. Berlin.

Schachtschabel P et al. (eds.) (1998) Lehrbuch der Bodenkunde. Stuttgart.

Schlechtendahl v D et al. (eds.) (1886) Flora von Deutschland, Bd. 25. Rosaceae. Gera-Untermhaus.

Scholz H, Scholz I (1995) Prunus. In: Gustav Hegi. Illustrierte Flora von Mitteleuropa, Band IV Teil 2B Spermatophyta: Angiospermae: Dicotyledones. Berlin.

Schröder HJ (1962) Vergleichende anatomische und histogenetische Untersuchungen an Sprossdornen von *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa*, *Lycium halimifolium*, *Hippophae rhamnoides* und *Omnis spinosa*, Diss., Rostock..

Schütt P et al. (1992) Lexikon der Forstbotanik. Baum- und Straucharten, Waldpflanzen, Mikroorganismus, Ökosysteme. Landsberg/Lech.

Seidel G (2003) Geologie von Thüringen. Stuttgart.

Stace C (1997) New Flora of the British Isles. Cambridge.

Tutin TG et al. (1978) Flora Europaea. Vol 2. Rosaceae to Umbelliferae, Cambridge.

Wagenbreth O, Steiner W (1982) Geologische Streifzüge. Landschaft und Erdgeschichte zwischen Kap Arkona und Fichtelberg. Leipzig.

Wagenitz G (1996) Wörterbuch der Botanik. Die Termini in ihrem historischen Zusammenhang, Gustav Fischer, Jena.

Weber HE (1999) Rhamno-Prunetea (H2A). Schlehen- und Traubenholunder-Gebüsch. In: Dierschke, Hartmut (ed.). Synopsis der Pflanzengesellschaften Deutschlands, H. 5/99, Göttingen.

Werneck HL (1958) Die Formenkreise der bodenständigen Pflaumen in Oberösterreich. Ihre Bedeutung für die Systematik und die Wirtschaft der Gegenwart (vorläufige Mitteilung). In: Sonderdruck aus Mitteilungen - Serie B. Obst und Garten 8, 59-82, Klosterneuburg.

Werneck HL (1961) Die Wurzel- und Kernechten Stammformen der Pflaumen in Oberösterreich. Sonderdruck aus: Naturkundliches Jahrbuch der Stadt Linz 1961.

Wettstein R (1935) Handbuch der Systematischen Botanik. 4. Aufl., Deuticke, Leipzig, Wien.

Zylka D (1970) Die Verwendung von Wildarten der Gattung *Prunus* in der Sortenzüchtung und als Unterlage. In: Institut für kontinentale Agrar- und Wirtschaftsforschung der Justus-Liebig-Universität Gießen (ed.). Giessener Abhandlungen zur